



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“COMPARACIÓN DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DE LA EDIFICACIÓN DEL MÓDULO “B” DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA CESAR VALLEJO – HUALGAYOC – CAJAMARCA AL UTILIZAR LOS SOFTWARE SAP2000 Y ROBOT STRUCTURAL”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO CIVIL

Autor:

Hugo Cesar Garay Mendoza

Asesor:

Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

Cajamarca - Perú

2022

DEDICATORIA

*Dedico el presente trabajo con eterno amor,
cariño y gratitud a mis padres Castinaldo Garay
y Luzmila Mendoza por el apoyo incondicional, moral y
espiritual, para culminar mis estudios.*

Hugo

AGRADECIMIENTO

Ante todo, mi agradecimiento infinito a Dios Todopoderoso por la vida, la salud y sus innumerables bendiciones hacia mi persona, seguidamente expreso mi gratitud a mis familiares quienes de continuo me brindaron su apoyo incondicional para culminar mi carrera profesional, asimismo a los docentes de la Universidad Privada del Norte, por sus orientaciones y calidad académica impartida durante mi formación profesional que sin duda sirve y servirán para concretizar los objetivos establecidos en mi carrera profesional.

Al Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno, por su valioso asesoramiento para la realización del trabajo de investigación lo cual irá en beneficio de la institución educativa en estudio y por ende de las investigaciones posteriores sobre estudio de la respuesta estructural de edificaciones esenciales de nuestro país.

También mi agradecimiento especial al Mg. Walter Cusma Campos director de la I.E. César Vallejo CP Apan Alto por brindarme las facilidades para realizar la toma de datos en campo y documentos afines a la institución. Asimismo, hago extensivo el agradecimiento al señor Sandro Vásquez representante del consorcio César vallejo por proporcionarme el expediente técnico de dicha obra.

Hugo

Tabla de contenido

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
ÍNDICE DE ECUACIONES	7
RESUMEN	8
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	9
CAPÍTULO II. MÉTODO.....	23
CAPÍTULO III. RESULTADOS	45
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	60
REFERENCIAS	67
ANEXOS	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Límites para la distorsión de entrepiso	19
Tabla 2 Coordenadas UTM de la Institución Educativa César Vallejo.....	33
Tabla 3 Rutas de acceso a la I.E César Vallejo desde Cajamarca	34
Tabla 4 Rutas de acceso a la I.E César Vallejo desde Bambamarca	34
Tabla 5 Parámetros de Diseño Sísmico	39
Tabla 6 Peso del módulo B de la institución educativa César Vallejo	45
Tabla 7 Cortante estático en la base	46
Tabla 8 Cortante estático por niveles dirección X.....	48
Tabla 9 Cortante estático por niveles dirección Y	48
Tabla 10 Desplazamientos laterales por sismo estático Dirección X.....	49
Tabla 11 Desplazamientos laterales por sismo estático Dirección Y.....	50
Tabla 12 Derivas por sismo estático Dirección X	51
Tabla 13 Derivas por sismo estático Dirección Y	51
Tabla 14 Cortante dinámico en la base.....	52
Tabla 15 Cortante dinámico por niveles dirección X	53
Tabla 16 Cortante dinámico por niveles dirección Y	54
Tabla 17 Desplazamientos máximos en X	54
Tabla 18 Desplazamientos máximos en Y	55
Tabla 19 Comparación del control de derivas por sismo dinámico dirección X.....	56
Tabla 20 Comparación del control de derivas por sismo dinámico dirección Y.....	57
Tabla 21 Periodo fundamental, frecuencia y masa participativa en SAP2000.....	57
Tabla 22 Periodo fundamental, frecuencia y masa participativa en Robot Structural.....	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Instrumento de recolección de datos - Ficha de Análisis documental	26
Figura 2 Instrumento de recolección de datos - datos generales de diseño.....	27
Figura 3 Parámetros de diseño sismorresistente.....	29
Figura 4 Análisis estructural estático y dinámico dirección X.....	30
Figura 5 Análisis estructural estático y dinámico dirección Y.....	31
Figura 6 Datos obtenidos del expediente técnico	38
Figura 7 Modulo B en SAP2000	41
Figura 8 Modulo B en Robot Structural.....	42
Figura 9 Flujograma de investigación	43
Figura 10 Peso del módulo B de la I.E Cesar Vallejo – por niveles	45
Figura 11 Peso total del módulo B de la I.E Cesar Vallejo.....	46
Figura 12 Cortante estático dirección X.....	47
Figura 13 Cortante estático dirección Y.....	47
Figura 14 Desplazamientos laterales por sismo estático Dirección X	49
Figura 15 Desplazamientos laterales por sismo estático Dirección Y	50
Figura 16 Cortante dinámico dirección X.....	52
Figura 17 Cortante dinámico dirección Y	53
Figura 18 Desplazamiento dinámico Dirección X	55
Figura 19 Desplazamiento dinámico Dirección Y	56

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Cortante basal	18
Ecuación 2 Cortante basal	40
Ecuación 3 Pseudo aceleración en función del periodo	40

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo comparar la respuesta estructural de la edificación del módulo “B” de la Institución Educativa “César Vallejo” al utilizar los softwares SAP2000 y Robot Structural; la investigación es de tipo aplicada, descriptiva, cuantitativa, no experimental y transversal; se realizó un muestreo por conveniencia, se seleccionó el módulo “B” para determinar cortantes, desplazamientos y derivas a partir del sismo estático y dinámico de acuerdo con los parámetros sismorresistentes de la zona; según el análisis, los resultados obtenidos para la cortante estática y dinámica en SAP2000 es mayor en 2.22% y 4.18% en relación a Robot Structural respectivamente, las derivas para SAP2000 son 0.0030 y 0.0024 y para Robot Structural 0.0025 y 0.0026 en los dos niveles, se encuentran por debajo del valor establecido por la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente para la dirección X pórticos de concreto 0.007 y en la dirección Y albañilería se obtuvo 0.0003 y 0.0002 en los dos softwares y para ambos niveles menos a 0.005; por lo que la estructura se comportara satisfactoriamente frente a un sismo, los resultados de ambos softwares no difieren significativamente, concluyendo que SAP2000 presenta mayores cifras en las cortantes y derivas respecto a Robot Structural.

Palabras clave: Respuesta Estructural, SAP2000, Robot Structural, cortante basal, desplazamientos, derivas

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Debido al gran avance de la construcción a nivel mundial cada vez se ejecutan proyectos estructurales más complejos, y de la mano de estos ha evolucionado la tecnología en softwares de análisis y diseño estructural, llegando a tener en el mercado gran variedad de programas de diseño, siendo entre los más reconocidos por su eficiencia SAP 2000, Etabs y Robot S.A.P. (Briones y Alvares, 2018)

En la actualidad existen muchos softwares en el mercado para la elaboración de proyectos estructurales, los cuales tienen como diferencia principal: interfaz, método de análisis y códigos de diseño; la metodología que usan los softwares para el análisis es el método de elementos finitos (FEM), los diferentes programas tienen una variedad de códigos y normas para realizar el diseño estructural, los cuales pueden ser configurados por parte del profesional responsable. (Briones & Alvares, 2018)

El Perú por su ubicación es un país altamente sísmico, por ello, se vio la necesidad de poner en marcha una política efectiva y normatividad de prevención en la construcción de diferentes edificaciones categorizadas como esenciales, importantes, comunes y temporales, basadas en el sólido conocimiento que se tiene de la sismicidad del territorio nacional. El campo sismológico, realiza de manera continua el seguimiento de ocurrencia de terremotos en el Perú, para definir la probabilidad de ocurrencia de estos, monitoreando constantemente su actividad y estudio de la geodinámica de las placas tectónicas. (Tavera, 2016)

Por su parte la infraestructura de las instituciones educativas y el acceso con los servicios públicos (electricidad, agua potable, alcantarillado) resultan altamente asociados con el proceso de enseñanza - aprendizaje de los estudiantes, garantizando las condiciones mínimas de seguridad y habitabilidad en los espacios educativos. El estudio sugiere que mejores instalaciones y servicios básicos en las entidades educativas podrían crear ambientes

de enseñanza mucho más propicios para lograr mejores aprendizajes. Estos resultados son importantes porque indican que las inversiones en infraestructura escolar y condiciones físicas básicas no son un lujo sino una necesidad. (Duarte, 2011).

Las instituciones educativas en la región Cajamarca consideradas de acuerdo a la norma técnica E.030 de diseño sismorresistente como edificaciones esenciales, han sido construidas con normatividad que continuamente vienen actualizándose y siendo necesario tomar criterios de diseño estructural de acuerdo a los parámetros actualizados y por ende que garantice la filosofía de diseño sismo resistente, que es evitar la pérdida de vidas humanas, asegurar la continuidad de los servicios básicos y el correcto funcionamiento de los elementos estructurales. (Abad & Guivar, 2019)

De acuerdo a la Norma Técnica E. 030 de Diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones, el lugar en estudio se encuentra ubicado en la zona tipo 2, pertenece a una edificación de tipo esencial A2 puesto que es una institución educativa, le corresponde un factor de uso de 1.5, por ello es necesario evaluar la respuesta estructural de la edificación haciendo uso de múltiples programas y en este caso se ha seleccionado SAP 2000 y Robot Structural.

La investigación “ Comparación de la Respuesta Estructural de la Edificación del Módulo “B” de la Institución Educativa “César Vallejo” Hualgayoc – Cajamarca al Utilizar los Software SAP 2000 y Robot Structural” surge a partir de la problemática que se suscita en las instituciones educativas públicas de las diferentes regiones del Perú que frente a diferentes solicitaciones propias de la estructura y de fuerzas externas tales como sismos de mediana y alta intensidad muchos de ellos han sufrido daños estructurales y otros han colapsado porque no han sido diseñados y construidos con los criterios técnicos o han tomado como base normatividad no actualizadas, de igual manera no han sido analizados con softwares estructurales para tener una mejor visión del comportamiento de la edificación

frente a diferentes tipos de fuerzas que actúan en una estructura siendo las fallas más comunes por columna corta. (Abad & Guivar, 2019)

Por lo tanto, la infraestructura educativa en el Perú cumple un papel muy importante en la sociedad, permitiendo el desarrollo social de la población particularmente de los estudiantes y por ende de la sociedad en su conjunto. Sin embargo, existen muchas instituciones educativas que han sido construidas sin considerar la normativa de diseño sismorresistente, generando espacios con peligro constante para los estudiantes frente a sollicitaciones de la propia estructura y fuerzas de la naturaleza. Es por esto que se planteó el siguiente problema de investigación; ¿Cuál de los softwares SAP 2000 y Robot Structural genera una Respuesta Estructural más conservadora al evaluar la edificación del módulo B de la Institución Educativa “César Vallejo” Hualgayoc – Cajamarca?, teniendo como variables a la respuesta estructural y los softwares SAP 2000 y Robot Structural; y como objeto de estudio el módulo “B” de la Institución Educativa “César Vallejo” CP Apan Alto - Hualgayoc.

Teniendo como objetivo principal Comparar la respuesta estructural de la edificación del módulo B de la Institución Educativa “César Vallejo” al utilizar los softwares SAP2000 y Robot Structural; y como objetivos específicos realizar el modelamiento de la Institución Educativa “César Vallejo”, en los softwares SAP 2000 y Robot Structural, determinar la respuesta estructural correspondiente al análisis estático y dinámico: desplazamientos y derivas de la edificación del módulo “B” de la Institución Educativa “César Vallejo” usando el programa/software SAP 2000 y determinar la respuesta estructural a partir del análisis estático y dinámico: desplazamientos y derivas de la edificación del módulo “B” de la Institución Educativa “César Vallejo” usando el programa/software Robot Structural.

En base a la pregunta de investigación, se propone la siguiente hipótesis: El software que genera una respuesta estructural más conservadora de la edificación del módulo “B” de la Institución Educativa “César Vallejo” Hualgayoc – Cajamarca será el software SAP2000.

A través del tiempo, se han venido realizando investigaciones acerca de la respuesta estructural de edificaciones y la utilización de softwares estructurales para su modelación, las cuales se muestran a continuación:

Según Villena (2017) en su trabajo de investigación “Diseño y Modelación de un Edificio con una Configuración en Planta Irregular, Mediante la Utilización del Software de Diseño “Revit Structure” y su Análisis Mediante un Software Especializado “Robot Structural Analysis” (BIM), llega a la conclusión que El programa “Robot Structural Analysis” permite mayores ventajas en cuanto al diseño de elementos de hormigón armado, debido a que puede plasmar la representación de las barras de acero que están siendo utilizadas en el diseño estructural de manera gráfica, además muestra un resumen de cuantificación de materiales de acero y hormigón que serán utilizados en el elemento estructural.

Según Canchaya & Vargas (2017), En su tesis “Estudio Comparativo entre el análisis sísmico estático y el dinámico, del nuevo aula de ingeniería civil de la universidad científica del Perú – UCP – Tarapoto - 2017” Llegaron al siguiente resultado: El estudio en base a dos tipos de análisis, el análisis sísmico estático o de fuerzas estáticas equivalentes, y el análisis sísmico dinámico modal espectral, nos permitió aceptar la hipótesis formulada, toda vez que existen diferencias significativas en los resultados; destacando que en el primer análisis los resultados obtenidos son mucho más conservadores, asimismo concluye que “El análisis estático o de fuerzas estáticas equivalentes, representa la acción del sismo por fuerzas laterales, que se aplican en los centros de masas de los pisos, en dos direcciones ortogonales (X, Y), estas fuerzas se distribuyen entre los sistemas resistentes a carga lateral

que conforman la estructura (Muros y/o Pórticos). La utilización del método estático se encuentra limitado a construcciones de altura moderada, y considera un solo modo de vibración, debido a que, en estructuras de periodos largos, los modos superiores pueden tener mayor importancia que la proporcionada en este método.

Carcausto (2018) en su tesis titulada “Análisis Y diseño estructural de la IES Agropecuaria N° 125 de chupa, distrito de Chupa-Azángaro-Puno” llega a la siguiente conclusión: Al usar un programa de cómputo se reduce el tiempo de creación del modelo y se pueden realizar modificaciones muy rápidamente. Sin embargo, la veracidad de los resultados está en función de un modelo que se aproxime al comportamiento de la estructura real. Los valores obtenidos del desplazamiento en el eje XX y YY, tanto del análisis dinámico y estático están dentro del rango permisible en concreto armado según la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente del RNE.

Alvares & briones (2018) en su tesis “Comparación del Modelamiento, Análisis y Diseño Estructural en Concreto Armado utilizando los Software Etabs y Robot Structural Analysis, para un Edificio de cinco niveles (cuatro pisos y un semisótano)” concluye que la elaboración de un proyecto estructural de una edificación de cinco pisos (4 pisos y un semisótano) en ETABS y ROBOT S.A.P. nos da resultados muy similares pero diferentes, a pesar de que se realizaron de manera muy semejante y ambos trabajan con el método de elementos finitos. El software ROBOT S.A.P. tiene grandes ventajas en comparación del Etabs al momento de realizar un proyecto estructural. Asimismo, menciona que elaborar un proyecto estructural en el software ROBOT S.A.P. es mucho más rápido que realizarlo con ETABS, debido a que ROBOT S.A.P. ofrece más herramientas tanto en la modelación, diseño en concreto armado, dibujo de planos y metrados, los cuales permiten concluir el trabajo en un tiempo más corto, ocasionando un menor costo en la elaboración de un proyecto estructural. Por otro lado, expresa que Debido al corto tiempo que tiene el software

ROBOT S.A.P. (8 años) en el mercado en comparación con ETABS (40 años), el uso de este programa es limitado ya que hay poca información disponible; en cambio hay mucha información difundida del programa ETABS la cual está al alcance de todos, esto logra que ETABS sea el programa más utilizado por los ingenieros estructuristas principalmente por los que están comenzando su carrera. A pesar de algunas diferencias encontradas en los programas de cálculo estructural “ETABS” y “ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS”, no se encontraron mayores diferencias en las secciones de diseño de la estructura, por lo cual se presenta un solo plano estructural como anexo de la información obtenida del trabajo experimental.

Estrada (2020) en su tesis titulada Análisis Comparativo del Diseño Estructural Con la aplicación del software Etabs respecto al método tradicional de un Edificio de cinco pisos con semisótano ubicado En el distrito de San Martín de Porres – Lima, menciona que Se puede diseñar un edificio de diferentes maneras, unas de ellas son los dos métodos analizados durante esta investigación, el cual nos permite diseñar independientemente una respecto al otro, sin embargo, estos se pueden acoplar utilizando algún software estructural en conjunto con los conocimientos teóricos y normas técnicas, para lograr tener una estructura segura, con cantidades de material exactas.

Luna (2011), realizó el análisis y diseño estructural de un sistema aporticado de 2 niveles, el cual fue modelado en el programa Etabs (CSI), aunque este no contempla la norma peruana, sin embargo, es posible incluir la norma durante el modelamiento, obteniendo los mismos resultados

Salinas & Correa (2018) en su tesis denominada “Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de la Estructura Existente de Concreto Armado Sin Juntas Sísmicas de la “Institución Educativa Inicial, Primaria y Secundaria de Menores N° 60014 del PP.JJ. Santo Cristo de Bagazán, Distrito de Belen, Provincia de Maynas, Región Loreto – 2018”,

concluyen que los resultados para la dirección X, se tiene un desplazamiento lateral de 0.1370m, por pushover el desplazamiento máximo es de $(\delta) = 0.0004238$ m. esto confirma que la selección de los objetivos del desempeño es satisfactoria. Esto indica que mantiene el rango de ocupación inmediata. Los resultados para la dirección Y se obtiene un desplazamiento lateral de 0.1370m, por pushover el desplazamiento máximo es de Desplazamiento $(\delta) = 0.0004251$ m. esto confirma que la selección de los objetivos del desempeño es satisfactoria. Esto indica que mantiene el rango de ocupación inmediata.

Según Cruz & Azañedo (2021) en su tesis "Comparación de la Respuesta Estructural de un Módulo Educativo de forma Hexagonal, con Diferentes Tipos de Respuesta Sísmica de Suelo, del Distrito de Trujillo, La Libertad - 2020" dan a conocer sus resultados mencionando que la respuesta estructural del Sistema Dual de forma hexagonal del modelo evaluado donde la mayor fuerza cortante fue la del suelo blando (S3) con 855.39 Tn, y su máxima deriva fue de 0.0004; así mismo la fuerza dinámica máxima fue de 663.56 Tn y una deriva 0.0004. Asimismo, al comparar los resultados considerando el modelamiento del sistema dual y los diferentes tipos de espectro de respuesta para los diferentes tipos de suelos; en la base para estructuras de sistema dual de concreto armado de tres niveles, se encuentra que, en el análisis Estático según la norma E030, con el tipo de suelo S3 fue mayor en un 38% al de suelo tipo S0 (Roca dura), así como un 10% mayor que la de Suelo rígido (S1) y solo un 5% al de Suelo intermedio (S2). En el análisis Dinámico, las derivas en cada piso obtuvieron las mismas características en porcentaje de 38%, 10% y 5% respectivamente.

Amorós (2015), Mediante la investigación llegó a la conclusión que El análisis Sísmico Lineal usando SAP2000 v.15 de la I.E 82109, San Antonio Plan Tual – Centro Poblado Huambocancha Alta, Prov. De Cajamarca, Región Cajamarca, permitió determinar los desplazamientos laterales o derivas de la estructura permitiendo verificar el cumplimiento de los requisitos mínimos que establece el reglamento Nacional de

edificaciones, Norma Técnica E. 030 de Diseño Sismorresistente peruana. Comprobándose que las derivas exceden el mínimo aceptable por lo que se recomienda reforzar la estructura, además recomiendan "Realizar este tipo de análisis en otras instituciones para verificar el diseño de una estructura de gran interés, por ejemplo, instituciones educativas, hospitales ya que por su carácter de edificios esenciales es fundamental evaluar su comportamiento sismo resistente".

Julca (2020) en su tesis titulada Desempeño Sismorresistente de la Institución Educativa N° 101136, Nuevo San Juan Alto - Hualgayoc, Región Cajamarca usando CSI Sap 2000 concluye que la estructura de la I.E.N° 101136 Nuevo San Juan Alto se aprecia que en dirección "X" cumple el requerimiento de estructura esencial conforme indica FEMA ya que se encuentra en el rango operacional, asimismo en dirección "Y" también se encuentra en el rango operacional.

La Institución Educativa "César Vallejo" está situada en el centro poblado de Apan Alto, distrito y provincia de Hualgayoc en la región Cajamarca a 8 km de la ciudad de Bambamarca capital de la provincia, atiende a estudiantes de la educación básica regular nivel secundario y de acuerdo al escale el número de alumnos matriculados el año 2020 es de 150, la cantidad de docentes asciende a 19 profesionales. La Institución Educativa César Vallejo por ser una edificación de categoría esencial de acuerdo a la Norma Técnica E. 030 de Diseño Sismorresistente le corresponde un factor de uso o importancia (U) de 1,5 el sistema constructivo predominante es dual porque presenta pórticos y muros de albañilería.

Ahora se presenta las definiciones conceptuales inherentes al problema de investigación y que sustentan las variables estudio

Estimación del peso sísmico: Para el cálculo del peso deberá tomarse el total de la carga muerta más un porcentaje de la carga viva de acuerdo a lo establecido en la Norma Técnica E. 030 de Diseño Sismorresistente del RNE, se tiene:

- a. En edificaciones de las categorías A y B, se tomará el 50% de la carga viva.
- b. En edificaciones de la categoría C, se tomará el 25% de la carga viva.
- c. En depósitos, el 80 % del peso total que es posible almacenar.
- d. En azoteas y techos en general se tomará el 25% de la carga viva.
- e. En estructuras de tanques, silos y estructuras similares se considerará el 100 % de la carga que puede contener.

“La **respuesta de una estructura** se cuantifica en base a los parámetros de respuesta de deformación o desplazamiento velocidad y aceleración” (Desena, 2016)

El **comportamiento estructural** es la forma como responde toda una estructura en términos de desplazamientos y deformaciones, ante la aplicación de fuerzas externas; las relaciones matemáticas existentes entre las fuerzas generalizadas y los desplazamientos generalizados son conocidas usualmente como relaciones constitutivas de la estructura.

(Capcha, 2017) Recuperado de:
<https://ceaingenieria.blogspot.com/2017/01/comportamiento-estructural.html>

Comportamiento estructural, es la manera cómo reacciona la estructura ante la acción de fuerzas sísmicas de determinada magnitud, analizando su resistencia (capacidad de la estructura de soportar cargas sin colapsar), Rigidez (capacidad de soportar esfuerzos sin adquirir grandes desplazamientos) y Ductilidad (propiedad de deformarse para que la estructura pueda comportarse elásticamente durante sismos). (Vera, 2017).

Modelos para el análisis, se considera una distribución espacial de masa y rigideces que sean adecuadas para representar los aspectos más significativos de comportamiento dinámico de la estructura. Las estructuras de concreto armado y albañilería pueden ser analizadas considerando las inercias de las secciones brutas, ignorando la fisuración y el refuerzo. Para edificios en los que se pueda razonablemente suponer que los sistemas de piso funcionan como diafragmas rígidos, se puede usar un modelo con masas concentradas y tres grados de

libertad por diafragma, asociados a dos componentes ortogonales de traslación horizontal y una de rotación. (Norma Técnica E. 030)

Análisis estático o de fuerzas equivalentes, este método representa las sollicitaciones sísmicas mediante un conjunto de fuerzas actuando en el centro de masas de cada nivel de la edificación. Se analizan todas las estructuras regulares o irregulares ubicadas en la zona sísmica 1; en las otras zonas sísmicas pueden emplearse este procedimiento para las estructuras clasificadas como regulares de no más de 30 metros de altura.

Fuerza cortante en la base, se determina por la expresión:

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

Ecuación 1. Cortante basal

Análisis dinámico modal espectral, cualquier estructura puede ser diseñada usando los resultados de los análisis dinámicos por combinación modal espectral (E .030)

Modos de vibración, en cada dirección se consideran aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90% de la masa total, pero se toma en cuenta los tres primeros modos predominantes en la dirección de análisis.

“**Deriva de Piso**, desplazamiento lateral relativo de un piso con respecto al piso consecutivo, medido en dos puntos ubicados en la misma línea vertical de la estructura”. (NEC,2015)

Fuerza cortante mínima, para cada una de las direcciones consideradas en el análisis, la fuerza cortante en el primer entrepiso del edificio no puede ser menor que el 80% del valor calculado para estructuras regulares, ni menor que el 90 % para estructuras irregulares. (E.030)

Desplazamientos laterales: para estructuras regulares, los desplazamientos laterales se calculan multiplicando 0.75R a los resultados obtenidos del análisis lineal y elástico con

las solicitaciones sísmicas reducidas. Para estructuras irregulares, los desplazamientos laterales se calculan multiplicando por 0.85R los resultados obtenidos del análisis elástico.
(E.030)

Desplazamientos laterales relativos admisibles, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso calculado no excede la fracción de la altura de entrepiso (distorsión) que se indica. (E. 030)

Tabla 1

Límites para la distorsión de entrepiso

Material predominante	(Δ_i/h_i)
Concreto armado	0.007
Acero	0.010
Albañilería	0.005
Madera	0.010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0.005

Nota: los límites de la distorsión (deriva) para estructuras de uso industrial son establecidos por el proyectista, pero en ningún caso exceden el doble de los valores de esta tabla. (Norma Técnica E. 030 de Diseño Sismorresistente)

Comportamiento estructural de losas vigas y columnas

Las losas tienen dos funciones principales desde el punto de vista estructural: la primera, ligada a las cargas de gravedad, que es la transmisión hacia las vigas de las cargas propias de la losa, el piso terminado, la sobrecarga, la segunda ligada a las cargas de sismo, que es la obtención de la unidad de la estructura, de manera que esta tenga un

comportamiento uniforme en cada piso, logrando que las columnas y muros se deformen una misma cantidad en cada nivel (Blasco, 2010).

Las vigas son los elementos que reciben la carga de las losas, y las transmiten hacia otras o directamente hacia las columnas o muros. Las vigas tienen una función sísmica importante de constituir junto con las columnas y muros los elementos resistentes a los diferentes esfuerzos producidos por las fuerzas horizontales de sismo (cortantes momentos y axiales), y ser los elementos que ayuda a proporcionar rigidez lateral (Blasco, 2010).

Las columnas son elementos principalmente sometidos a esfuerzos de compresión y simultáneamente a los de flexión (flexocompresión), debido a que tienen momentos flectores transmitidos por las vigas y reciben las cargas axiales de los diferentes niveles de la edificación. La sección transversal de la columna dependerá de la magnitud de la carga vertical que recibe y de la magnitud de los momentos flectores actuantes (Blasco, 2010).

SAP2000 (Versión 22) es un programa comercial de cálculo de estructuras basado en el Método de los Elementos Finitos (MEF). El origen de su nombre viene de sus siglas en inglés de Structural Analysis Program (Programa de Análisis Estructural). El SAP2000 es un programa de elementos finitos, con interfaz gráfico 3D orientado a objetos, preparado para realizar, de forma totalmente integrada, la modelación, análisis y dimensionamiento del más amplio conjunto de problemas de ingeniería de estructuras. (CSI Spain, 2021), recuperado de: <https://www.csiespana.com/software/2/sap2000>.

Autodesk Robot Structural Analysis Professional (Versión 2021) es una herramienta avanzada de análisis estructural que permite realizar análisis lineales y no lineales de los modelos de construcción, puentes y otros tipos de estructuras industriales. Con esta herramienta puede definir una amplia gama de tipos de análisis avanzados como análisis estáticos, modales, sísmicos, espectrales, armónicos y de historial de tiempo. (Autodesk, 2028), recuperado de: <https://knowledge.autodesk.com/es/support/revit->

products/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2018/ESP/Revit-Analyze/files/GUID-
7CCD1413-93C6-4BD7-824B-7AB47E2AC71A-htm.html

Asimismo, el programa especializado “Robot Structural Analysis Professional” proporciona a los ingenieros de estructuras funciones avanzadas de análisis y simulación de construcción para todo tipo de estructuras, con una especial mención a estructuras grandes y complejas. El programa especializado ofrece un flujo de trabajo dinámico, lo que permite a los ingenieros realizar simulaciones y análisis de una gran variedad de proyectos constructivos más rápidamente.

Características y Ventajas

- El programa especializado ofrece un flujo de trabajo dinámico, es decir que permite a los ingenieros realizar simulaciones y análisis de una gran variedad de estructuras, empleando menos cantidades de tiempo para la obtención de resultados.
- Permite la interrelación con otro programa especializado de tal manera que pueda procesar sus datos en tiempos reales y las modificaciones a realizarse, en las diferentes plataformas que es compatible el sistema BIM del programa especializado en mención.
- Permite procesar la información de análisis estructural con la metodología MEF, que es el cálculo por elementos finitos, la cual es una de las metodologías más utilizadas en el mundo para el estudio del comportamiento estructural.
- Tiene integrado dentro de su plataforma normas de diseño internacionales con las cuales puede trabajar cualquier profesional en las diferentes partes de los diferentes países.

La presente investigación se realiza con la finalidad de evaluar y comparar la respuesta estructural del módulo “B” de la institución educativa “César Vallejo”, y así

garantizar la seguridad de los estudiantes, docentes, directivos y comunidad educativa en general del centro poblado Apan Alto, considerando que las edificaciones esenciales deben permanecer en condiciones operativas luego de un sismo severo.

Esta investigación se justifica porque ayuda a comprender el comportamiento de la respuesta estructural de una edificación esencial, permitiendo apreciar los resultados de la cortante basal, los desplazamientos en cada nivel y las distorsiones de entrepiso de la estructura analizada y posterior se determinará cuál software estructural aplicado es más conservador.

Con la realización del presente estudio se busca analizar y compara las metodologías que usan los programas de diseño y calculo estructural SAP2000 y Robot Structural, comparando los modelos en cada uno de ellos determinando ventajas y desventajas, así como la precisión en los resultados obtenidos de cada software.

Asimismo, se propone dar la relevancia correspondiente al software SAP2000 en el cálculo de edificaciones de concreto armado y albañilería, puesto que ha sido desplazado un poco por su par de CSI Etabs.

CAPÍTULO II. MÉTODO

Según los propósitos de la investigación, tiene un enfoque Aplicada, debido a que se empleará los conocimientos teóricos aprendido en los cursos de estructuras de la carrera de ingeniería civil para llevar a cabo el modelamiento estructural de la institución educativa, y así poder realizar la comparación del comportamiento estructural que realizaremos utilizando el software SAP2000 y Robot Structural.

El nivel de investigación es Descriptiva, ya que se detalla los procesos estructurales propuestos, se analizará el comportamiento y respuesta estructural y se comparará los resultados del software SAP 2000 respecto con los resultados de Robot Structural, lo cual nos brindará diferentes resultados que la investigación dará a conocer.

El diseño que se aplicará en esta investigación es el No Experimental - observacional, debido que no vamos a controlar ni manipular las variables, por lo que vamos a observar y analizar los diseños estructurales propuestos para la estructura a estudiar. Además, tiene un diseño Transversal, debido que se obtiene datos y especificaciones para cada comportamiento estructural individual en una ocasión única para cada diseño estructural propuesto. A su vez, tendrá un enfoque Cuantitativa porque obtendremos una información concreta procesable, estos datos serán estructurados para poder llegar a una conclusión más efectiva basado datos estadísticos.

Para esta investigación la población está conformado por los módulos A B, C, D y E de la Institución Educativa “César Vallejo” del centro poblado de Apan Alto, distrito y provincia de Hualgayoc en la región Cajamarca.

Para determinar la muestra se ha utilizado un muestreo no probabilístico, de sub tipo convencional o intencional, seleccionando el módulo “B” de la Institución Educativa “César Vallejo” del centro poblado Apan Alto – Hualgayoc, porque se tuvo acceso al expediente

técnico e ingreso a sus ambientes, además los directivos de la entidad permitieron realizar las mediciones respectivas en las instalaciones.

En la investigación se empleará la estadística descriptiva debido a que usaremos datos que serán netamente numéricos las cuales serán obtenidos, expresados y procesados mediante cuadros (estadísticos, gráficos, etc.) con el apoyo de los programas SAP2000 y Robot Structural (los cuales son utilizados para evaluar el comportamiento estructural de edificaciones); para esta investigación se ha elegido los casos de acuerdo a los usos de edificaciones (esenciales, importantes y comunes)

El método investigación está basado en diversos instrumentos que permiten la recopilación de información en diferentes áreas involucradas en el problema.

Observación, consiste en una técnica de visualización de hechos (en nuestro caso los softwares estructurales) esta evaluación observacional permite conocer la información de forma cerrada y concreta.

Recopilación, consiste en un proceso de investigación en donde se realiza la búsqueda de los casos y/o muestra que se evaluará en este proyecto según sus características, como son: Expediente técnico, memoria de cálculo, planos (en caso lo amerite) y datos estadísticos en el lugar de evaluación

Fichas o formatos, consiste en definir de manera codificada la obtención de datos para procesarlos ante un programa el cual definirá la salida de los resultados para luego ser analizados, interpretados y comparados.

Los instrumentos utilizados para la recolección de datos han sido divididos según las técnicas a utilizar, sin embargo, el formato utilizado, presenta las siguientes características generales:

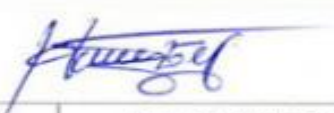

- Encabezado, se indica el nombre de la universidad, escuela profesional, tesis, normas que se considerarán en el registro, código que indica el correlativo de los documentos, ubicación, responsable de la toma de datos y el responsable de la revisión o asesor.

- Espacio de trabajo, variará según el tipo de técnica de recolección de datos.
- Observaciones, espacio para colocar información adicional y/o algún dato importante.
- Finalmente se considera al responsable del trabajo, y el asesor que autoriza la utilización y validación del formato.

Para el análisis documental, el espacio de trabajo, se ha dividido en dos partes, la primera es la descripción física, en donde se considera los datos generales del documento, como: expediente, título del documento, autor, año de elaboración y total de páginas. Y la segunda parte, consiste en el análisis de contenidos, en donde se incluye palabras claves del documento y resumen, teniendo en cuenta solo la información que concierne al módulo “B”.

Figura 1



Instrumento de recolección de datos - Ficha de Análisis documental

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA Escuela Profesional De Ingeniería Civil				
FICHA - ANÁLISIS DOCUMENTAL				
TESIS:	COMPARACIÓN DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DE LA EDIFICACIÓN DEL MÓDULO "B" DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA CESAR VALLEJO - HUALGAYOC - CAJAMARCA AL UTILIZAR LOS SOFTWARE SAP 2000 Y ROBOT STRUCTURAL			
UBICACIÓN:	NORMA:	CÓDIGO:		
RESPONSABLE:	Garay Mendoza Hugo Cesar	ASESOR:	Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno	
01. DESCRIPCIÓN FÍSICA				
Expediente:	Mejoramiento del Servicio Educativo de la i.e. Secundaria Cesar Vallejo, CP Apan Alto, Distrito de Bambamarca, Provincia de Hualgayoc, con Código Unico de Inversión 2235475			
Título del documento:	Memoria de Cálculo			
Autor:	Ing. William Lalangui Vásquez			
Año de elaboración:	2016			
Total de páginas:	20			
02. ANALISIS DE CONTENIDOS				
Palabras claves:	Estructura, Modelo, Análisis, espectro de diseño			
	En el expediente técnico se puede apreciar a detalle las características de los materiales tales como resistencia, módulo de elasticidad, peso específico: concreto, acero, albañilería			
	Concreto	Resistencia de diseño	f_c	210 kg/cm ²
		Módulo de elasticidad	E_c	15000* $\sqrt{f_c}$
		Peso específico	γ_c	2400 kg/m ³
	Acero	Esfuerzo de fluencia	f_y	4200 kg/cm ²
		Módulo de elasticidad	E_s	2100000 kg/cm ²
		Peso específico	γ_s	7850 kg/m ³
	Albañilería (Ladrillo King Kong industrial)	Resistencia a la compresión	f_m	65 kg/cm ²
		Módulo de elasticidad	E_m	500* f_m
Peso específico		γ_m	1800 kg/m ³	
El metrado de cargas se realizado de acuerdo a lo que se muestra en el apartado 4.2 de la memoria de cálculo estructural				
4.2 Metrado de Cargas				
Carga Muerta (CM)				
- Losa aligerada en un sentido de 20cm 300 Kg/m ²				
- Losa aligerada en un sentido de 17cm 280 Kg/m ²				
- Piso terminado 100 Kg/m ²				
Carga Viva (CV)				
- Aulas 250 Kg/m ²				
- Corredores y Escaleras 400 Kg/m ²				
- Techo inclinado 50 Kg/m ²				
Idioma original:	Español			
Tipo de documento:	Expediente Técnico			
Observaciones:				
RESPONSABLE		ASESOR		
				
Nombre:	Garay Mendoza Hugo Cesar	Nombre:	Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno	
Fecha:	ENERO 2022	Fecha:	ENERO 2022	

Nota. Formato de recolección de datos del expediente técnico para el estudio (adaptado de Marín, A. 2020).

Figura 2

Instrumento de recolección de datos - datos generales de diseño

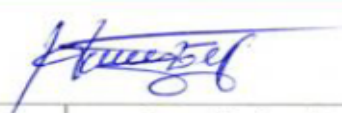

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA Escuela Profesional de Ingeniería Civil																																																																													
FICHA - ANÁLISIS DOCUMENTAL																																																																													
TESIS:	COMPARACIÓN DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DE LA EDIFICACIÓN DEL MÓDULO "B" DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA CESAR VALLEJO - HUALGAYOC - CAJAMARCA AL UTILIZAR LOS SOFTWARE SAP 2000 Y ROBOT STRUCTURAL																																																																												
UBICACIÓN:	NORMA: CÓDIGO:																																																																												
RESPONSABLE:	Garay Mendoza Hugo Cesar ASESOR: Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno																																																																												
01. DESCRIPCIÓN FÍSICA																																																																													
Expediente:	Mejoramiento del Servicio Educativo de la i.e. Secundaria Cesar Vallejo, CP Apan Alto, Distrito de Bambamarca, Provincia de Hualgayoc, con Código Único de Inversión 2235475																																																																												
Título del documento:	Memoria De Cálculo																																																																												
Autor:	Ing. William Lalangui Vásquez																																																																												
Año de elaboración:	2016																																																																												
Total de páginas:	20																																																																												
02. ANÁLISIS DE CONTENIDOS																																																																													
Palabras claves:	Parámetros de diseño, zona, factor de uso, tipo de suelo, periodo, sistema estructural																																																																												
Resumen	En el documento se presenta detalladamente los parámetros de diseño tanto para el análisis estático como el análisis dinámico, considerando los factores que se muestran a continuación.																																																																												
	También indica que para el modelamiento estructural han utilizado el programa SAP2000 realizando un modelo tridimensional, con diafragmas rígidos en el primer piso. Utilizando los siguientes parámetros.																																																																												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">DATOS GENERALES DE DISEÑO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Z</td> <td>Ubicación</td> <td>Hualgayoc - Cajamarca</td> <td>T</td> <td>Altura a partir del Nivel 0</td> <td>7.7 m</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Zona Sísmica</td> <td>2</td> <td></td> <td>CT de Edificaciones duales</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Factor de Zona</td> <td>0.25</td> <td></td> <td>Periodo Fundamental</td> <td>0.128</td> </tr> <tr> <td>U</td> <td>Tipo de Edificación</td> <td>Esencial</td> <td>C</td> <td>Tp</td> <td>0.4</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Categoría de la Edificación</td> <td>A</td> <td></td> <td>Tl</td> <td>2.5</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Factor de Liso</td> <td>1.50</td> <td></td> <td>Factor de amplificación</td> <td>2.50</td> </tr> <tr> <td>S</td> <td>Tipo de Suelo</td> <td>S1</td> <td colspan="3" rowspan="3"> $v = \frac{Z \cdot U \cdot S}{R}$ $\delta = v \cdot C(T) \cdot g$ Posible Aceleración en función del periodo $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ </td> </tr> <tr> <td></td> <td>Descripción del suelo</td> <td>Suelo muy rígido</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Factor de Suelo</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>R</td> <td>Sistema Estructural</td> <td>Porticos de Concreto</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Factor de Reducción</td> <td>3</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Sistema Estructural</td> <td>Albañilería Armada</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Factor de Reducción</td> <td>3</td> <td colspan="3"></td> </tr> </tbody> </table>	DATOS GENERALES DE DISEÑO				Z	Ubicación	Hualgayoc - Cajamarca	T	Altura a partir del Nivel 0	7.7 m		Zona Sísmica	2		CT de Edificaciones duales	60		Factor de Zona	0.25		Periodo Fundamental	0.128	U	Tipo de Edificación	Esencial	C	Tp	0.4		Categoría de la Edificación	A		Tl	2.5		Factor de Liso	1.50		Factor de amplificación	2.50	S	Tipo de Suelo	S1	$v = \frac{Z \cdot U \cdot S}{R}$ $\delta = v \cdot C(T) \cdot g$ Posible Aceleración en función del periodo $g = 9.81 \text{ m/s}^2$				Descripción del suelo	Suelo muy rígido		Factor de Suelo	1.00	R	Sistema Estructural	Porticos de Concreto					Factor de Reducción	3					Sistema Estructural	Albañilería Armada					Factor de Reducción	3			
	DATOS GENERALES DE DISEÑO																																																																												
	Z	Ubicación	Hualgayoc - Cajamarca	T	Altura a partir del Nivel 0	7.7 m																																																																							
		Zona Sísmica	2		CT de Edificaciones duales	60																																																																							
		Factor de Zona	0.25		Periodo Fundamental	0.128																																																																							
	U	Tipo de Edificación	Esencial	C	Tp	0.4																																																																							
		Categoría de la Edificación	A		Tl	2.5																																																																							
		Factor de Liso	1.50		Factor de amplificación	2.50																																																																							
S	Tipo de Suelo	S1	$v = \frac{Z \cdot U \cdot S}{R}$ $\delta = v \cdot C(T) \cdot g$ Posible Aceleración en función del periodo $g = 9.81 \text{ m/s}^2$																																																																										
	Descripción del suelo	Suelo muy rígido																																																																											
	Factor de Suelo	1.00																																																																											
R	Sistema Estructural	Porticos de Concreto																																																																											
	Factor de Reducción	3																																																																											
	Sistema Estructural	Albañilería Armada																																																																											
	Factor de Reducción	3																																																																											
Con estos valores se generaron las tablas que nos sirven para obtener el espectro de respuesta para el sismo en X e Y, las cuales se muestran a continuación:																																																																													
 																																																																													
INGENIERO CIVIL CIP N° 155218																																																																													
Idioma original:	Español																																																																												
Tipo de documento:	Expediente Técnico																																																																												
Observaciones:																																																																													
RESPONSABLE																																																																													
ASESOR																																																																													
Nombre:	Garay Mendoza Hugo Cesar																																																																												
Nombre:	Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno																																																																												
Fecha:	ENERO 2022																																																																												
Fecha:	ENERO 2022																																																																												

Nota. Formato de recolección de datos del expediente técnico para el estudio (adaptado de Marín, A. 2020).

Para el modelamiento de la super estructura, se ha considerado la sugerencia del Anexo 1 de la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente (2019), donde señala una serie de etapas y pasos para determinar las acciones sísmica de una estructura. Considerando las siguientes partes: peligro sísmico, caracterización del edificio, distorsiones admisibles, análisis estático y análisis dinámico, ver Anexos No. 2 y 3.

Figura 3

Parámetros de diseño sismorresistente

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA Escuela Profesional de Ingeniería Civil	
FICHA – MODELAMIENTO: DATOS INICIALES	
TESIS:	COMPARACIÓN DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DE LA EDIFICACIÓN DEL MÓDULO "B" DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA CESAR VALLEJO - HUALGAYOC - CAJAMARCA AL UTILIZAR LOS SOFTWARE SAP 2000 Y ROBOT STRUCTURAL
UBICACIÓN:	NORMA: CODIGO:
RESPONSABLE:	Garay Mendoza Hugo Cesar ASESOR: Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno
01. Parámetros de diseño sismorresistente	
01.01	Factor de Zona 01.02 Perfil de suelo
Zona - Z2	Clasificación de suelo - S1
Factor de zona Z 0.25	
01.03	Parámetros de sitio S_s , T_p y T_L
Factor de amplificación de suelo S	1.0
Periodo de vibración del terreno T_p	0.4
Periodo de cedencia del terreno T_L	2.5
01.03	FACTOR DE AMPLIFICACIÓN SÍSMICA VS PERIODO T
Sistema estructural -	
Dirección X (Sistema Aporticado)	
Dirección Y (Sistema de albañilería)	
Factor de amplificación sísmica C	2.5
Periodo fundamental de vibración de la estructura T	0.128
Altura total de la edificación en metros h_n	7.70
Coefficiente para estimar el periodo fundamental de un edificio C_T	60
02	CARACTERIZACIÓN DEL EDIFICIO
02.01	Categoría de la edificación y factor de uso
Categoría -	A2
Factor de uso U	1.5
02.02	SISTEMA ESTRUCTURAL 02.03 Coeficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas
Sistema estructural Dx Pórticos	Coeficiente básico de reducción R0 8
Sistema Estructural Dy Albañilería	Coeficiente básico de reducción R0 3
02.04	Factores de irregularidad
Regularidad estructural - Regular	
Irregularidad en altura -	Irregularidad en planta -
Factor de irregularidad I_a	Coeficiente básico de reducción I_p
02.05	Coeficiente de reducción sísmica
Coeficiente de reducción sísmica Dx	8
Coeficiente de reducción sísmica Dy	3
Separación entre edificios	
Material predominante	C*A*
Máxima distorsión Dx	0.007
Máxima distorsión Dy	0.005
Separación entre edificios	
Observaciones:	
RESPONSABLE ASESOR	
 	
Nombre:	Garay Mendoza Hugo Cesar Nombre: Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno
Fecha:	ENERO 2022 Fecha: ENERO 2022

Nota. Formato de recolección de datos de la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente (adaptado de Marín, A. 2020).

Figura 4

Análisis estructural estático y dinámico dirección X


UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA Escuela Profesional de Ingeniería Civil																																																																																																																																																							
FICHA - MODELAMIENTO: ANALISIS ESTRUCTURAL																																																																																																																																																							
TESIS:	COMPARACIÓN DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DE LA EDIFICACIÓN DEL MÓDULO "B" DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA CESAR VALLEJO - HUALGAYOC - CAJAMARCA AL UTILIZAR LOS SOFTWARE SAP 2000 Y ROBOT STRUCTURAL																																																																																																																																																						
UBICACIÓN:	NORMA: CÓDIGO:																																																																																																																																																						
RESPONSABLE: Garay Mendoza Hugo Cesar	ASESOR: Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno																																																																																																																																																						
03. Análisis estructural estático																																																																																																																																																							
Calculo de la fuerza cortante en la base	V	fuerza cortante en la base de la estructura																																																																																																																																																					
El valor De c/r cumple la condición	C/R > 0.11	0.11																																																																																																																																																					
$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P$																																																																																																																																																							
04 Análisis Estructural Dinámico																																																																																																																																																							
Factor de zona	Z	0.25																																																																																																																																																					
Factor de uso	U	1.5																																																																																																																																																					
Factor de amplificación de suelo	S	1																																																																																																																																																					
Coefficiente de reducción sísmica (Dx)	R	8																																																																																																																																																					
Periodo de vibración del terreno	Tp	0.4																																																																																																																																																					
Periodo de cedencia del terreno	TL	2.5																																																																																																																																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>C</th> <th>T (s)</th> <th>Savg</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2.50</td><td>0.00</td><td>0.1172</td></tr> <tr><td>2.50</td><td>0.02</td><td>0.1172</td></tr> <tr><td>2.50</td><td>0.04</td><td>0.1172</td></tr> <tr><td>2.50</td><td>0.06</td><td>0.1172</td></tr> <tr><td>2.50</td><td>0.08</td><td>0.1172</td></tr> <tr><td>2.60</td><td>0.10</td><td>0.1172</td></tr> <tr><td>2.50</td><td>0.12</td><td>0.1172</td></tr> <tr><td>2.50</td><td>0.14</td><td>0.1172</td></tr> <tr><td>2.50</td><td>0.16</td><td>0.1172</td></tr> <tr><td>2.50</td><td>0.18</td><td>0.1172</td></tr> <tr><td>2.50</td><td>0.20</td><td>0.1172</td></tr> <tr><td>2.60</td><td>0.25</td><td>0.1172</td></tr> <tr><td>2.50</td><td>0.30</td><td>0.1172</td></tr> <tr><td>2.50</td><td>0.35</td><td>0.1172</td></tr> <tr><td>2.50</td><td>0.40</td><td>0.1172</td></tr> <tr><td>2.22</td><td>0.45</td><td>0.1042</td></tr> <tr><td>2.00</td><td>0.50</td><td>0.0930</td></tr> <tr><td>1.82</td><td>0.55</td><td>0.0832</td></tr> <tr><td>1.67</td><td>0.60</td><td>0.0751</td></tr> <tr><td>1.54</td><td>0.65</td><td>0.0721</td></tr> <tr><td>1.43</td><td>0.70</td><td>0.0670</td></tr> <tr><td>1.33</td><td>0.75</td><td>0.0625</td></tr> <tr><td>1.22</td><td>0.80</td><td>0.0590</td></tr> <tr><td>1.10</td><td>0.85</td><td>0.0551</td></tr> <tr><td>1.11</td><td>0.90</td><td>0.0521</td></tr> <tr><td>1.05</td><td>0.95</td><td>0.0493</td></tr> <tr><td>1.00</td><td>1.00</td><td>0.0460</td></tr> <tr><td>0.91</td><td>1.10</td><td>0.0426</td></tr> <tr><td>0.83</td><td>1.20</td><td>0.0391</td></tr> <tr><td>0.77</td><td>1.30</td><td>0.0361</td></tr> <tr><td>0.71</td><td>1.40</td><td>0.0335</td></tr> <tr><td>0.67</td><td>1.50</td><td>0.0313</td></tr> <tr><td>0.63</td><td>1.60</td><td>0.0293</td></tr> <tr><td>0.59</td><td>1.70</td><td>0.0276</td></tr> <tr><td>0.56</td><td>1.80</td><td>0.0260</td></tr> <tr><td>0.53</td><td>1.90</td><td>0.0247</td></tr> <tr><td>0.50</td><td>2.00</td><td>0.0234</td></tr> <tr><td>0.45</td><td>2.20</td><td>0.0213</td></tr> <tr><td>0.42</td><td>2.40</td><td>0.0195</td></tr> <tr><td>0.37</td><td>2.60</td><td>0.0173</td></tr> <tr><td>0.32</td><td>2.80</td><td>0.0149</td></tr> <tr><td>0.28</td><td>3.00</td><td>0.0130</td></tr> <tr><td>0.16</td><td>4.00</td><td>0.0073</td></tr> <tr><td>0.10</td><td>5.00</td><td>0.0047</td></tr> <tr><td>0.07</td><td>6.00</td><td>0.0033</td></tr> <tr><td>0.05</td><td>7.00</td><td>0.0024</td></tr> <tr><td>0.04</td><td>8.00</td><td>0.0018</td></tr> <tr><td>0.03</td><td>9.00</td><td>0.0014</td></tr> <tr><td>0.03</td><td>10.00</td><td>0.0012</td></tr> </tbody> </table>	C	T (s)	Savg	2.50	0.00	0.1172	2.50	0.02	0.1172	2.50	0.04	0.1172	2.50	0.06	0.1172	2.50	0.08	0.1172	2.60	0.10	0.1172	2.50	0.12	0.1172	2.50	0.14	0.1172	2.50	0.16	0.1172	2.50	0.18	0.1172	2.50	0.20	0.1172	2.60	0.25	0.1172	2.50	0.30	0.1172	2.50	0.35	0.1172	2.50	0.40	0.1172	2.22	0.45	0.1042	2.00	0.50	0.0930	1.82	0.55	0.0832	1.67	0.60	0.0751	1.54	0.65	0.0721	1.43	0.70	0.0670	1.33	0.75	0.0625	1.22	0.80	0.0590	1.10	0.85	0.0551	1.11	0.90	0.0521	1.05	0.95	0.0493	1.00	1.00	0.0460	0.91	1.10	0.0426	0.83	1.20	0.0391	0.77	1.30	0.0361	0.71	1.40	0.0335	0.67	1.50	0.0313	0.63	1.60	0.0293	0.59	1.70	0.0276	0.56	1.80	0.0260	0.53	1.90	0.0247	0.50	2.00	0.0234	0.45	2.20	0.0213	0.42	2.40	0.0195	0.37	2.60	0.0173	0.32	2.80	0.0149	0.28	3.00	0.0130	0.16	4.00	0.0073	0.10	5.00	0.0047	0.07	6.00	0.0033	0.05	7.00	0.0024	0.04	8.00	0.0018	0.03	9.00	0.0014	0.03	10.00	0.0012	<p>ESPECTRO DE SISMO DE DISEÑO 1050</p> <p> $T < T_p$ $C = 2.5$ $T_p < T < T_L$ $C = 2.5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right)$ $T > T_L$ $C = 2.5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2}\right)$ </p> <p style="text-align: center;">$S_d = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot g$</p>
C	T (s)	Savg																																																																																																																																																					
2.50	0.00	0.1172																																																																																																																																																					
2.50	0.02	0.1172																																																																																																																																																					
2.50	0.04	0.1172																																																																																																																																																					
2.50	0.06	0.1172																																																																																																																																																					
2.50	0.08	0.1172																																																																																																																																																					
2.60	0.10	0.1172																																																																																																																																																					
2.50	0.12	0.1172																																																																																																																																																					
2.50	0.14	0.1172																																																																																																																																																					
2.50	0.16	0.1172																																																																																																																																																					
2.50	0.18	0.1172																																																																																																																																																					
2.50	0.20	0.1172																																																																																																																																																					
2.60	0.25	0.1172																																																																																																																																																					
2.50	0.30	0.1172																																																																																																																																																					
2.50	0.35	0.1172																																																																																																																																																					
2.50	0.40	0.1172																																																																																																																																																					
2.22	0.45	0.1042																																																																																																																																																					
2.00	0.50	0.0930																																																																																																																																																					
1.82	0.55	0.0832																																																																																																																																																					
1.67	0.60	0.0751																																																																																																																																																					
1.54	0.65	0.0721																																																																																																																																																					
1.43	0.70	0.0670																																																																																																																																																					
1.33	0.75	0.0625																																																																																																																																																					
1.22	0.80	0.0590																																																																																																																																																					
1.10	0.85	0.0551																																																																																																																																																					
1.11	0.90	0.0521																																																																																																																																																					
1.05	0.95	0.0493																																																																																																																																																					
1.00	1.00	0.0460																																																																																																																																																					
0.91	1.10	0.0426																																																																																																																																																					
0.83	1.20	0.0391																																																																																																																																																					
0.77	1.30	0.0361																																																																																																																																																					
0.71	1.40	0.0335																																																																																																																																																					
0.67	1.50	0.0313																																																																																																																																																					
0.63	1.60	0.0293																																																																																																																																																					
0.59	1.70	0.0276																																																																																																																																																					
0.56	1.80	0.0260																																																																																																																																																					
0.53	1.90	0.0247																																																																																																																																																					
0.50	2.00	0.0234																																																																																																																																																					
0.45	2.20	0.0213																																																																																																																																																					
0.42	2.40	0.0195																																																																																																																																																					
0.37	2.60	0.0173																																																																																																																																																					
0.32	2.80	0.0149																																																																																																																																																					
0.28	3.00	0.0130																																																																																																																																																					
0.16	4.00	0.0073																																																																																																																																																					
0.10	5.00	0.0047																																																																																																																																																					
0.07	6.00	0.0033																																																																																																																																																					
0.05	7.00	0.0024																																																																																																																																																					
0.04	8.00	0.0018																																																																																																																																																					
0.03	9.00	0.0014																																																																																																																																																					
0.03	10.00	0.0012																																																																																																																																																					
Observaciones:																																																																																																																																																							
RESPONSABLE																																																																																																																																																							
ASESOR																																																																																																																																																							
Nombre:	Garay Mendoza Hugo Cesar	Nombre:	Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno																																																																																																																																																				
Fecha:	ENERO 2022	Fecha:	ENERO 2022																																																																																																																																																				

Nota. Formato de recolección de datos de la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente (adaptado de Marín, A. 2020).

Figura 5

Análisis estructural estático y dinámico dirección Y

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE FACULTAD DE INGENIERÍA Escuela Profesional de Ingeniería Civil		
FICHA – MODELAMIENTO: ANALISIS ESTRUCTURAL		
TESIS:	COMPARACIÓN DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DE LA EDIFICACIÓN DEL MÓDULO "B" DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA CESAR VALLEJO - HUALGAYOC - CAJAMARCA AL UTILIZAR LOS SOFTWARE SAP 2000 Y ROBOT STRUCTURAL	
UBICACIÓN:	NORMA: CÓDIGO:	
RESPONSABLE:	Garay Mendoza Hugo Cesar ASESOR: Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno	
03. ANALISIS ESTRUCTURAL ESTATICO		
Calculo de la fuerza cortante en la base	V fuerza cortante en la base de la estructura	
El valor De c/r cumple la condición	C/R>0.11 0.11	
$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P$		
04 ANÁLISIS ESTRUCTURAL DINÁMICO		
Factor de zona	Z	0.25
Factor de uso	U	1.5
Factor de amplificación de suelo	S	1
Coefficiente de reducción sísmica (Dy)	R	3
Periodo de vibración del terreno	Tp	0.4
Periodo de cedencia del terreno	Tl	2.5
C	T(s)	Solo
2.50	0.00	0.1172
2.50	0.02	0.1172
2.50	0.04	0.1172
2.50	0.06	0.1172
2.50	0.08	0.1172
2.60	0.10	0.1172
2.50	0.12	0.1172
2.50	0.14	0.1172
2.50	0.16	0.1172
2.50	0.18	0.1172
2.50	0.20	0.1172
2.60	0.25	0.1172
2.50	0.30	0.1172
2.60	0.35	0.1172
2.50	0.40	0.1172
2.22	0.45	0.1042
2.00	0.50	0.0936
1.62	0.55	0.0652
1.67	0.60	0.0781
1.54	0.65	0.0721
1.43	0.70	0.0670
1.33	0.75	0.0625
1.25	0.80	0.0586
1.16	0.85	0.0551
1.11	0.90	0.0521
1.05	0.95	0.0493
1.00	1.00	0.0469
0.91	1.10	0.0426
0.83	1.20	0.0391
0.77	1.30	0.0361
0.71	1.40	0.0335
0.67	1.50	0.0313
0.63	1.60	0.0293
0.59	1.70	0.0276
0.56	1.80	0.0260
0.53	1.90	0.0247
0.50	2.00	0.0234
0.46	2.20	0.0213
0.42	2.40	0.0195
0.37	2.60	0.0173
0.32	2.80	0.0149
0.28	3.00	0.0130
0.16	4.00	0.0073
0.10	5.00	0.0047
0.07	6.00	0.0033
0.05	7.00	0.0024
0.04	8.00	0.0018
0.03	9.00	0.0014
0.03	10.00	0.0012




$T < T_p$ $C = 2.5$



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

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

$$S_a = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot g$$



Observaciones:

RESPONSABLE	ASESOR
	
Nombre: Garay Mendoza Hugo Cesar	Nombre: Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno
Fecha: ENERO 2022	Fecha: ENERO 2022

Nota. Formato de recolección de datos de la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente (adaptado de Marín, A. 2020).

Para la presente investigación, dada la coyuntura por la que se atravesó en ese periodo de tiempo se seleccionaron instrumentos validados los cuales han sido aplicados por autores en determinadas investigaciones; a partir de ello, se hizo una búsqueda minuciosa de los instrumentos que permitan determinar la respuesta estructural de una edificación en función a la normativa vigente, particularmente de la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente, hecha la prospección se optó por los formatos aplicados por Marín (2020) en su tesis “Variación del Comportamiento sísmico y Costo de Ejecución en el Módulo “E” del Colegio “Santa Teresita” con la Norma E-030 del 2003 y del 2016” y de Verastegui, (2020) en la investigación titulada “Respuesta estructural de edificios de concreto armado con perfiles metálicos embebidos en nudos en Lima, Perú - 2020” ver Anexo del 1 al 4, los tres primeros para el recojo del de información a través del análisis documental y el cuarto para análisis de resultados; luego, se adecuó los indicadores o ítems a la realidad donde se desarrolló el estudio.

La información obtenida se presentará en cuadros y gráficos, a partir de los porcentajes de incidencia en la variación de la respuesta estructural de la edificación en análisis aplicando SAP 2000 Y Robot Structural teniendo en consideración la Normativa vigente. Para la sección analítica se empleará un análisis comparativo para cada caso de investigación, utilizándose el método de Análisis Estructural, es decir, en el rango elástico e inelástico.

Los recursos para el análisis serán con la ayuda del programa computacional SAP2000 Y Robot Structural y para el procesamiento de datos Microsoft Excel con el que se llegará a los resultados que serán comparados categóricamente tal cual se detalla anteriormente, en la que se aplicará ambos programas y la verificación de ambos para su validez.

Procedimiento

Estructura a Analizar

Para realizar la comparación de la respuesta estructural de una edificación se ha tomado como objeto de estudio el módulo B de la Institución Educativa “César Vallejo”, denominada como una edificación esencial, con una altura de 7.70 metros a partir del nivel 0 m; cuenta con 2 niveles, en el primer nivel se encuentran dos aulas y la sala de computo, en el segundo piso se encuentran dos aulas más y la sala de profesores. Estos módulos han sido proyectados en base a un sistema dual, albañilería confinada y pórticos de concreto armado; albañilería confinada en la dirección corta y pórticos de concreto armado en la dirección larga.

Ubicación

Se ubica en la región Cajamarca, provincia de Hualgayoc, distrito de Hualgayoc, Centro Poblado Apan Alto.

Tabla 2

Coordenadas UTM de la Institución Educativa César Vallejo

PUNTO	ESTE	NORTE
A	767694.134	9256621.84
B	767707.359	9256590.03
C	767730.175	9256544.06
D	767694.661	9256520.97
E	767669.487	9256578.71
F	767658.903	9256608.72

Vías de acceso al lugar del proyecto

El proyecto se encuentra ubicado en el Centro Poblado Apan Alto, que pertenece al distrito y provincia de Hualgayoc, en el departamento de Cajamarca.

Para llegar al lugar del proyecto desde la ciudad de Cajamarca se sigue las

siguientes rutas:

Tabla 3

Rutas de acceso a la I.E César Vallejo desde Cajamarca

Desde	Hasta	Tipo de vía	Distancia	Tiempo	
Cajamarca	Hualgayoc	Carretera asfaltada	100.00 KM	2.00 Horas	Veh.
Hualgayoc	Desvío Apan Alto	Carretera asfaltada	25.00 KM	0.50 Horas	Veh.
Desvío Apan Alto	Apan Alto	Trocha Afirmada	2.00 KM	0.10 Horas	Veh.
Cajamarca - Apan Alto (I.E César Vallejo)			127.00 KM	2.60 Horas	

Tabla 4

Rutas de acceso a la I.E César Vallejo desde Bambamarca

Desde	Hasta	Tipo de vía	Distancia	Tiempo	
Bambamarca	Desvío Apan Alto	Carretera asfaltada	6.00 KM	0.30 Horas	Veh.
Desvío Apan Alto	Apan Alto	Trocha Afirmada	2.00 KM	0.10 Horas	Veh.
Bambamarca - Apan Alto (I.E César Vallejo)			8.00 KM	0.40 Horas	

Todos los elementos de la edificación son de pórticos estructurales y sistema dual de albañilería confinada, con las diferentes cargas actuantes que determine la Norma Técnica peruana E.020 del RNE, como necesarias para la modelación, resistencia, equilibrio y confiabilidad de la estructura.

Características de la Edificación

A continuación, se presenta la caracterización tanto arquitectónica como estructural del módulo “B” de la institución educativa “César Vallejo” del centro poblado Apan Alto, provincia y distrito de Hualgayoc región Cajamarca obtenido del expediente técnico de la obra denominada: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO DE LA I.E. SECUNDARIA CESAR VALLEJO, CP APAN ALTO, DISTRITO DE BAMBAMARCA, PROVINCIA DE HUALGAYOC. CUI-223547

Descripción arquitectónica

Uso	: Institución Educativa
Numero de niveles	: 02 niveles
Altura	: 7.70 metros

Descripción estructural

Sistema estructural	: Pórticos de concreto armado dirección X : Albañilería dirección Y
---------------------	--

Primer nivel

Losa aligerada	: e= 0.20 m
vigas	
Vigas en dirección X	: VP (0.25X0.40m) : VP (0.30X0.20 m)
Vigas en dirección Y	: VP (0.25X0.40m) : VP (0.25X0.50 m)
Vigas de borde	: Vb (0.20x0.20 m)

Segundo nivel

Losa aligerada	: e = 0.17 m
vigas	
Vigas en dirección x	: VP (0.25X0.40m)
Vigas en dirección Y	: VP (0.25X0.40m) : VP (0.25X0.35 m)
Vigas de borde	: Vb (0.20x0.17 m)

Columnas

Columna 1	: CL (0.25X0.45 m)
Columna 2	: CL (0.25X0.65X0.45 m)
Columna 2	: CR (0.25X0.30m)

Albañilería : 0.25 cm

Materiales

Concreto:

- Resistencia (f^c) = 210 kg/cm²
- Módulo de elasticidad (E_c) = $15,000\sqrt{f^c}$ = 217370.651 kg/cm²
- Peso específico del concreto (γ) = 2400 kg/m³

Acero:

- Esfuerzo de fluencia del acero (f_y) = 4200 kg/cm²
- Módulo de elasticidad (E_s) = 2100000 kg/cm²
- Peso específico del acero = 7850 kg/cm³

Albañilería:

- Ladrillo King Kong industrial
- Resistencia a la compresión (f^m) = 65 kg/cm²
- Módulo de elasticidad (E_m) = $500f^m$ = 32500 kg/cm²
- Peso específico de la albañilería = 1800 kg/m³

Cargas

Carga Muerta

Peso Propio = 300.00 Kg/m²

$$\text{Piso Terminado} = 100.00 \quad \text{Kg/m}^2$$

$$\text{Wd} = \frac{400.00}{\quad} \quad \text{Kg/m}^2$$

Techo inclinado

Carga Muerta

$$\text{Peso Propio} = 280.00 \quad \text{Kg/m}^2$$

$$\text{Piso terminado} = 100.00 \quad \text{Kg/m}^2$$

$$\text{Wd} = \frac{380.00}{\quad} \quad \text{Kg/m}^2$$

Aligerados horizontales aulas

Carga Viva

$$\text{S/C (Aulas)} = 250.00 \quad \text{Kg/cm}^2$$

$$\text{S/C (Pasadizos)} = 400.00 \quad \text{Kg/m}^2$$



Techo inclinado

Carga Viva

$$\text{S/C} = 50.00 \quad \text{Kg/m}^2$$

Figura 6

Datos obtenidos del expediente técnico

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERIA Escuela Profesional De Ingeniería Civil				
FICHA - ANÁLISIS DOCUMENTAL				
TESIS:	COMPARACIÓN DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DE LA EDIFICACIÓN DEL MÓDULO "B" DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA CESAR VALLEJO - HUALGAYOC – CAJAMARCA AL UTILIZAR LOS SOFTWARE SAP 2000 Y ROBOT STRUCTURAL			
UBICACIÓN:	NORMA:	CÓDIGO:		
RESPONSABLE:	Garay Mendoza Hugo Cesar	ASESOR:	Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno	
01. DESCRIPCIÓN FÍSICA				
Expediente:	Mejoramiento del Servicio Educativo de la i.e. Secundaria Cesar Vallejo, CP Apan Alto, Distrito de Bambamarca, Provincia de Hualgayoc, con Código Unico de Inversión 2235475			
Título del documento:	Memoria de Cálculo			
Autor:	Ing. William Lalangui Vásquez			
Año de elaboración:	2016			
Total de páginas:	20			
02. ANALISIS DE CONTENIDOS				
Palabras claves:	Estructura, Modelo, Análisis, espectro de diseño			
	En el expediente técnico se puede apreciar a detalle las características de los materiales tales como resistencia, módulo de elasticidad, peso específico: concreto, acero, albañilería			
	Concreto	Resistencia de diseño	f_c	210 kg/cm ²
		Módulo de elasticidad	E_c	15000* $\sqrt{f_c}$
		Peso específico	(γ_c)	2400 kg/m ³
	Acero	Esfuerzo de fluencia	f_y	4200 kg/cm ²
		Módulo de elasticidad	E_s	210000 kg/cm ²
		Peso específico	(γ_s)	7850 kg/m ³
	Albañilería (Ladrillo King Kong industrial)	Resistencia a la compresión	f_m	65 kg/cm ²
		Módulo de elasticidad	E_m	500*f _m
Peso específico		(γ_m)	1800 kg/m ³	
Resumen	El metrado de cargas se realizado de acuerdo a lo que se muestra en el apartado 4.2 de la memoria de cálculo estructural			
	4.2 Metrado de Cargas			
	Carga Muerta (CM)			
	- Lesa aligerada en un sentido de 20cm	300	Kg/m ²	
	- Lesa aligerada en un sentido de 17cm	280	Kg/m ²	
	- Piso terminado	100	Kg/m ²	
	Carga Viva (CV)			
	- Aulas	250	Kg/m ²	
	- Corredores y Escaleras	400	Kg/m ²	
	- Techo inclinado	50	Kg/m ²	
Idioma original:	Español			
Tipo de documento:	Expediente Técnico			
Observaciones:				
RESPONSABLE		ASESOR		
				
Nombre:	Garay Mendoza Hugo Cesar	Nombre:	Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno	
Fecha:	ENERO 2022	Fecha:	ENERO 2022	

Nota. Datos obtenidos del expediente de obra titulado: Mejoramiento Del Servicio Educativo de la I.E. Secundaria César Vallejo, CP Apan Alto, Distrito De Bambamarca, Provincia De Hualgayoc. CUI-223547.

Características Sísmicas.

Datos de la Edificación

Tabla 5

Parámetros de Diseño Sísmico

PARÁMETROS DE DISEÑO SÍSMICO		
	Ubicación	Hualgayoc - Cajamarca
Z	Zona Sísmica	2
	Factor de zona	0.25
	Tipo de edificación	Esencial
U	Categoría de la edificación	A
	Factor de uso	1.5
	Tipo de suelo	S1
S	Descripción del suelo	Suelo muy Rígido
	Factor de suelo	1.00
	Sistema estructural	Pórticos de concreto
R	Factor de reducción	8
	Sistema estructural	Albañilería Armada
	Factor de reducción	3
	Altura a partir del nivel 0	7.70 m
T	CT de edificaciones duales	60
	Periodo fundamental	0.128
	Tp	0.4
C	Tl	2.5
	Factor de amplificación	2.5

Nota. Datos obtenidos del expediente de obra titulado: Mejoramiento Del Servicio Educativo de la I.E. Secundaria César Vallejo, CP Apan Alto, Distrito De Bambamarca, Provincia De Hualgayoc. Cui-223547.

Tp: Período que define la plataforma del factor C

Tl: Período que define el inicio de la zona del factor C con desplazamiento constante. (extraído de la Norma Técnica Peruana E030 de Diseño Sismorresistente)

$$V = \frac{Z.U.C}{R}$$

Ecuación 2 Cortante basal

$$\delta = V.C(T).g$$

Ecuación 3 Pseudo aceleración en función del periodo

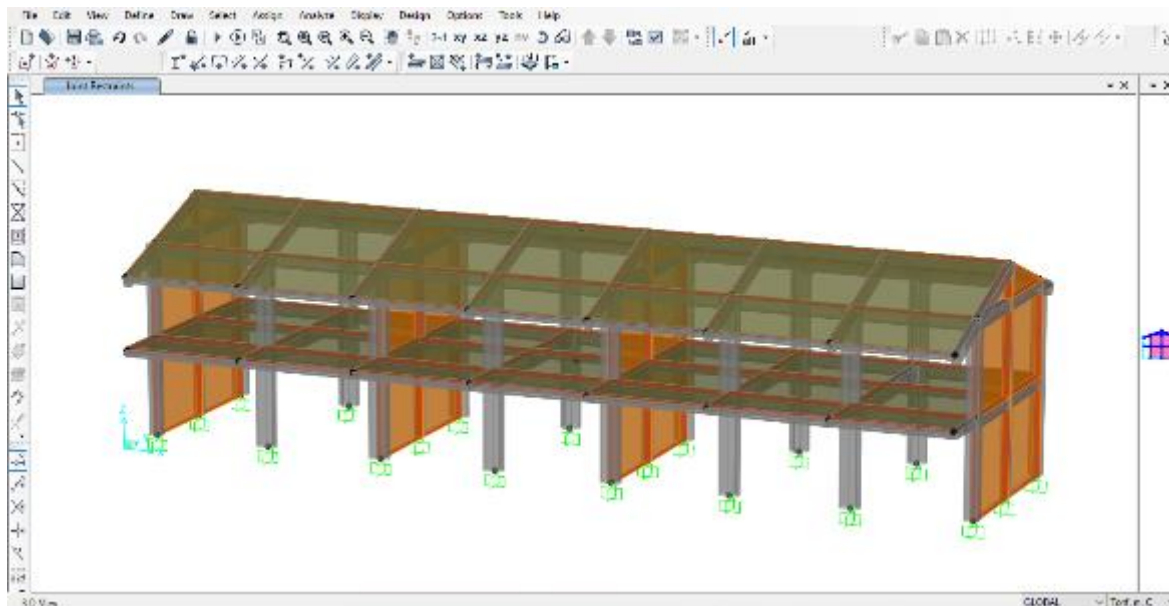
Diseño del modelo en SAP2000

SAP2000 es un software de la compañía CSI que permite modelar y analizar un edificio estructuralmente, haciendo el trabajo del diseñador mucho más fácil, esto se debe, a que el programa simplifica la mayoría de cálculos y solo es necesario introducir correctamente ciertos valores, obtenidos de las propiedades de los materiales y de la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente, para que el programa arroje resultados confiables y veraces, los cuales serán utilizados para la comparación de la respuesta estructural del edificio en estudio.

- Configuración de unidades
- Configuración de la malla. Ejes "X", "Y" y "Z".
- Definición de los materiales
- Definición de los elementos estructurales
- Vista final, luego de la asignación de columnas, vigas, muros y losas.

Figura 7

Modulo B en SAP2000



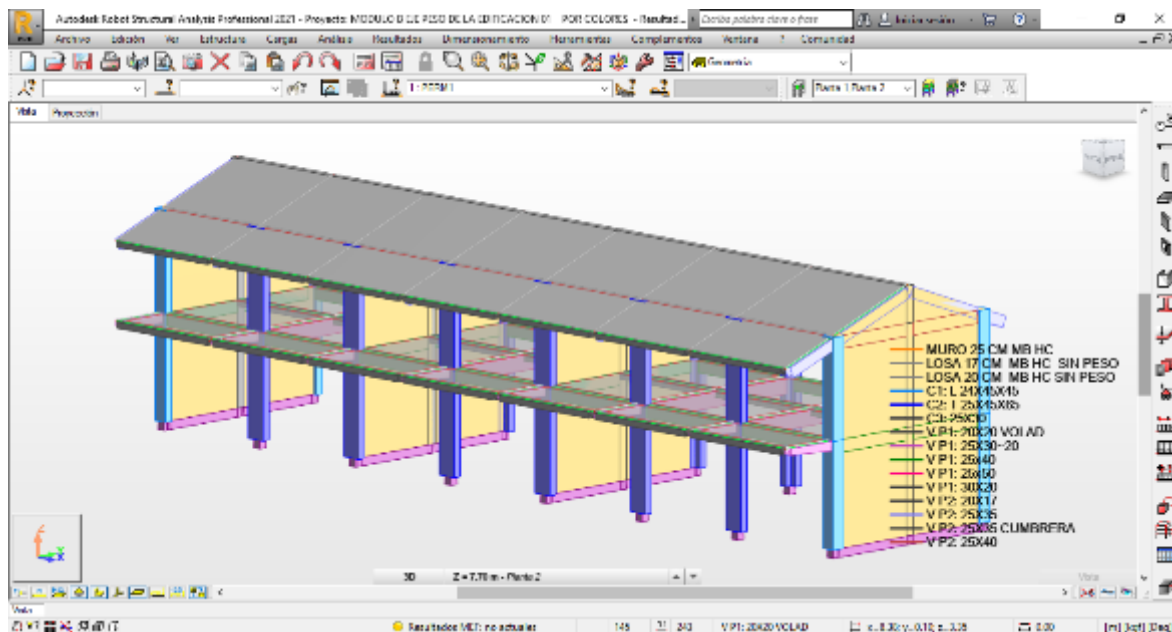
Diseño del modelo en Robot Structural

Robot Structural es un software que permite Modelar y analizar un edificio estructuralmente, haciendo el trabajo del diseñador mucho más fácil y dinámico, esto se debe, a que el programa simplifica la mayoría de cálculos y solo es necesario introducir correctamente ciertos valores, obtenidos de las propiedades de los materiales y de la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente, para que el programa arroje resultados confiables y veraces, los cuales serán utilizados para la comparación de la respuesta estructural del edificio en estudio.

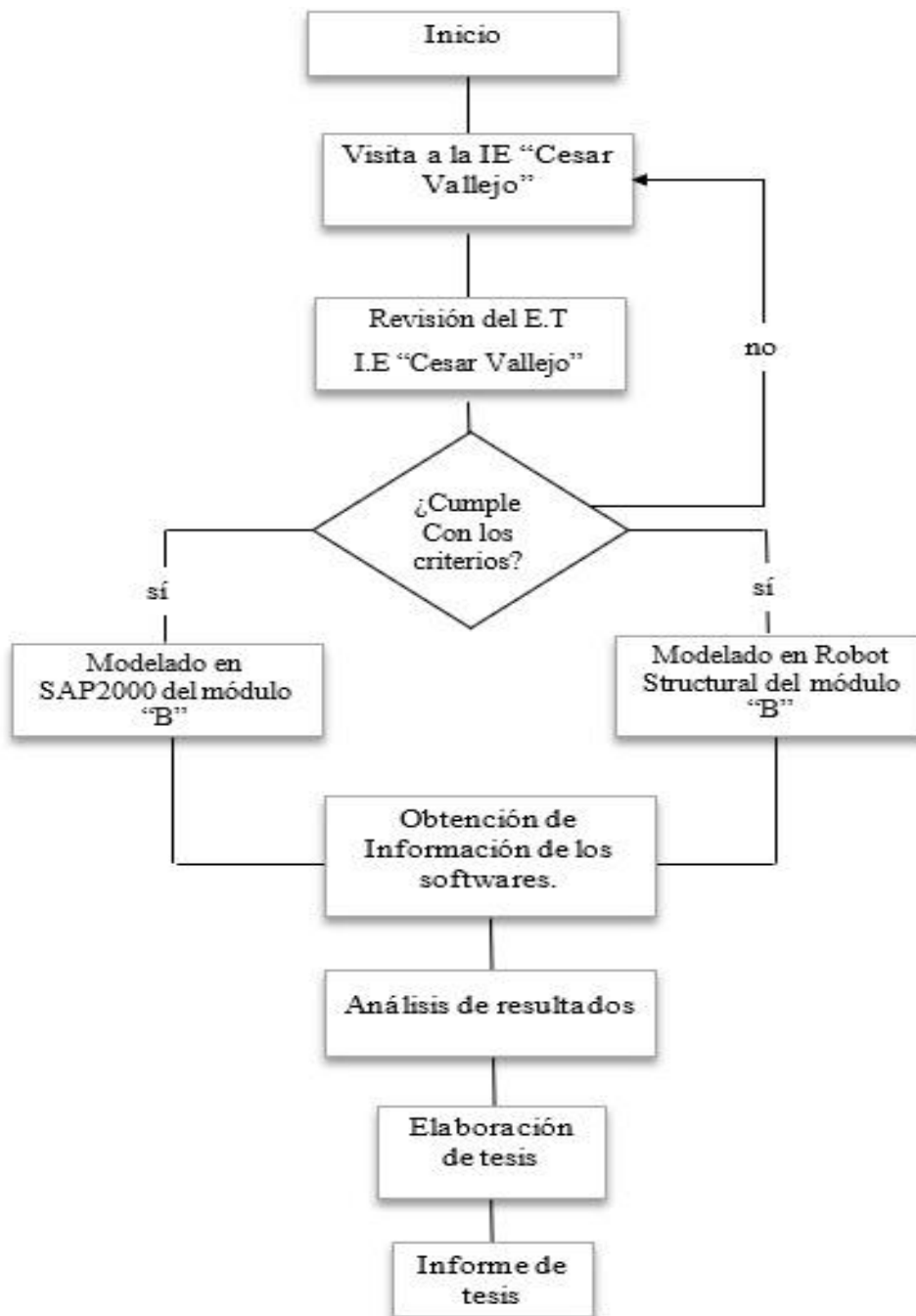
- Configuración del proyecto
- Definición de unidades y propiedades de los materiales
- Configuración de los niveles y Ejes “X”, “Y”.
- Definición de las secciones de los elementos estructurales
- Vista final, luego de la asignación de columnas, vigas, muros y losas.

Figura 8

Modulo B en Robot Structural



Flujograma de investigación



Nota. En la figura se puede observar las etapas de la investigación

Aspectos Éticos

Como investigador, en el presente estudio, se cumplió oportunamente con las normas que respaldan la autoría de las investigaciones hechas sobre respuesta estructural de edificaciones y su relación con el comportamiento virtual simulado en softwares

especializados en modelamiento estructural. En cada fragmento de la investigación recopilada de tesis, artículos, libros y otras fuentes se citó al autor de la información proporcionada de acuerdo a las normas APA sexta edición.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

A. Peso del módulo B de la institución educativa César Vallejo

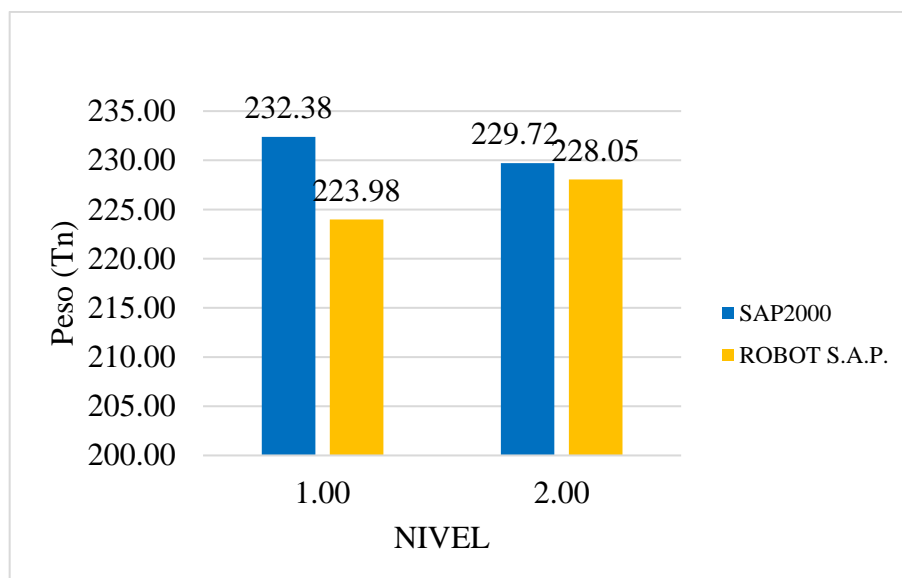
Tabla 6

Peso del módulo B de la institución educativa César Vallejo

NIVEL	Peso del Módulo B (Tn-f)		% de variación	
	SAP2000	ROBOT S.A.P.	SAP2000	ROBOT S.A.P.
2	229.72	228.05	-0.73	0.72
1	232.38	223.98	-3.75	3.61
TOTAL	462.09	452.04	-2.22	2.18

Figura 10

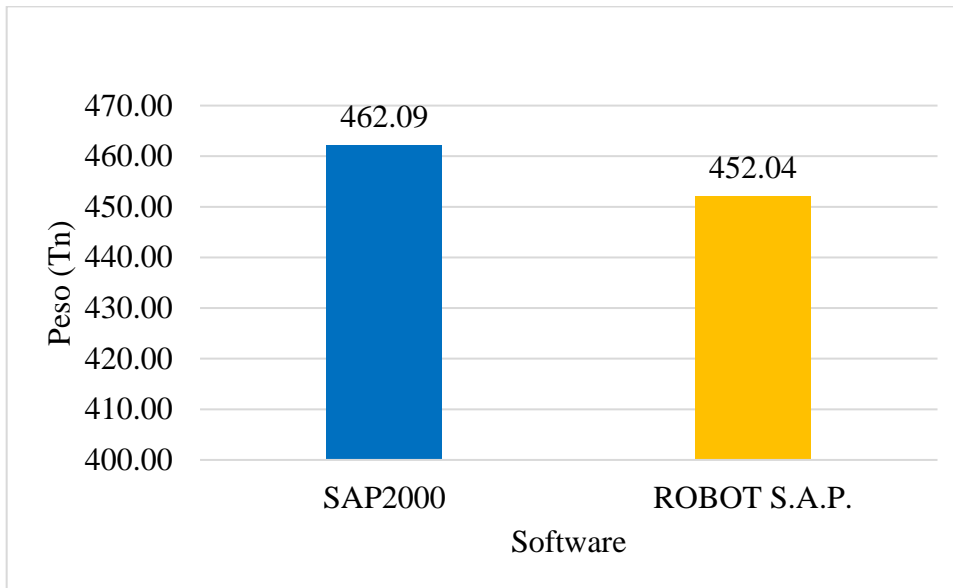
Peso del módulo B de la I.E César Vallejo – por niveles



En la figura 9 se observa el peso de la edificación del módulo B tanto del primer y segundo nivel en el software SAP2000 y en Robot Structural, teniendo una diferencia de 3.75% y 0.73% respectivamente a favor de SAP2000

Figura 11

Peso total del módulo B de la I.E César Vallejo



En la Figura 10 se muestra gráficamente que el peso del módulo B en SAP 2000 es mayor 2.22 % con respecto a Robot Estructural.

B. Cortante estático en la base

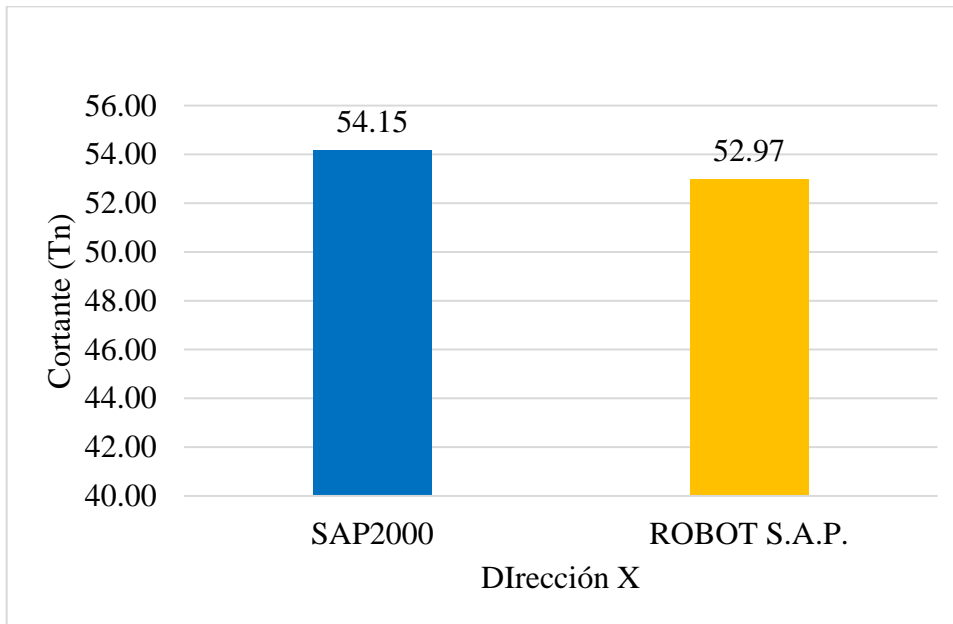
Tabla 7

Cortante estático en la base

DIRECCIÓN	Cortante estático en la base (Tn-f)		% de variación	
	SAP2000	ROBOT S.A.P.	SAP2000	ROBOT S.A.P.
X	54.15	52.97	-2.22	2.18
Y	144.40	141.26	-2.22	2.18

Figura 12

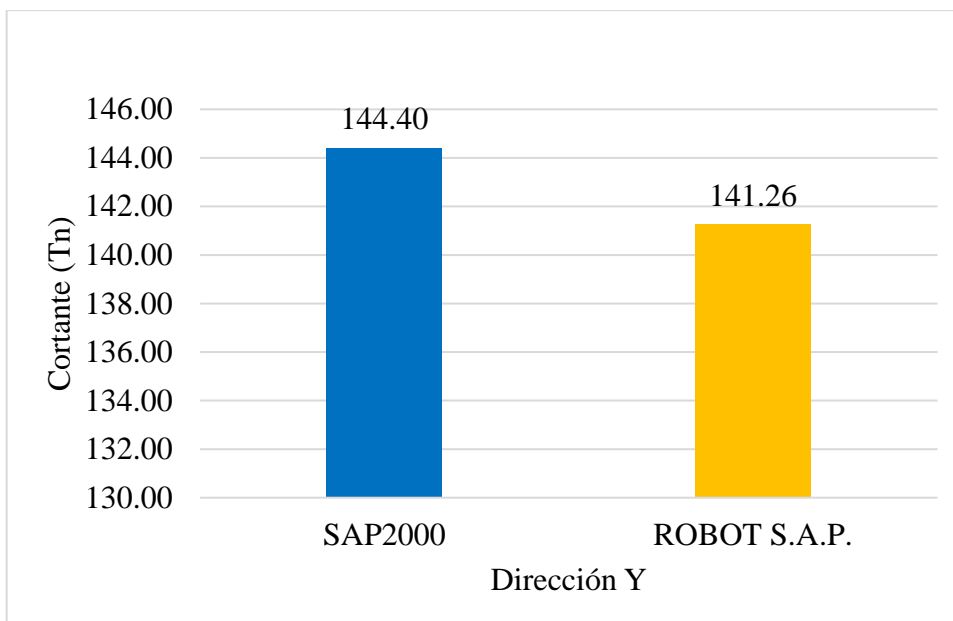
Cortante estático dirección X



En la Figura 11 se muestra gráficamente que la cortante estática en la dirección X en el programa SAP 2000 es mayor en 1.18 Ton-f (2.22%) con respecto a Robot Structural.

Figura 13

Cortante estático dirección Y



En la Figura 12 se muestra gráficamente que la cortante estática en la dirección Y en el programa SAP2000 es mayor en 3.14 Ton-f (2.22%) con respecto a Robot Structural.

C. Cortante estático por niveles

Tabla 8

Cortante estático por niveles dirección X

Cortante estático en X (Tn-f)			
NIVEL	ALTURA (m)	SAP2000	ROBOT S.A.P.
2	7.70	38.06	36.54
	3.35	38.06	36.54
1	3.35	54.15	52.97
	0.00	54.15	52.97

Tabla 9

Cortante estático por niveles dirección Y

Cortante estático en Y (Tn-f)			
NIVEL	ALTURA (m)	SAP2000	ROBOT S.A.P.
2	7.70	101.48	97.43
	3.35	101.48	97.43
1	3.35	144.40	141.26
	0.00	144.40	141.26

D. Desplazamientos laterales

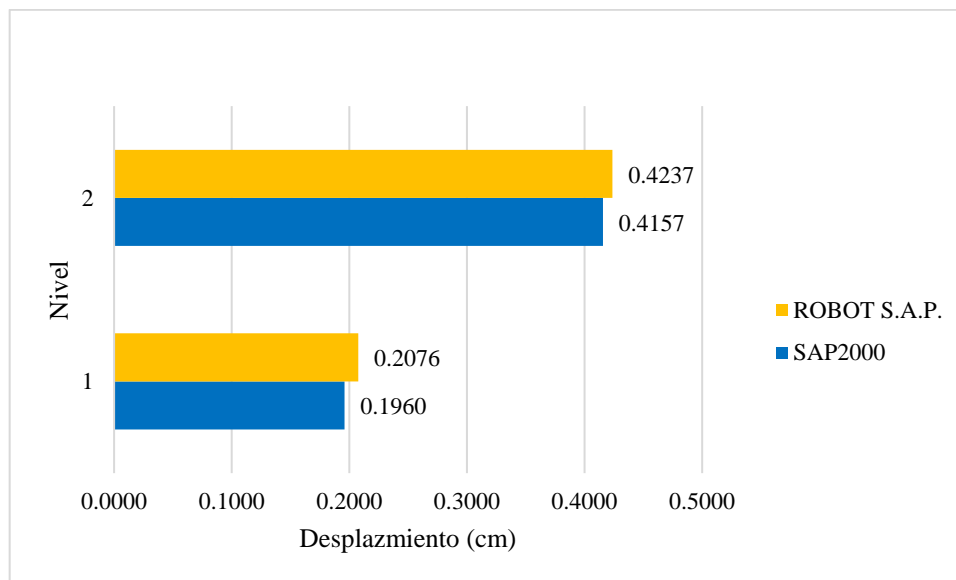
Tabla 10

Desplazamientos laterales por sismo estático dirección X

DESPLAZAMIENTOS EN X (cm)			
NIVEL	ALTURA (m)	SAP2000	ROBOT S.A.P.
2	7.70	0.4157	0.4237
1	3.35	0.1960	0.2076

Figura 14

Desplazamientos laterales por sismo estático dirección X



En la figura 13 se observa los desplazamientos en centímetros en los niveles 1 y 2 que se generan el módulo B de la IE "César Vallejo" a partir de las fuerzas sísmicas estáticas lateras por piso en la dirección X

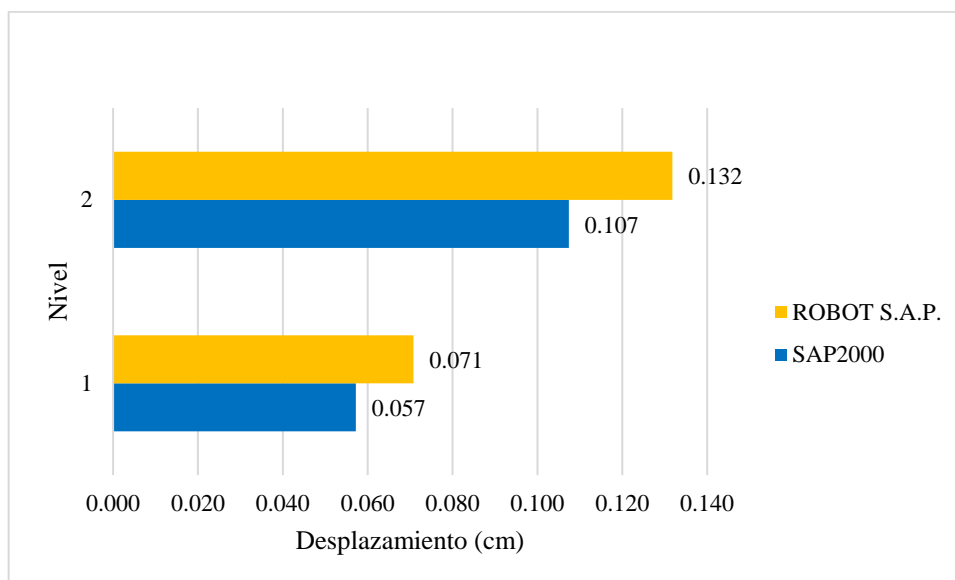
Tabla 11

Desplazamientos laterales por sismo estático dirección Y

DESPLAZAMIENTOS EN Y (cm)			
PISO	ALTURA (m)	SAP2000	ROBOT S.A.P.
PISO 2	7.70	0.107	0.132
PISO 1	3.35	0.057	0.071

Figura 15

Desplazamientos laterales por sismo estático dirección Y



En la figura 14 se observa los desplazamientos en centímetros en los niveles 1 y 2 que se generan el módulo B de la IE “Cesar Vallejo” a partir de las fuerzas sísmicas estáticas lateras por piso en la dirección Y.

E. Derivas por sismo estático

Tabla 12

Derivas por sismo estático dirección X

DERIVAS EN X			
PISO	ALTURA (m)	SAP2000	ROBOT S.A.P.
2	7.70	0.00303	0.00298
1	3.35	0.00351	0.00372

Tabla 13

Derivas por sismo estático dirección Y

DERIVAS EN Y			
PISO	ALTURA (m)	SAP2000	ROBOT S.A.P.
2	7.70	0.00026	0.00032
1	3.35	0.00038	0.00048

En las tablas 12 Y 13 se observa los desplazamientos relativos de entrepiso (derivas), los mismos que para concreto armado de la dirección X están muy por debajo del límite de distorsión máxima que es 0.007, igual calculo ocurre para el sistema de albañilería de la dirección Y donde se muestran resultados muy bajos con respecto al límite máximo de 0.005 tanto en SAP2000 como en Robot Structural, y la variación es mínima

F. Cortante Dinámico

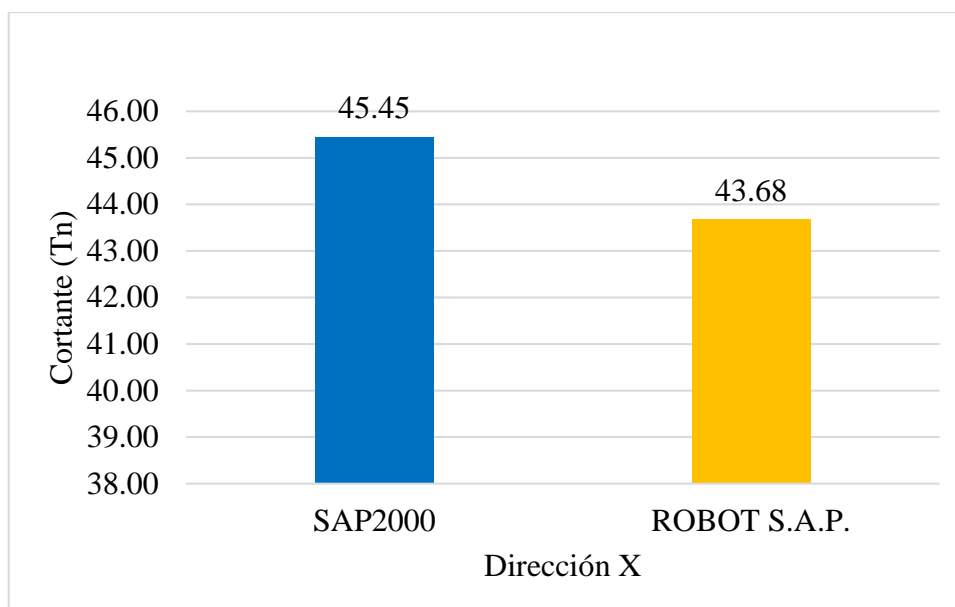
Tabla 14

Cortante dinámico en la base

Cortante dinámico en la base (Tn-f)		% de Variación		
Dirección	SAP 2000	ROBOT S.A.P.	SAP 2000	ROBOT S.A.P.
X	45.45	43.68	-4.05	3.90
Y	115.15	110.53	-4.18	4.02

Figura 16

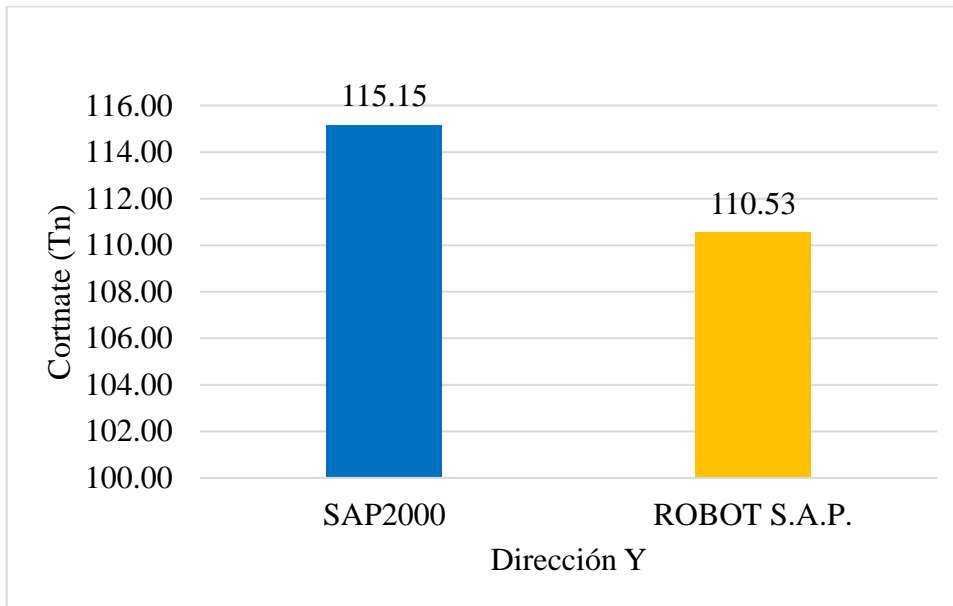
Cortante dinámico dirección X



En la Figura 15 se muestra gráficamente que la cortante dinámica en la dirección X en el programa SAP2000 es mayor en 1.77 Ton-f lo que equivale a 4.05% de diferencia con respecto a Robot Structural.

Figura 17

Cortante dinámico dirección Y



En la Figura 16 se muestra gráficamente que la cortante dinámica en la dirección Y en el programa SAP2000 es mayor en 4.63 Ton-f lo que equivale a 4.18% de diferencia con respecto a Robot Structural.

G. Cortante Dinámico por Pisos

Tabla 15

Cortante dinámico por niveles dirección X

CORTANTE DINÁMICO EN X (Tn-f)			
Nivel	Altura (m)	SAP2000	ROBOT S.A.P.
2	7.70	28.92	29.38
	3.35	28.92	29.38
1	3.35	45.45	43.68
	0.00	45.45	43.68

Tabla 16

Cortante dinámico por niveles dirección Y

CORTANTE DINÁMICO EN Y (Tn-f)			
NIVEL	ALTURA (m)	SAP2000	ROBOT S.A.P.
2	7.70	70.36	70.38
	3.35	70.36	70.38
1	3.35	115.15	110.55
	0.00	115.15	110.55

H. Desplazamientos máximos

Tabla 17

Desplazamientos máximos en X

DESPLAZAMIENTOS EN X (cm)			
NIVEL	ALTURA (m)	SAP2000	ROBOT S.A.P.
2	7.70	0.3415	0.327
1	3.35	0.1648	0.141

La Tabla 17 muestra los resultados de los desplazamientos máximos en centímetros obtenidos directamente del software SAP200 y Robot Structural debido al sismo estático en dirección X.

Figura 18

Desplazamiento dinámico Dirección X

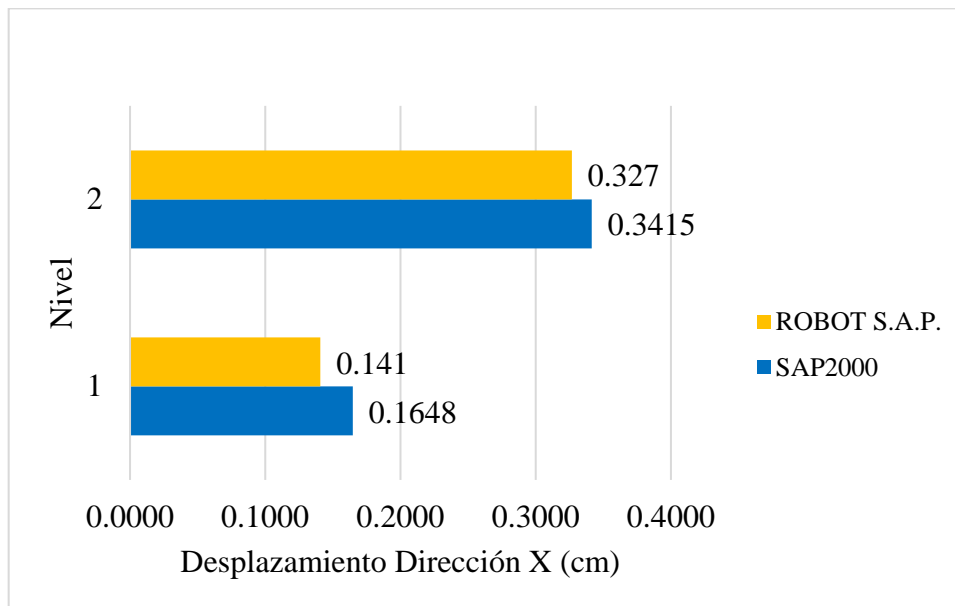


Tabla 18

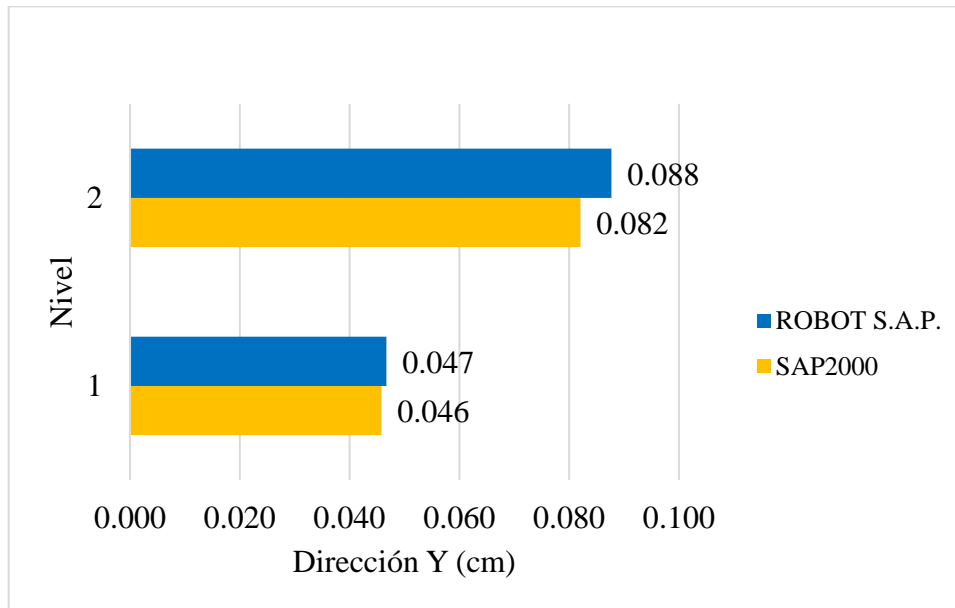
Desplazamientos máximos en Y

DESPLAZAMIENTOS EN Y (cm)			
NIVEL	ALTURA (m)	SAP2000	ROBOT S.A.P.
2	7.70	0.082	0.088
1	3.35	0.046	0.047

La Tabla 18 muestra los resultados de los desplazamientos máximos en centímetros obtenidos directamente del software SAP200 y Robot Structural debido al sismo estático en dirección Y.

Figura 19

Desplazamiento dinámico Dirección Y



I. Derivas máximas

Tabla 19

Comparación del control de derivas por sismo dinámico dirección X

DERIVAS EN X			
NIVEL	ALTURA (m)	SAP2000	ROBOT S.A.P.
2	7.70	0.0024	0.0026
1	3.35	0.0030	0.0025

Tabla 20

Comparación del control de derivas por sismo dinámico dirección Y

DERIVAS EN Y			
NIVEL	ALTURA (m)	SAP2000	ROBOT S.A.P.
2	7.70	0.0002	0.0002
1	3.35	0.0003	0.0003

En la Tabla 19 y 20 se muestra la comparación de las derivas debido al sismo dinámico en las direcciones X y Y respectivamente calculados de los softwares SAP 2000 y Robot Structural.

Los resultados en ambos softwares son satisfactorios ya que no exceden al máximo 0.007 para el sistema de pórticos en la dirección X, y 0.005 para el sistema de albañilería confinada en la dirección Y según la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente y no difieren significativamente entre ellos.

J. Períodos y masa participantes

Tabla 21

Periodo fundamental, frecuencia y masa participativa en SAP2000

Modo	Periodo (s)	Frecuencia (Hz)	Sum UX (%)	Sum UY (%)
1	0.309	3.237	89.00	0.00
2	0.114	8.770	89.00	2.68
3	0.112	8.896	89.00	3.46
4	0.110	9.055	89.00	3.48
5	0.107	9.342	89.00	3.48
6	0.103	9.756	89.00	3.82
7	0.101	9.917	89.00	22.00
8	0.098	10.172	89.00	82.00

9	0.092	10.846	89.00	83.00
10	0.091	10.971	89.00	83.00
11	0.091	11.005	89.00	83.00
12	0.090	11.102	89.00	83.00
13	0.089	11.253	98.00	85.00
14	0.087	11.550	100.00	90.00
15	0.078	12.894	100.00	91.00
16	0.077	12.964	100.00	92.00
17	0.058	17.310	100.00	92.00
18	0.057	17.467	100.00	92.00

En la tabla 21 se observa que el periodo fundamental de vibración en el software SAP2000 de la edificación del módulo B de la institución educativa "César Vallejo" de Apan Alto es de 0.309 segundos, además la masa participante para la dirección X es el 100% y para la dirección Y alcanzó un 92%

Tabla 22

Periodo fundamental, frecuencia y masa participativa en Robot Structural

Modo	Período (sec)	Frecuencia (Hz)	Sum UX (%)	Sum UY (%)
1	0.286	3.495	81.88	0.00
2	0.113	8.887	81.88	3.15
3	0.111	9.034	81.88	3.79
4	0.108	9.243	81.88	3.83
5	0.104	9.620	81.88	3.85
6	0.099	10.119	81.88	10.61
7	0.098	10.210	81.91	70.39
8	0.095	10.519	81.92	78.20
9	0.090	11.120	91.79	80.07
10	0.084	11.857	93.07	84.84
11	0.078	12.842	93.07	84.87
12	0.077	13.066	93.07	84.90

13	0.076	13.103	93.07	84.97
14	0.075	13.287	93.07	84.98
15	0.073	13.672	93.07	85.62
16	0.073	13.726	93.08	85.68
17	0.057	17.569	94.41	85.68
18	0.057	17.706	94.41	86.10
19	0.052	19.228	94.41	86.12
20	0.051	19.491	94.41	86.12
21	0.050	19.975	94.41	86.12
22	0.048	20.847	94.41	86.12
23	0.047	21.098	94.41	86.25
24	0.044	22.787	94.41	86.26
25	0.043	23.326	94.41	86.26
26	0.043	23.441	94.41	86.27
27	0.042	23.902	94.41	86.27
28	0.037	27.339	94.41	89.09
29	0.035	28.267	94.41	89.14
30	0.035	28.889	94.41	94.15

En la tabla 22 se observa que el periodo fundamental de vibración en el software Robot Structural de la edificación del módulo "B" de la institución educativa "César Vallejo" de Apan Alto es de 0.286 segundos, además la masa participante para la dirección X es el 94.41% y para la dirección Y alcanzó un 94.15%

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En esta investigación no se encontraron limitaciones para el desarrollo del estudio; ya que, se obtuvo el expediente técnico de la obra denominada: Mejoramiento del Servicio Educativo de la I.E. Secundaria César Vallejo, CP Apan Alto, distrito de Bambamarca, provincia de Hualgayoc y se recibió el permiso respectivo para ingresar a la institución educativa y recabar la información necesaria de las instalaciones del módulo "B" de dicha entidad.

El software Robot Structural no contempla dentro de su base de datos la normativa peruana, siendo necesario incorporar la data correspondiente para el análisis sísmico dinámico a través de un formato compatible con el programa ; por su parte el software SAP2000 tiene dentro de su base de datos dos versiones de la normativa peruana de diseño sismorresistente una general y otra del año 2014; sin embargo, para el presente estudio se trabajó con una hoja de Excel apropiada para determinar el espectro de respuesta de acuerdo a la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente actualizada al año 2019 y luego se importó el espectro a cada software estructural con sus consideraciones específicas para cada uno.

Análisis estático aplicando el software SAP 2000 y Robot Structural

En el software SAP2000 a la hora de calcular los pesos propios, no resta la parte de la intersección de viga columna produciendo una superposición en todas las uniones de ambos elementos estructurales, por lo que, el resultado debido a cargas muertas es más conservador respecto a la generada en Robot Structural; obteniendo en SAP2000 462.09 Ton-f. y el de Robot Structural 452.04 Ton-f., con una diferencia de 10.05 Ton-f., la cual es aceptable el resultado. De esta forma se logra un diseño conservador ya que se produce una cortante basal mayor en SAP2000 que incrementa los desplazamiento y derivas y al mismo tiempo disminuye los posibles daños en la edificación evitando el colapso de la estructura a

causa de las acciones sísmicas estando por debajo de los límites establecidos por la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente para edificaciones de este tipo.

Para realizar el análisis estático se inicia con la obtención del peso de la edificación, en este caso el módulo “B” de la institución educativa “César Vallejo” lo cual se obtuvo haciendo una combinación de carga como nos indica la Norma Técnica E. 030 de Diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones, la misma que menciona que para edificaciones esenciales se considera el total de la carga muerta, el 50% de la carga viva y un 25 % en el caso de techos y azoteas, luego se procedió a calcular la cortante estática en la base de acuerdo a los parámetros de diseño sismorresistente (ver Tabla 5); se puede observar que los valores obtenidos en el software SAP2000 (462.09 Ton-f) son mayores con respecto a lo obtenidos con Robot Structural (452.04 Ton-f), con una variación de 10.06 Ton-f representado en porcentajes 2.22% (Ver tabla 6).

En la tabla 7 se tiene el cortante estático en la base del módulo “B”, en la dirección X se tiene 54.15 Tn-f para SAP2000 y 52.97 Tn-f para Robot Structural, en la dirección Y 144.40 Tn-f y 141.26 Tn-f respectivamente; la variación porcentual es de 2.22% para ambas direcciones.

En la Tabla 8 se comparó la distribución de cortante en altura en las direcciones X y Y respectivamente teniendo una variación mayor en el software SAP2000 con respecto Robot Structural, siendo para el nivel 1 mayor en 1.18 Ton-f (2.225 %), y en el nivel 2 mayor en 1.52 Ton-f (4.16 %) dirección X, mientras que en la dirección Y se obtuvo los siguientes resultados para el nivel 1 mayor en 3.14 Ton-f (2.225 %), y en el nivel 2 mayor en 4.05 Ton-f (4.16 %)

Análisis dinámico aplicando el software SAP 2000 y Robot Structural

En la Tabla 14 se puede observar la cortante dinámico en la base en la dirección X, donde los valores obtenidos en el software SAP2000 es mayor en una variación de 1.77 Ton-

f (4.05%) con respecto a lo obtenido con Robot Structural; además en la dirección Y también la cortante dinámica en SAP2000 es mayor con una variación de 4.63 Ton-f (4.18%) respecto a Robot Structural.

Las derivas para el sismo dinámico se muestran en la Tabla 19 y 20, cuyos resultados en ambos softwares cumplen las especificaciones de la Norma Técnica E.030 de diseño sismorresistente, ya que están por debajo del máximo permitido 0.007 sistema de pórticos y 0.005 para albañilería. Comparando en la dirección X en ambos niveles cumple las especificaciones de la norma y los resultados obtenidos no difieren significativamente entre ellos; también cabe mencionar que para la dirección Y las derivas en los niveles uno y dos son 0.003 y 0.002 respectivamente ambos muy por debajo del límite máximo según la norma, en este caso de 0.005; y los resultados son aproximadamente los mismos en ambos softwares.

Interpretación comparativa.

Según la tabla 7, los resultados obtenidos con respecto a la cortante en la base de acuerdo al análisis estático es mayor en el software SAP2000 respecto al software Robot Estructural tanto en la dirección X y en la dirección Y con un 2.22%, mientras que en la tesis análisis comparativo aplicando el software Robot Structural Analysis y Etabs para evaluar el comportamiento estructural de viviendas autoconstruidas, presentada por Huaraca (2018) menciona que la cortante estática del software Robot Structural es mayor en 2.45% respecto a Etabs, donde se evidencia una diferencia entre Robot Structural y los programas de la compañía CSI, SAP2000 Y Etabs.

Según la tabla 7 y 14, los resultados obtenidos con respecto a la cortante en la base de acuerdo al análisis estático y dinámico es mayor en el software SAP2000 respecto al software Robot Structural tanto en la dirección X y en la dirección Y con un 2.22% y 4.18% respectivamente, mientras que en la tesis "Comparación de la Respuesta Estructural de un Módulo Educativo de forma Hexagonal, con Diferentes Tipos de Respuesta Sísmica de

Suelo, del Distrito de Trujillo, La Libertad - 2020" presentada por Cruz & Azañedo (2021)

luego de evaluar el modelo menciona que la mayor fuerza cortante fue la del suelo blando (S3) con 855.39 Tn, y su máxima deriva fue de 0.0004; así mismo la fuerza dinámica máxima fue de 663.56 Tn y una deriva 0.0004

En la tabla 17 y 18 se observa los desplazamientos a partir del sismo dinámico en el módulo B de la institución educativa "César Vallejo" obtenidos por los softwares SAP2000 y Robot Structural los cuales presentan diferencias minúsculas entre ambos, haciendo mención a Amorós (2015), en su investigación llegó a la conclusión que el análisis Sísmico Lineal usando SAP2000 v.15 de la I.E 82109, San Antonio Plan Tual – Centro Poblado Huambocancha Alta, Prov. De Cajamarca, Región Cajamarca, permitió determinar los desplazamientos laterales o derivas de la estructura permitiendo verificar el cumplimiento de los requisitos mínimos que establece el Reglamento Nacional de edificaciones, Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente peruana. Las derivas obtenidas en la presente investigación cumplen con lo establecido en la Norma Técnica E.030, por el contrario en el estudio de Amorós las derivas exceden el mínimo aceptable por lo que se recomienda reforzar la estructura, además recomiendan "Realizar este tipo de análisis en otras instituciones para verificar el diseño de una estructura de gran interés, por ejemplo, instituciones educativas, hospitales ya que por su carácter de edificios esenciales es fundamental evaluar su comportamiento sismo resistente".

En la tabla 17 se puede visualizar las derivas en los dos niveles por sismo dinámico en la dirección X, las cuales son 0.0030 y 0.0024 para el software SAP2000 y para Robot Structural se tiene como resultado 0.0025 y 0.0026. La tabla 18 presenta las derivas en la dirección Y, las mismas que presentan un resultado aproximadamente igual tanto en SAP2000 como en Robot Estructural, cumpliendo satisfactoriamente con lo establecido en la norma de Diseño Sismorresistente E.030 en el apartado de derivas máximas, tal como

menciona Salinas & Correa (2018) en su tesis denominada “Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de la Estructura Existente de Concreto Armado Sin Juntas Sísmicas de la “Institución Educativa Inicial, Primaria y Secundaria de Menores N° 60014 del PP.JJ. Santo Cristo de Bagazán, Distrito de Belen, Provincia de Maynas, Región Loreto – 2018”, concluyen que los resultados para la dirección X, se tiene un desplazamiento lateral de 0.1370 m, por pushover el desplazamiento máximo es de $(\delta) = 0.0004238$ m. esto confirma que la selección de los objetivos del desempeño es satisfactoria. Esto indica que mantiene el rango de ocupación inmediata. Los resultados para la dirección Y se obtiene un desplazamiento lateral de 0.1370 m, por pushover el desplazamiento máximo es de Desplazamiento $(\delta) = 0.0004251$ m. esto confirma que la selección de los objetivos del desempeño es satisfactoria. Esto indica que mantiene el rango de ocupación inmediata.

En la tabla 17 y 18 se aprecia la comparación del control de derivas tanto en SAP2000 como en Robot Structural en las direcciones X y Y respectivamente, en donde se observa que se cumple con el parámetro establecido por la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente tal como menciona Julca (2020) en su tesis titulada Desempeño Sismorresistente de la Institución Educativa N° 101136, Nuevo San Juan Alto - Hualgayoc, Región Cajamarca usando CSI SAP2000 donde concluye que la estructura de la I.E. N° 101136 Nuevo San Juan Alto se aprecia que en dirección “X” cumple el requerimiento de estructura, asimismo en dirección “Y” también se encuentra en el rango operacional.

Las **implicancias** del estudio son las siguientes:

- Con la verificación de los datos con respecto al análisis comparativo del comportamiento estructural del módulo “B” de la institución educativa “César Vallejo” con el software SAP2000 y Robot Structural, se puede apreciar que es una edificación segura en caso de un sismo.

- Con la verificación de los datos con respecto a los desplazamientos a partir de un sismo, estos son muy pequeños y están dentro del espacio de la junta de construcción sísmica de los módulos adyacentes al módulo estudiado.
- Los softwares estructurales SAP2000 y Robot Structural son de gran ayuda para poder realizar el cálculo de desplazamientos y derivas de una edificación y asimismo para verificar el comportamiento estructural de la misma.
- Una de las implicancias más destacadas de la presente investigación es que permite acercar la representación y construcción tradicional a la metodología BIM, gracias a la interoperabilidad entre los programas estructurales; por ejemplo, el intercambio de información y data de Robot Structural a Revit de manera directa y concisa, y de esta forma tener una mejor percepción de la construcción virtual; puesto que, en la actualidad es muy requerido el uso de esta metodología.

Conclusiones

- En el análisis comparativo de la respuesta estructural de la edificación del módulo "B" de la institución educativa "César Vallejo" es más conservador en el software SAP2000 con respecto a y Robot Structural.
- Con los datos obtenidos sobre de la respuesta estructural de la edificación del módulo "B" de la institución educativa "César Vallejo" aplicando el software SAP2000 y Robot Structural Analysis se puede colegir que la edificación tiene un adecuado desempeño estructural, cumpliendo con las normas del Reglamento Nacional de Edificaciones.
- De acuerdo al análisis estático, los resultados obtenidos cumplen satisfactoriamente los parámetros establecidos en la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente,

y según el análisis comparativo se puede mencionar lo siguiente: la cortante estática del software SAP2000 es mayor en 2.22% respecto a Robot Structural y de la misma manera en la distribución de fuerzas cortantes por nivel; las derivas se encuentran por debajo del valor máximo establecido tanto para la dirección X 0.007 y la dirección Y de 0.005 establecidos por la norma por lo que la estructura se comportara satisfactoriamente frente a un sismo, y los resultados de ambos softwares no difieren significativamente, concluyendo que los resultados que muestran ambos programas estructurales son válidos.

- Los resultados del análisis dinámico cumplen satisfactoriamente con las especificaciones de la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente, según la comparación se puede mencionar lo siguiente: la cortante dinámica en la base en el software SAP2000 es mayor en 4.18% (en dirección X) y 4.05% (en dirección Y) que los valores en Robot Structural, y la fuerza cortante mínima en la base cumplen la condición de la norma en ambos softwares; asimismo los periodos de vibración y frecuencias no difieren significativamente en ambos softwares; la sumatoria de masas participativas en la dirección X en el software SAP2000 alcanzo el 100% y en Robot Structural el 94.41%, en la dirección Y sap2000 alcanzó el 92.00% y robot estructural el 94.15%; la relevancia de los resultados radica en la cercanía y confiabilidad de programas estructurales al analizar edificaciones de diferente tipo.

REFERENCIAS

Amoros, C. (2015). *Análisis Sísmico Usando SAP2000 para Evaluar la Efectividad Del Comportamiento Sismorresistente de la Infraestructura de la I.E 82109, San Antonio Plan Tual – Centro Poblado -Huambocancha Alta, Prov. de Cajamarca, Región Cajamarca* (Tesis para la Obtención del Título Profesional de Ingeniería Civil, Universidad César Vallejo, Cajamarca- Perú). Recuperado de: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/637>

Azañedo, D. D., & Cruz, J. L. (2021). Comparación de la respuesta estructural de un módulo educativo de forma hexagonal, con diferentes tipos de respuesta sísmica de suelo, del distrito de Trujillo, La Libertad - 2020 [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. <https://hdl.handle.net/11537/29192>

Blanco, A. (1994). *Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado*. Recuperado de: <https://es.slideshare.net/esmaton/estructuracion-y-diseo-deedificaciones-de-concreto-armado-antonio-blanco-blasco>

Briones, P. & Álvarez, J. (2018). *Comparación del modelamiento, análisis y diseño estructural en concreto armado utilizando los Software Etabs y Robot Structural Analysis, para un edificio de cinco niveles (cuatro pisos y un semisótano)* (Tesis para la Obtención del Título Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Peruana Unión, Juliaca, Perú). Recuperado de: <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/1207>

Canchaya, S. & Vargas, R. (2017) *Estudio Comparativo entre el Análisis Sísmico Estático y el Dinámico, del Nuevo Aulario de Ingeniería Civil de la Universidad Científica del Perú – UCP - Tarapoto - 2017* (Tesis para la Obtención del Título Profesional de

Ingeniería Civil, Universidad Científica del Perú, Loreto - Perú). Recuperado de:

<http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/156>

Caracusto, M. (2018). *Análisis y Diseño Estructural de la IES Agropecuaria N° 125 de Chupa, Distrito de Chupa-Azángaro-Puno* (Tesis para la Obtención del Título Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Nacional del Altiplano, Puno- Perú). Recuperado de: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/7292>

Desena, D. (2016). “Metodología para la Obtención de Espectro Sísmico de Piso” (Master Universitario en Ingeniería de las Estructuras, Cimentaciones y Materiales, Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Canales Caminos y Puertos, Madrid – España) Recuperado de: http://oa.upm.es/44799/1/Tesis_master_Dariel_Desena_Galarza.pdf

Duarte, J. (2011) *Infraestructura Escolar y Aprendizajes en la Educación Básica Latinoamericana: Un análisis a partir del SERCE*. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/238048592_Infraestructura_escolar_y_aprendizajes_en_la_educacion_basica_latinoamericana_Un_analisis_a_partir_del_SERCE

Estrada, S. & Verde, J. (2020). *Análisis Comparativo del Diseño Estructural con la Aplicación del Software Etabs Respecto al Método Tradicional de un Edificio de Cinco Pisos con Semisótano Ubicado en el Distrito de San Martín de Porres – Lima* (Tesis para la Obtención del Título Profesional de Ingeniería Civil, Universidad san Martín de Porras Lima – Perú). Recuperado de: <https://hdl.handle.net/20.500.12727/7712>

Julca, P. (2020). *Desempeño Sismorresistente de la Institución Educativa N° 101136, Nuevo San Juan Alto - Hualgayoc, Región Cajamarca usando CSI SAP 2000* (Tesis para la

Marín, A. Y. (2020). *Variación del comportamiento sísmico y costo de ejecución en el módulo “E” del colegio “Santa Teresita” con la norma E-0.30 del 2003 y del 2016* (Tesis de licenciatura). Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Recuperado de <https://hdl.handle.net/11537/24738>

MPH. (2016). *Mejoramiento del Servicio Educativo de la I.E. Secundaria César Vallejo, CP Apan Alto, distrito de Bambamarca, provincia de Hualgayoc.* (Expediente técnico)

NEC. (2015). *Peligro Sísmico Diseño Sismorresistente.* Recuperado de: <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/02/NEC-SE-DS-Peligro-S%C3%ADsmico-parte-1.pdf>

Norma E.030. (2019). *Diseño Sismorresistente.* Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. Recuperado de: <https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>

Salinas, L. & Correa, J. (2018). *Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de la Estructura Existente de Concreto Armado Sin Juntas Sísmicas de la “Institución Educativa Inicial, Primaria y Secundaria de Menores N° 60014 del PP.JJ. Santo Cristo de Bagazán, Distrito de Belen, Provincia de Maynas, Región Loreto – 2018”* (Tesis para la Obtención del Título Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Científica del Perú, Loreto - Perú). Recuperado de: <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/799>

Verastegui, L. A. (2020). *Respuesta estructural de edificios de concreto armado con perfiles metálicos embebidos en nudos en Lima, Perú - 2020* (Tesis de licenciatura). Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Recuperado de <https://hdl.handle.net/11537/25033>

Villena, M. (2017). *Diseño y Modelación de un Edificio con una Configuración en Planta*

Irregular, Mediante la Utilización del Software de Diseño "Revit Structure" y su

Análisis Mediante un Software Especializado "Robot Structural Analysis" (BIM)

(Trabajo Experimental Previo a la Obtención del Título de Ingeniero Civil,

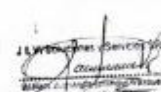

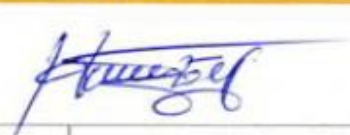

Universidad Técnica DE Ambato, Ambato - Ecuador). Recuperado de:

<https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/26842>



ANEXOS

ANEXO N° 1. Fichas de análisis documental




UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA Escuela Profesional De Ingeniería Civil																															
FICHA - ANÁLISIS DOCUMENTAL																															
TESIS:	COMPARACIÓN DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DE LA EDIFICACIÓN DEL MÓDULO "B" DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA CESAR VALLEJO - HUALGAYOC – CAJAMARCA AL UTILIZAR LOS SOFTWARE SAP 2000 Y ROBOT STRUCTURAL.																														
UBICACIÓN:																															
RESPONSABLE:	Garay Mendoza Hugo Cesar																														
NORMA:																															
CODIGO:																															
ASESOR:	Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno																														
01. DESCRIPCIÓN FÍSICA																															
Expediente:	Mejoramiento del Servicio Educativo de la i.e. Secundaria Cesar Vallejo, CP Apan Alto, Distrito de Bambamarca, Provincia de Hualgayoc, con Código Único de Inversión 2235475																														
Título del documento:	Memoria de Cálculo																														
Autor:	Ing. William Lalangui Vásquez																														
Año de elaboración:	2016																														
Total de páginas:	20																														
02. ANALISIS DE CONTENIDOS																															
Palabras claves:	Estructura, Modelo, Análisis, espectro de diseño																														
Resumen	En el expediente técnico se puede apreciar a detalle las características de los materiales tales como resistencia, módulo de elasticidad, peso específico: concreto, acero, albañilería																														
	<table border="1"> <tr> <td rowspan="3">Concreto</td> <td>Resistencia de diseño</td> <td>f_c</td> <td>210 kg/cm²</td> </tr> <tr> <td>Módulo de elasticidad</td> <td>E_c</td> <td>15000*$\sqrt{f_c}$</td> </tr> <tr> <td>Peso específico</td> <td>(γ_c)</td> <td>2400 kg/m³</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Acero</td> <td>Esfuerzo de fluencia</td> <td>f_y</td> <td>4200 kg/cm²</td> </tr> <tr> <td>Módulo de elasticidad</td> <td>E_s</td> <td>210000 kg/cm²</td> </tr> <tr> <td>Peso específico</td> <td>(γ_s)</td> <td>7850 kg/m³</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Albañilería (Ladrillo King Kong industrial)</td> <td>Resistencia a la compresión</td> <td>f_m</td> <td>65 kg/cm²</td> </tr> <tr> <td>Módulo de elasticidad</td> <td>E_m</td> <td>500*f_m</td> </tr> <tr> <td>Peso específico</td> <td>(γ_m)</td> <td>1800 kg/m³</td> </tr> </table>	Concreto	Resistencia de diseño	f_c	210 kg/cm ²	Módulo de elasticidad	E_c	15000* $\sqrt{f_c}$	Peso específico	(γ_c)	2400 kg/m ³	Acero	Esfuerzo de fluencia	f_y	4200 kg/cm ²	Módulo de elasticidad	E_s	210000 kg/cm ²	Peso específico	(γ_s)	7850 kg/m ³	Albañilería (Ladrillo King Kong industrial)	Resistencia a la compresión	f_m	65 kg/cm ²	Módulo de elasticidad	E_m	500*f _m	Peso específico	(γ_m)	1800 kg/m ³
	Concreto		Resistencia de diseño	f_c	210 kg/cm ²																										
			Módulo de elasticidad	E_c	15000* $\sqrt{f_c}$																										
		Peso específico	(γ_c)	2400 kg/m ³																											
	Acero	Esfuerzo de fluencia	f_y	4200 kg/cm ²																											
		Módulo de elasticidad	E_s	210000 kg/cm ²																											
		Peso específico	(γ_s)	7850 kg/m ³																											
	Albañilería (Ladrillo King Kong industrial)	Resistencia a la compresión	f_m	65 kg/cm ²																											
		Módulo de elasticidad	E_m	500*f _m																											
Peso específico		(γ_m)	1800 kg/m ³																												
El metrado de cargas se realizado de acuerdo a lo que se muestra en el apartado 4.2 de la memoria de cálculo estructural																															
4.2 Metrado de Cargas																															
Carga Muerta (CM)																															
- Losa aligerada en un sentido de 20cm	300 Kg/m ²																														
- Losa aligerada en un sentido de 17cm	280 Kg/m ²																														
- Piso terminado	100 Kg/m ²																														
Carga Viva (CV)																															
- Aulas	250 Kg/m ²																														
- Corredores y Escaleras	400 Kg/m ²																														
- Techo inclinado	50 Kg/m ²																														
Idioma original:	Español																														
Tipo de documento:	Expediente Técnico																														
Observaciones:																															
RESPONSABLE																															
ASESOR																															
Nombre:	Garay Mendoza Hugo Cesar	Nombre:	Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno																												
Fecha:	ENERO 2022	Fecha:	ENERO 2022																												



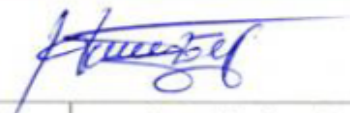

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA Escuela Profesional de Ingeniería Civil																																																													
FICHA - ANÁLISIS DOCUMENTAL																																																													
TESIS:	COMPARACIÓN DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DE LA EDIFICACIÓN DEL MÓDULO "B" DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA CESAR VALLEJO - HUALGAYOC - CAJAMARCA AL UTILIZAR LOS SOFTWARE SAP 2000 Y ROBOT STRUCTURAL																																																												
UBICACIÓN:		NORMA:	CÓDIGO:																																																										
RESPONSABLE:	Garay Mendoza Hugo Cesar	ASESOR:	Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno																																																										
01. DESCRIPCIÓN FÍSICA																																																													
Expediente:	Mejoramiento del Servicio Educativo de la i.e. Secundaria Cesar Vallejo, CP Apan Alto, Distrito de Bambamarca, Provincia de Hualgayoc, con Código Unico de Inversión 2235475																																																												
Título del documento:	Memoria De Cálculo																																																												
Autor:	Ing. William Lalangui Vásquez																																																												
Año de elaboración:	2016																																																												
Total de páginas:	20																																																												
02. ANÁLISIS DE CONTENIDOS																																																													
Palabras claves:	Parámetros de diseño, zona, factor de uso, tipo de suelo, periodo, sistema estructural																																																												
	En el documento se presenta detalladamente los parámetros de diseño tanto para el análisis estático como el análisis dinámico, considerando los factores que se muestran a continuación.																																																												
	También indica que para el modelamiento estructural han utilizado el programa SAP2000 realizando un modelo tridimensional, con diafragmas rígidos en el primer piso. Utilizando los siguientes parámetros.																																																												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">DATOS GENERALES DE DISEÑO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Z</td> <td>Ubicación</td> <td>Hualgayoc - Cajamarca</td> <td>Altura a partir del Nivel 0</td> <td>7.7 m</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Zona Sísmica</td> <td>2</td> <td>CT de Edificaciones duales</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Factor de Zona</td> <td>0.25</td> <td>Periodo Fundamental</td> <td>0.128</td> </tr> <tr> <td>U</td> <td>Tipo de Edificación</td> <td>Esencial</td> <td>Tp</td> <td>0.4</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Categoría de la Edificación</td> <td>A</td> <td>Tl</td> <td>2.5</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Factor de Uso</td> <td>1.50</td> <td>Factor de amplificación</td> <td>2.50</td> </tr> <tr> <td>S</td> <td>Tipo de Suelo</td> <td>S1</td> <td colspan="2" rowspan="2"> $V = \frac{Z \cdot U \cdot S}{R}$ </td> </tr> <tr> <td></td> <td>Descripción del suelo</td> <td>Suelo muy rígido</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Factor de Suelo</td> <td>1.00</td> <td colspan="2" rowspan="2"> $\delta = V \cdot C(T) \cdot g$ Posible Aceleración en función del periodo $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ </td> </tr> <tr> <td>R</td> <td>Sistema Estructural</td> <td>Porticos de Concreto</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Factor de Reducción</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Sistema Estructural</td> <td>Albañilería Armada</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Factor de Reducción</td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table>			DATOS GENERALES DE DISEÑO				Z	Ubicación	Hualgayoc - Cajamarca	Altura a partir del Nivel 0	7.7 m		Zona Sísmica	2	CT de Edificaciones duales	60		Factor de Zona	0.25	Periodo Fundamental	0.128	U	Tipo de Edificación	Esencial	Tp	0.4		Categoría de la Edificación	A	Tl	2.5		Factor de Uso	1.50	Factor de amplificación	2.50	S	Tipo de Suelo	S1	$V = \frac{Z \cdot U \cdot S}{R}$			Descripción del suelo	Suelo muy rígido		Factor de Suelo	1.00	$\delta = V \cdot C(T) \cdot g$ Posible Aceleración en función del periodo $g = 9.81 \text{ m/s}^2$		R	Sistema Estructural	Porticos de Concreto		Factor de Reducción	8		Sistema Estructural	Albañilería Armada		Factor de Reducción
DATOS GENERALES DE DISEÑO																																																													
Z	Ubicación	Hualgayoc - Cajamarca	Altura a partir del Nivel 0	7.7 m																																																									
	Zona Sísmica	2	CT de Edificaciones duales	60																																																									
	Factor de Zona	0.25	Periodo Fundamental	0.128																																																									
U	Tipo de Edificación	Esencial	Tp	0.4																																																									
	Categoría de la Edificación	A	Tl	2.5																																																									
	Factor de Uso	1.50	Factor de amplificación	2.50																																																									
S	Tipo de Suelo	S1	$V = \frac{Z \cdot U \cdot S}{R}$																																																										
	Descripción del suelo	Suelo muy rígido																																																											
	Factor de Suelo	1.00	$\delta = V \cdot C(T) \cdot g$ Posible Aceleración en función del periodo $g = 9.81 \text{ m/s}^2$																																																										
R	Sistema Estructural	Porticos de Concreto																																																											
	Factor de Reducción	8																																																											
	Sistema Estructural	Albañilería Armada																																																											
	Factor de Reducción	3																																																											
Resumen	Con estos valores se generaron las tablas que nos sirven para obtener el espectro de respuesta para el sismo en X e Y, las cuales se muestran a continuación:																																																												
	 																																																												
Idioma original:	Español																																																												
Tipo de documento:	Expediente Técnico																																																												
Observaciones:																																																													
RESPONSABLE		ASESOR																																																											
																																																													
Nombre:	Garay Mendoza Hugo Cesar	Nombre:	Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno																																																										
Fecha:	ENERO 2022	Fecha:	ENERO 2022																																																										

ANEXO N° 2. Ficha – Modelamiento datos iniciales

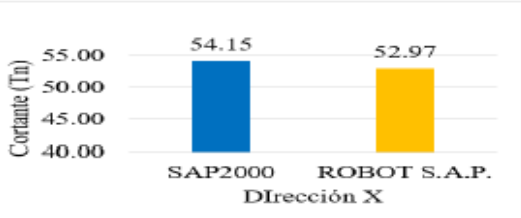
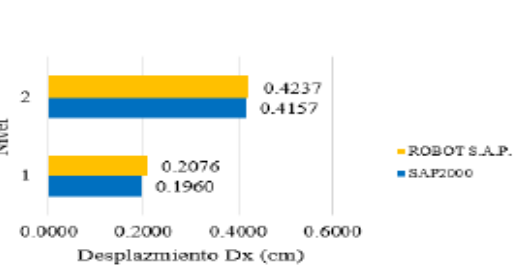
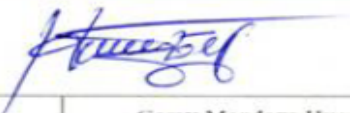

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA Escuela Profesional de Ingeniería Civil	
FICHA – MODELAMIENTO: DATOS INICIALES	
TESIS:	COMPARACIÓN DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DE LA EDIFICACIÓN DEL MÓDULO "B" DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA CESAR VALLEJO - HUALGAYOC - CAJAMARCA AL UTILIZAR LOS SOFTWARE SAP 2000 Y ROBOT STRUCTURAL
UBICACIÓN:	NORMA: CODIGO:
RESPONSABLE:	Garay Mendoza Hugo Cesar ASESOR: Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno
01. Parámetros de diseño sismorresistente	
01.01	Factor de Zona 01.02 Perfil de suelo
Zona - Z2	Clasificación de suelo - S1
Factor de zona Z	0.25
01.03	Parámetros de sitio S, T _p y T _L
Factor de amplificación de suelo	S 1.0
Periodo de vibración del terreno	T _p 0.4
Periodo de cedencia del terreno	T _L 2.5
01.03	FACTOR DE AMPLIFICACIÓN SÍSMICA VS PERIODO T
Sistema estructural	-
Dirección X (Sistema Aporticado)	
Dirección Y (Sistema de albañilería)	
Factor de amplificación sísmica	C 2.5
Periodo fundamental de vibración de la estructura	T 0.128
Altura total de la edificación en metros	h _n 7.70
Coefficiente para estimar el periodo fundamental de un edificio	CT 60
02	CARACTERIZACIÓN DEL EDIFICIO
02.01	Categoría de la edificación y factor de uso
Categoría -	A2
Factor de uso U	1.5
02.02	SISTEMA ESTRUCTURAL
Sistema estructural Dx Pórticos	02.03 Coeficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas
Sistema Estructural Dy Albañilería	Coeficiente básico de reducción R0 8
	Coeficiente básico de reducción R0 3
02.04	Factores de irregularidad
Regularidad estructural -	Regular
Irregularidad en altura -	Irregularidad en planta -
Factor de irregularidad - I _a	Coeficiente básico de reducción I _p
02.05	Coefficiente de reducción sísmica
Coefficiente de reducción sísmica Dx	8
Coefficiente de reducción sísmica Dy	3
Separación entre edificios	
Material predominante	C*A*
Máxima distorsión Dx	0.007
Máxima distorsión Dy	0.005
Separación entre edificios	
Observaciones:	
RESPONSABLE	ASESOR
	
Nombre: Garay Mendoza Hugo Cesar	Nombre: Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno
Fecha: ENERO 2022	Fecha: ENERO 2022

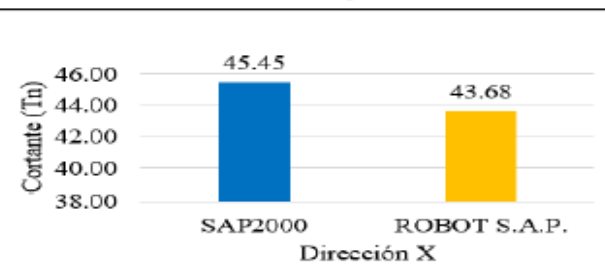
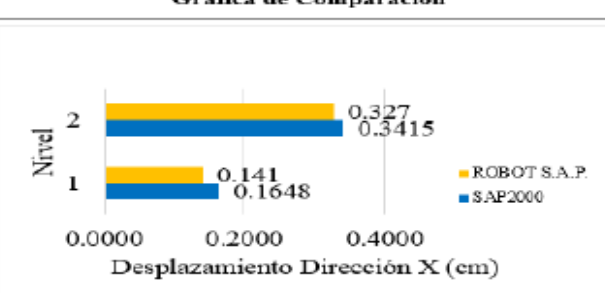


ANEXO N° 3. Ficha – Modelamiento: Análisis estructural

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA Escuela Profesional de Ingeniería Civil																																																																																																																																																							
FICHA – MODELAMIENTO: ANALISIS ESTRUCTURAL																																																																																																																																																							
TESIS:	COMPARACIÓN DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DE LA EDIFICACIÓN DEL MÓDULO "B" DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA CESAR VALLEJO - HUALGAYOC - CAJAMARCA AL UTILIZAR LOS SOFTWARE SAP 2000 Y ROBOT STRUCTURAL																																																																																																																																																						
UBICACIÓN:	NORMA: CÓDIGO:																																																																																																																																																						
RESPONSABLE:	Garay Mendoza Hugo Cesar ASESOR: Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno																																																																																																																																																						
03. Análisis estructural estático																																																																																																																																																							
Calculo de la fuerza cortante en la base	V	fuerza cortante en la base de la estructura																																																																																																																																																					
El valor De e/r cumple la condición	C/R > 0.11 0.11																																																																																																																																																						
$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P$																																																																																																																																																							
04 Análisis Estructural Dinámico																																																																																																																																																							
Factor de zona	Z	0.25																																																																																																																																																					
Factor de uso	U	1.5																																																																																																																																																					
Factor de amplificación de suelo	S	1																																																																																																																																																					
Coefficiente de reducción sísmica (Dx)	R	8																																																																																																																																																					
Periodo de vibración del terreno	Tp	0.4																																																																																																																																																					
Periodo de cedencia del terreno	TL	2.5																																																																																																																																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>C</th> <th>T₀</th> <th>S₀</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2.50</td><td>0.00</td><td>0.1172</td></tr> <tr><td>2.50</td><td>0.02</td><td>0.1172</td></tr> <tr><td>2.50</td><td>0.04</td><td>0.1172</td></tr> <tr><td>2.50</td><td>0.06</td><td>0.1172</td></tr> <tr><td>2.50</td><td>0.08</td><td>0.1172</td></tr> <tr><td>2.50</td><td>0.10</td><td>0.1172</td></tr> <tr><td>2.50</td><td>0.12</td><td>0.1172</td></tr> <tr><td>2.50</td><td>0.14</td><td>0.1172</td></tr> <tr><td>2.50</td><td>0.16</td><td>0.1172</td></tr> <tr><td>2.50</td><td>0.18</td><td>0.1172</td></tr> <tr><td>2.50</td><td>0.20</td><td>0.1172</td></tr> <tr><td>2.60</td><td>0.25</td><td>0.1172</td></tr> <tr><td>2.60</td><td>0.30</td><td>0.1172</td></tr> <tr><td>2.60</td><td>0.35</td><td>0.1172</td></tr> <tr><td>2.50</td><td>0.40</td><td>0.1172</td></tr> <tr><td>2.22</td><td>0.45</td><td>0.1042</td></tr> <tr><td>2.00</td><td>0.50</td><td>0.0938</td></tr> <tr><td>1.62</td><td>0.55</td><td>0.0652</td></tr> <tr><td>1.67</td><td>0.60</td><td>0.0781</td></tr> <tr><td>1.54</td><td>0.65</td><td>0.0721</td></tr> <tr><td>1.43</td><td>0.70</td><td>0.0670</td></tr> <tr><td>1.33</td><td>0.75</td><td>0.0625</td></tr> <tr><td>1.25</td><td>0.80</td><td>0.0596</td></tr> <tr><td>1.10</td><td>0.85</td><td>0.0551</td></tr> <tr><td>1.11</td><td>0.90</td><td>0.0521</td></tr> <tr><td>1.05</td><td>0.95</td><td>0.0493</td></tr> <tr><td>1.00</td><td>1.00</td><td>0.0469</td></tr> <tr><td>0.91</td><td>1.10</td><td>0.0426</td></tr> <tr><td>0.83</td><td>1.20</td><td>0.0381</td></tr> <tr><td>0.77</td><td>1.30</td><td>0.0351</td></tr> <tr><td>0.71</td><td>1.40</td><td>0.0335</td></tr> <tr><td>0.67</td><td>1.50</td><td>0.0313</td></tr> <tr><td>0.63</td><td>1.60</td><td>0.0293</td></tr> <tr><td>0.59</td><td>1.70</td><td>0.0276</td></tr> <tr><td>0.56</td><td>1.80</td><td>0.0260</td></tr> <tr><td>0.53</td><td>1.90</td><td>0.0247</td></tr> <tr><td>0.50</td><td>2.00</td><td>0.0234</td></tr> <tr><td>0.47</td><td>2.20</td><td>0.0213</td></tr> <tr><td>0.42</td><td>2.40</td><td>0.0195</td></tr> <tr><td>0.37</td><td>2.60</td><td>0.0173</td></tr> <tr><td>0.32</td><td>2.80</td><td>0.0149</td></tr> <tr><td>0.28</td><td>3.00</td><td>0.0130</td></tr> <tr><td>0.16</td><td>4.00</td><td>0.0073</td></tr> <tr><td>0.10</td><td>5.00</td><td>0.0047</td></tr> <tr><td>0.07</td><td>6.00</td><td>0.0033</td></tr> <tr><td>0.05</td><td>7.00</td><td>0.0024</td></tr> <tr><td>0.04</td><td>8.00</td><td>0.0018</td></tr> <tr><td>0.03</td><td>9.00</td><td>0.0014</td></tr> <tr><td>0.03</td><td>10.00</td><td>0.0012</td></tr> </tbody> </table>	C	T ₀	S ₀	2.50	0.00	0.1172	2.50	0.02	0.1172	2.50	0.04	0.1172	2.50	0.06	0.1172	2.50	0.08	0.1172	2.50	0.10	0.1172	2.50	0.12	0.1172	2.50	0.14	0.1172	2.50	0.16	0.1172	2.50	0.18	0.1172	2.50	0.20	0.1172	2.60	0.25	0.1172	2.60	0.30	0.1172	2.60	0.35	0.1172	2.50	0.40	0.1172	2.22	0.45	0.1042	2.00	0.50	0.0938	1.62	0.55	0.0652	1.67	0.60	0.0781	1.54	0.65	0.0721	1.43	0.70	0.0670	1.33	0.75	0.0625	1.25	0.80	0.0596	1.10	0.85	0.0551	1.11	0.90	0.0521	1.05	0.95	0.0493	1.00	1.00	0.0469	0.91	1.10	0.0426	0.83	1.20	0.0381	0.77	1.30	0.0351	0.71	1.40	0.0335	0.67	1.50	0.0313	0.63	1.60	0.0293	0.59	1.70	0.0276	0.56	1.80	0.0260	0.53	1.90	0.0247	0.50	2.00	0.0234	0.47	2.20	0.0213	0.42	2.40	0.0195	0.37	2.60	0.0173	0.32	2.80	0.0149	0.28	3.00	0.0130	0.16	4.00	0.0073	0.10	5.00	0.0047	0.07	6.00	0.0033	0.05	7.00	0.0024	0.04	8.00	0.0018	0.03	9.00	0.0014	0.03	10.00	0.0012	 <p style="text-align: center;"> $T < T_p \quad C = 2.5$ $T_p < T < T_L \quad C = 2.5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right)$ $T > T_L \quad C = 2.5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2}\right)$ </p> $S_a = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot g$ 
C	T ₀	S ₀																																																																																																																																																					
2.50	0.00	0.1172																																																																																																																																																					
2.50	0.02	0.1172																																																																																																																																																					
2.50	0.04	0.1172																																																																																																																																																					
2.50	0.06	0.1172																																																																																																																																																					
2.50	0.08	0.1172																																																																																																																																																					
2.50	0.10	0.1172																																																																																																																																																					
2.50	0.12	0.1172																																																																																																																																																					
2.50	0.14	0.1172																																																																																																																																																					
2.50	0.16	0.1172																																																																																																																																																					
2.50	0.18	0.1172																																																																																																																																																					
2.50	0.20	0.1172																																																																																																																																																					
2.60	0.25	0.1172																																																																																																																																																					
2.60	0.30	0.1172																																																																																																																																																					
2.60	0.35	0.1172																																																																																																																																																					
2.50	0.40	0.1172																																																																																																																																																					
2.22	0.45	0.1042																																																																																																																																																					
2.00	0.50	0.0938																																																																																																																																																					
1.62	0.55	0.0652																																																																																																																																																					
1.67	0.60	0.0781																																																																																																																																																					
1.54	0.65	0.0721																																																																																																																																																					
1.43	0.70	0.0670																																																																																																																																																					
1.33	0.75	0.0625																																																																																																																																																					
1.25	0.80	0.0596																																																																																																																																																					
1.10	0.85	0.0551																																																																																																																																																					
1.11	0.90	0.0521																																																																																																																																																					
1.05	0.95	0.0493																																																																																																																																																					
1.00	1.00	0.0469																																																																																																																																																					
0.91	1.10	0.0426																																																																																																																																																					
0.83	1.20	0.0381																																																																																																																																																					
0.77	1.30	0.0351																																																																																																																																																					
0.71	1.40	0.0335																																																																																																																																																					
0.67	1.50	0.0313																																																																																																																																																					
0.63	1.60	0.0293																																																																																																																																																					
0.59	1.70	0.0276																																																																																																																																																					
0.56	1.80	0.0260																																																																																																																																																					
0.53	1.90	0.0247																																																																																																																																																					
0.50	2.00	0.0234																																																																																																																																																					
0.47	2.20	0.0213																																																																																																																																																					
0.42	2.40	0.0195																																																																																																																																																					
0.37	2.60	0.0173																																																																																																																																																					
0.32	2.80	0.0149																																																																																																																																																					
0.28	3.00	0.0130																																																																																																																																																					
0.16	4.00	0.0073																																																																																																																																																					
0.10	5.00	0.0047																																																																																																																																																					
0.07	6.00	0.0033																																																																																																																																																					
0.05	7.00	0.0024																																																																																																																																																					
0.04	8.00	0.0018																																																																																																																																																					
0.03	9.00	0.0014																																																																																																																																																					
0.03	10.00	0.0012																																																																																																																																																					
Observaciones:																																																																																																																																																							
RESPONSABLE																																																																																																																																																							
ASESOR																																																																																																																																																							
																																																																																																																																																							
Nombre:	Garay Mendoza Hugo Cesar	Nombre:	Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno																																																																																																																																																				
Fecha:	ENERO 2022	Fecha:	ENERO 2022																																																																																																																																																				

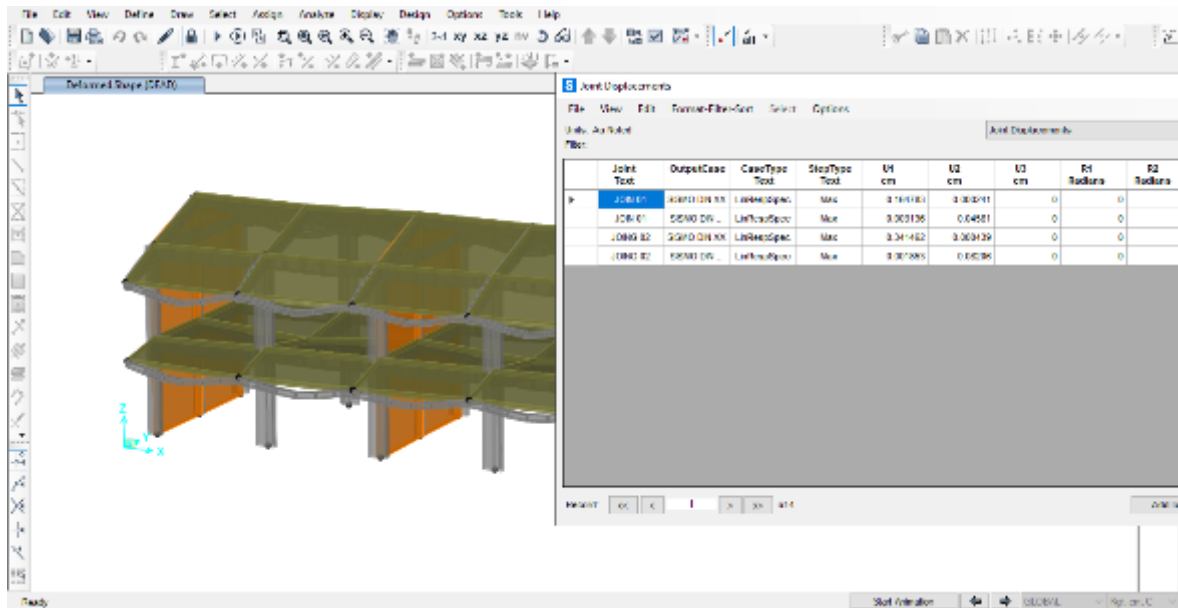
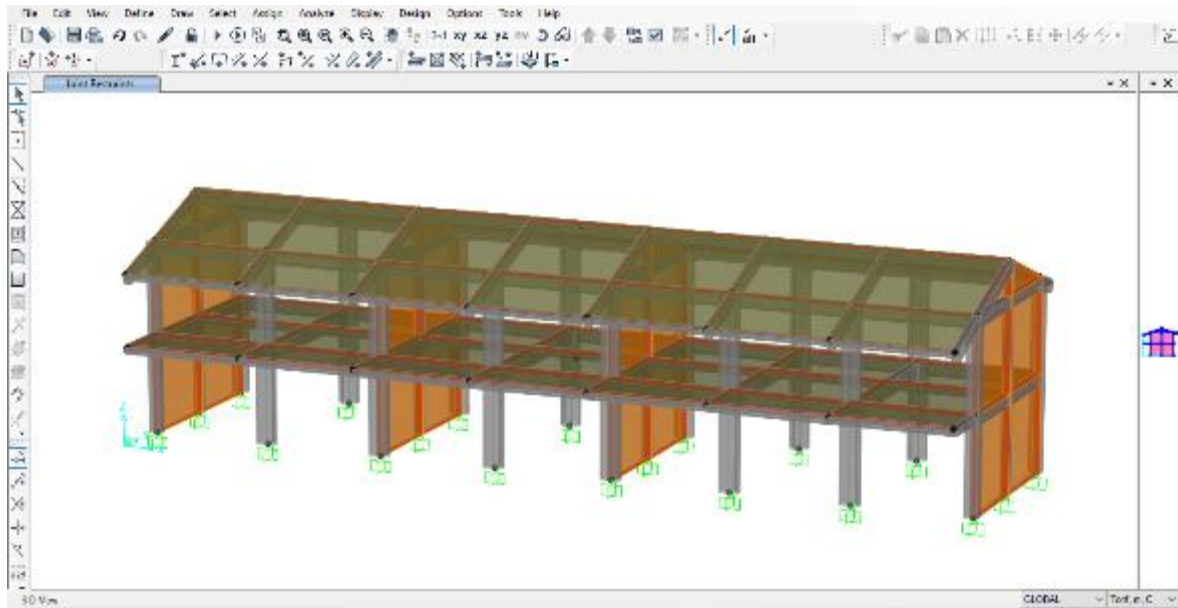
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA Escuela Profesional de Ingeniería Civil																																																																																																																																																									
FICHA - MODELAMIENTO: ANALISIS ESTRUCTURAL																																																																																																																																																									
TESIS:	COMPARACIÓN DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DE LA EDIFICACIÓN DEL MÓDULO "B" DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA CESAR VALLEJO - HUALGAYOC - CAJAMARCA AL UTILIZAR LOS SOFTWARE SAP 2000 Y ROBOT STRUCTURAL																																																																																																																																																								
UBICACIÓN:	NORMA:	CÓDIGO:																																																																																																																																																							
RESPONSABLE:	Garay Mendoza Hugo Cesar	ASESOR:	Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno																																																																																																																																																						
03. ANALISIS ESTRUCTURAL ESTATICO																																																																																																																																																									
Calculo de la fuerza cortante en la base	V	fuerza cortante en la base de la estructura																																																																																																																																																							
El valor De c/r cumple la condición	CR>0.11	0.11																																																																																																																																																							
$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P$																																																																																																																																																									
04. ANALISIS ESTRUCTURAL DINAMICO																																																																																																																																																									
Factor de zona	Z	0.25																																																																																																																																																							
Factor de uso	U	1.5																																																																																																																																																							
Factor de amplificación de suelo	S	1																																																																																																																																																							
Coefficiente de reducción sísmica (Dy)	R	3																																																																																																																																																							
Periodo de vibración del terreno	Tp	0.4																																																																																																																																																							
Periodo de cedencia del terreno	Tl	2.5																																																																																																																																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>C</th> <th>T (s)</th> <th>Sa/g</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2.50</td><td>0.00</td><td>0.1172</td></tr> <tr><td>2.50</td><td>0.02</td><td>0.1172</td></tr> <tr><td>2.50</td><td>0.04</td><td>0.1172</td></tr> <tr><td>2.50</td><td>0.06</td><td>0.1172</td></tr> <tr><td>2.50</td><td>0.08</td><td>0.1172</td></tr> <tr><td>2.60</td><td>0.10</td><td>0.1172</td></tr> <tr><td>2.50</td><td>0.12</td><td>0.1172</td></tr> <tr><td>2.50</td><td>0.14</td><td>0.1172</td></tr> <tr><td>2.50</td><td>0.16</td><td>0.1172</td></tr> <tr><td>2.50</td><td>0.18</td><td>0.1172</td></tr> <tr><td>2.50</td><td>0.20</td><td>0.1172</td></tr> <tr><td>2.60</td><td>0.25</td><td>0.1172</td></tr> <tr><td>2.60</td><td>0.30</td><td>0.1172</td></tr> <tr><td>2.60</td><td>0.35</td><td>0.1172</td></tr> <tr><td>2.50</td><td>0.40</td><td>0.1172</td></tr> <tr><td>2.22</td><td>0.45</td><td>0.1042</td></tr> <tr><td>2.00</td><td>0.50</td><td>0.0930</td></tr> <tr><td>1.82</td><td>0.55</td><td>0.0852</td></tr> <tr><td>1.67</td><td>0.60</td><td>0.0781</td></tr> <tr><td>1.54</td><td>0.65</td><td>0.0721</td></tr> <tr><td>1.43</td><td>0.70</td><td>0.0670</td></tr> <tr><td>1.33</td><td>0.75</td><td>0.0625</td></tr> <tr><td>1.25</td><td>0.80</td><td>0.0586</td></tr> <tr><td>1.18</td><td>0.85</td><td>0.0551</td></tr> <tr><td>1.11</td><td>0.90</td><td>0.0521</td></tr> <tr><td>1.06</td><td>0.95</td><td>0.0493</td></tr> <tr><td>1.00</td><td>1.00</td><td>0.0469</td></tr> <tr><td>0.91</td><td>1.10</td><td>0.0426</td></tr> <tr><td>0.83</td><td>1.20</td><td>0.0391</td></tr> <tr><td>0.77</td><td>1.30</td><td>0.0361</td></tr> <tr><td>0.71</td><td>1.40</td><td>0.0335</td></tr> <tr><td>0.67</td><td>1.50</td><td>0.0313</td></tr> <tr><td>0.63</td><td>1.60</td><td>0.0293</td></tr> <tr><td>0.59</td><td>1.70</td><td>0.0276</td></tr> <tr><td>0.56</td><td>1.80</td><td>0.0260</td></tr> <tr><td>0.53</td><td>1.90</td><td>0.0247</td></tr> <tr><td>0.50</td><td>2.00</td><td>0.0234</td></tr> <tr><td>0.46</td><td>2.20</td><td>0.0213</td></tr> <tr><td>0.42</td><td>2.40</td><td>0.0195</td></tr> <tr><td>0.37</td><td>2.60</td><td>0.0173</td></tr> <tr><td>0.32</td><td>2.80</td><td>0.0149</td></tr> <tr><td>0.28</td><td>3.00</td><td>0.0130</td></tr> <tr><td>0.18</td><td>4.00</td><td>0.0073</td></tr> <tr><td>0.10</td><td>5.00</td><td>0.0047</td></tr> <tr><td>0.07</td><td>6.00</td><td>0.0033</td></tr> <tr><td>0.05</td><td>7.00</td><td>0.0024</td></tr> <tr><td>0.04</td><td>8.00</td><td>0.0018</td></tr> <tr><td>0.03</td><td>9.00</td><td>0.0014</td></tr> <tr><td>0.03</td><td>10.00</td><td>0.0012</td></tr> </tbody> </table>				C	T (s)	Sa/g	2.50	0.00	0.1172	2.50	0.02	0.1172	2.50	0.04	0.1172	2.50	0.06	0.1172	2.50	0.08	0.1172	2.60	0.10	0.1172	2.50	0.12	0.1172	2.50	0.14	0.1172	2.50	0.16	0.1172	2.50	0.18	0.1172	2.50	0.20	0.1172	2.60	0.25	0.1172	2.60	0.30	0.1172	2.60	0.35	0.1172	2.50	0.40	0.1172	2.22	0.45	0.1042	2.00	0.50	0.0930	1.82	0.55	0.0852	1.67	0.60	0.0781	1.54	0.65	0.0721	1.43	0.70	0.0670	1.33	0.75	0.0625	1.25	0.80	0.0586	1.18	0.85	0.0551	1.11	0.90	0.0521	1.06	0.95	0.0493	1.00	1.00	0.0469	0.91	1.10	0.0426	0.83	1.20	0.0391	0.77	1.30	0.0361	0.71	1.40	0.0335	0.67	1.50	0.0313	0.63	1.60	0.0293	0.59	1.70	0.0276	0.56	1.80	0.0260	0.53	1.90	0.0247	0.50	2.00	0.0234	0.46	2.20	0.0213	0.42	2.40	0.0195	0.37	2.60	0.0173	0.32	2.80	0.0149	0.28	3.00	0.0130	0.18	4.00	0.0073	0.10	5.00	0.0047	0.07	6.00	0.0033	0.05	7.00	0.0024	0.04	8.00	0.0018	0.03	9.00	0.0014	0.03	10.00	0.0012
C	T (s)	Sa/g																																																																																																																																																							
2.50	0.00	0.1172																																																																																																																																																							
2.50	0.02	0.1172																																																																																																																																																							
2.50	0.04	0.1172																																																																																																																																																							
2.50	0.06	0.1172																																																																																																																																																							
2.50	0.08	0.1172																																																																																																																																																							
2.60	0.10	0.1172																																																																																																																																																							
2.50	0.12	0.1172																																																																																																																																																							
2.50	0.14	0.1172																																																																																																																																																							
2.50	0.16	0.1172																																																																																																																																																							
2.50	0.18	0.1172																																																																																																																																																							
2.50	0.20	0.1172																																																																																																																																																							
2.60	0.25	0.1172																																																																																																																																																							
2.60	0.30	0.1172																																																																																																																																																							
2.60	0.35	0.1172																																																																																																																																																							
2.50	0.40	0.1172																																																																																																																																																							
2.22	0.45	0.1042																																																																																																																																																							
2.00	0.50	0.0930																																																																																																																																																							
1.82	0.55	0.0852																																																																																																																																																							
1.67	0.60	0.0781																																																																																																																																																							
1.54	0.65	0.0721																																																																																																																																																							
1.43	0.70	0.0670																																																																																																																																																							
1.33	0.75	0.0625																																																																																																																																																							
1.25	0.80	0.0586																																																																																																																																																							
1.18	0.85	0.0551																																																																																																																																																							
1.11	0.90	0.0521																																																																																																																																																							
1.06	0.95	0.0493																																																																																																																																																							
1.00	1.00	0.0469																																																																																																																																																							
0.91	1.10	0.0426																																																																																																																																																							
0.83	1.20	0.0391																																																																																																																																																							
0.77	1.30	0.0361																																																																																																																																																							
0.71	1.40	0.0335																																																																																																																																																							
0.67	1.50	0.0313																																																																																																																																																							
0.63	1.60	0.0293																																																																																																																																																							
0.59	1.70	0.0276																																																																																																																																																							
0.56	1.80	0.0260																																																																																																																																																							
0.53	1.90	0.0247																																																																																																																																																							
0.50	2.00	0.0234																																																																																																																																																							
0.46	2.20	0.0213																																																																																																																																																							
0.42	2.40	0.0195																																																																																																																																																							
0.37	2.60	0.0173																																																																																																																																																							
0.32	2.80	0.0149																																																																																																																																																							
0.28	3.00	0.0130																																																																																																																																																							
0.18	4.00	0.0073																																																																																																																																																							
0.10	5.00	0.0047																																																																																																																																																							
0.07	6.00	0.0033																																																																																																																																																							
0.05	7.00	0.0024																																																																																																																																																							
0.04	8.00	0.0018																																																																																																																																																							
0.03	9.00	0.0014																																																																																																																																																							
0.03	10.00	0.0012																																																																																																																																																							
																																																																																																																																																									
$T < T_p \quad C = 2.5$ $T_p < T < T_l \quad C = 2.5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right)$ $T > T_l \quad C = 2.5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_l}{T^2}\right)$ $S_d = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot g$																																																																																																																																																									
																																																																																																																																																									
Observaciones:																																																																																																																																																									
RESPONSABLE		ASESOR																																																																																																																																																							
																																																																																																																																																									
Nombre:	Garay Mendoza Hugo Cesar	Nombre:	Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno																																																																																																																																																						
Fecha:	ENERO 2022	Fecha:	ENERO 2022																																																																																																																																																						

ANEXO N° 4. Ficha – Resultados: Respuesta estructural

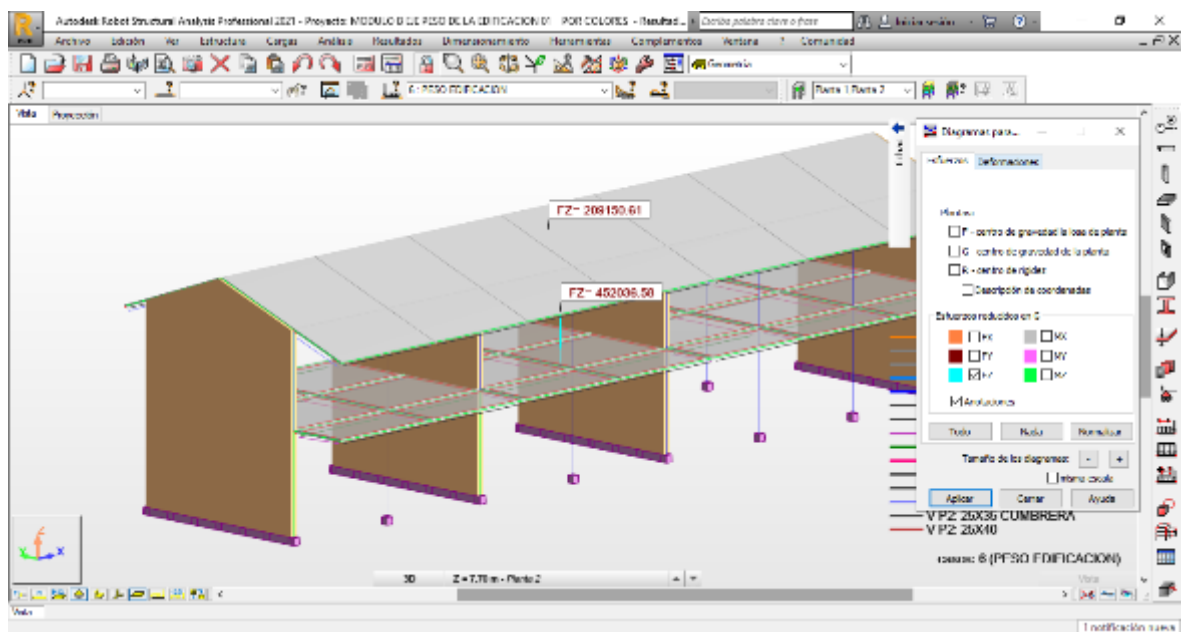
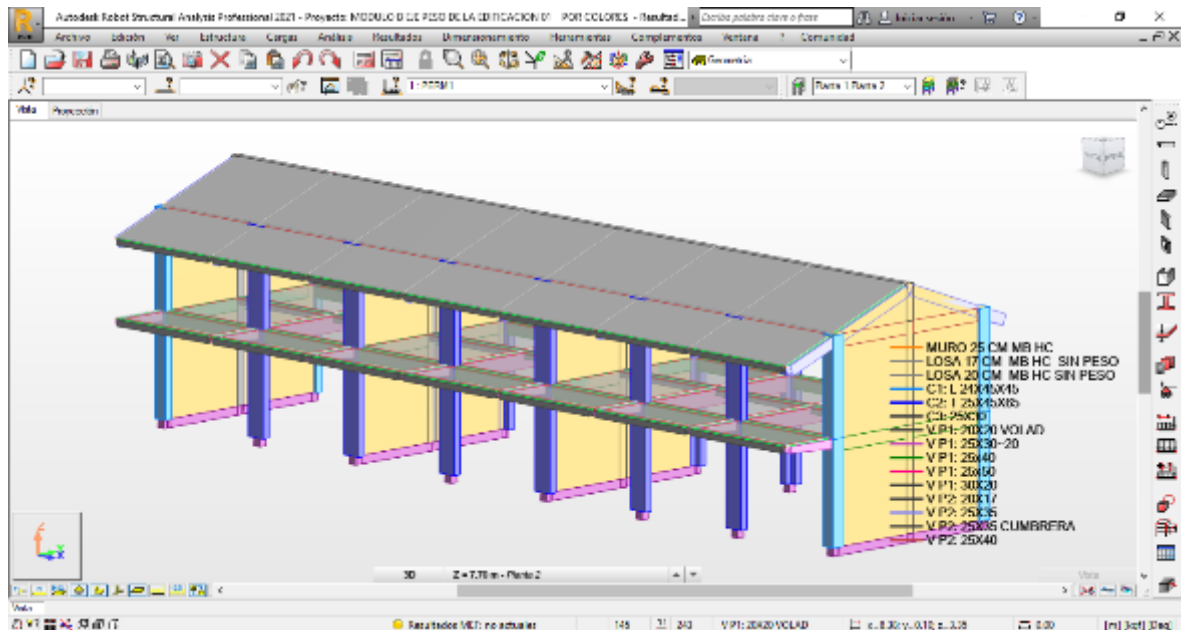
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERIA Escuela Profesional de Ingeniería Civil			
FICHA – RESULTADOS: RESPUESTA ESTRUCTURAL			
TESIS:		COMPARACIÓN DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DE LA EDIFICACIÓN DEL MÓDULO "B" DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA CESAR VALLEJO - HUALGAYOC - CAJAMARCA AL UTILIZAR LOS SOFTWARE SAP 2000 Y ROBOT STRUCTURAL	
UBICACIÓN:		NORMA:	CÓDIGO:
RESPONSABLE:	Garay Mendoza Hugo Cesar	ASESOR:	Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno
SISMO ESTÁTICO			
01. CORTANTE BASAL			
MODELO	Vx (Ton-f)	Vy (Ton-f)	Gráfica de Comparación
Módulo "B" en el software SAP200	54.15	144.40	
Módulo "B" software Robot Structural	52.97	141.26	
02. DESPLAZAMIENTOS			
MODELO	Dx (cm)	Dy (cm)	Gráfica de Comparación
Módulo "B" en el software SAP200	N2 0.4157	N2 0.107	
	N1 0.1960	N1 0.057	
Módulo "B" software Robot Structural	N2 0.4237	N2 0.132	
	N1 0.2076	N1 0.071	
03. DERIVAS DE ENTREPISO			
MODELO	Deriva X	Deriva Y	
Módulo "B" en el software SAP200	0.00303	0.00026	
	0.00351	0.00038	
Módulo "B" software Robot Structural	0.00298	0.00032	
	0.00372	0.00048	
Observaciones:			
RESPONSABLE		ASESOR	
			
Nombre:	Garay Mendoza Hugo Cesar	Nombre:	Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno
Fecha:	ENERO 2022	Fecha:	ENERO 2022

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERIA Escuela Profesional de Ingeniería Civil			
FICHA - RESULTADOS - RESPUESTA ESTRUCTURAL			
TESIS:		COMPARACIÓN DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DE LA EDIFICACIÓN DEL MÓDULO "B" DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA CESAR VALLEJO - HUALGAYOC - CAJAMARCA AL UTILIZAR LOS SOFTWARE SAP 2000 Y ROBOT STRUCTURAL	
UBICACIÓN:		NORMA:	CODIGO:
RESPONSABLE:	Garay Mendoza Hugo Cesar	ASESOR:	Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno
SISMO DINAMICO			
01. CORTANTE BASAL			
MODELO	Vx (Ton-f)	Vy (Ton-f)	Gráfica de Comparación
Módulo "B" en el software SAP200	45.45	115.15	 <p>Cortante (Tn)</p> <p>Dirección X</p>
Módulo "B" software Robot Structural	43.68	110.53	
02. DESPLAZAMIENTOS			
MODELO	Dx (cm)	Dy (cm)	Gráfica de Comparación
Módulo "B" en el software SAP200	N2 0.3415	N2 0.082	 <p>Nivel</p> <p>Desplazamiento Dirección X (cm)</p>
	N1 0.1648	N1 0.046	
Módulo "B" software Robot Structural	N2 0.327	N2 0.088	
	N1 0.141	N1 0.047	
03. DERIVAS DE ENTREPISO			
MODELO	Deriva X	Deriva Y	
Módulo "B" en el software SAP200	0.0024	0.0002	
	0.0030	0.0003	
Módulo "B" software Robot Structural	0.0026	0.0002	
	0.0025	0.0003	
Observaciones:			
RESPONSABLE		ASESOR	
			
Nombre:	Garay Mendoza Hugo Cesar	Nombre:	Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno
Fecha:	ENERO 2022	Fecha:	ENERO 2022

ANEXO N° 5. Modulo “B” en SAP2000



ANEXO N° 6. Modulo B en Robot Structural



ANEXO N° 7. Solicitud al Director de la IE "César Vallejo"



SOLICITO PERMISO PARA REALIZAR
TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

**SEÑOR DIRECTOR DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA "CÉSAR
VALLEJO" C-P APAN ALTO - HUALGAYOC.**
Mag. WALTER CUSMA CAMPOS.

HUGO CESAR GARAY MENDOZA, identificado con DNI N° 44807270,
domiciliado en Chilcapampa, Egresado de la Universidad Privada del Norte UPNC,
Facultad de Ingeniería Civil; respetuosamente expreso:

Que, mi persona viene realizando un trabajo de investigación – tesis en la
Universidad Privada del Norte - Cajamarca sobre la estructura de la Institución Educativa
Cesar Vallejo ejecutada por la Municipalidad Provincial de Hualgayoc- Bambamarca; es
por ello que, Solicito a Ud. Señor Director se me conceda el permiso para recabar
información de campo (puntos, secciones, medidas, perímetro, superficie, disposición de
ambientes) y documentada (expediente técnico, dossier de calidad, cuaderno de obra,
planos As – Built, nóminas) concerniente a la edificación de la institución que usted
dirige

POR LO EXPUESTO:

Es justicia que espero alcanzar por ser necesaria.

Chilcapampa, 28 de diciembre de 2021.

HUGO CESAR GARAY MENDOZA
DNI: 44807270

ANEXO N° 8. Solicitud a la Municipalidad Provincial de Hualgayoc



SOLICITO EXPEDIENTE TÉCNICO DE OBRA:

MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO DE

LA I.E. SECUNDARIA CESAR VALLEJO, CP APAN ALTO

CUI-223547

SEÑOR ALCALDE DE LA PROVINCIA DE HUALGAYOC – Bca.
Dr. MARCO ANTONIO AGUILAR VASQUEZ.



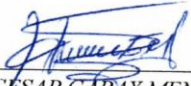
HUGO CESAR GARAY MENDOZA, identificado con DNI N° 44807270,
domiciliado en Chilcapamapa, Egresado de la Universidad Privada del Norte, Facultad
de Ingeniería Civil; respetuosamente expreso:

Que, mi persona viene realizando un trabajo de investigación – tesis en la
Universidad Privada del Norte - Cajamarca sobre la infraestructura de la Institución
Educativa Cesar Vallejo ejecutada por la Municipalidad Provincial de Hualgayoc-
Bambamarca; es por ello que, Solicito a ud. Señor Alcalde ordene a quien corresponda
se me *expida el expediente técnico de manera integral en formato digital* (ya sea
en cd, dvd, usb, o por correo en drive etc) de la obra denominada: MEJORAMIENTO
DEL SERVICIO EDUCATIVO DE LA I.E. SECUNDARIA CESAR VALLEJO, CP
APAN ALTO, DISTRITO DE BAMBAMARCA, PROVINCIA DE HUALGAYOC, con
Código Único de Inversión 2235475, ejecutada el año 2016.(Puesto que es la segunda
vez que presento dicha solicitud)

POR LO EXPUESTO:

Es justicia que espero alcanzar por ser necesaria.

Chilcapampa, 13 de septiembre de 2021.



HUGO CESAR GARAY MENDOZA
DNI: 44807270

ANEXO N° 9. Oficio de respuesta de la Municipalidad Provincial de Hualgayoc

 **MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE HUALGAYOC**
BAMBAMARCA 

"AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERÚ: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA"

Bambamarca, 12 de octubre de 2021

OFICIO N° 175-2021-MPH-BCA-SG

Señor:
Hugo César Garay Mendoza

ASUNTO : Remito información

REFERENCIA: a) Solicitud S/N, con registro N° 8679
b) Informe N° 083-2021-AG-MPH/BCA
c) Informe N° 1072-2021-MPH-BCA/GDUyR/SGOP

MAD N° 1134809

EXPEDIENTE
N° 1749160

Tengo el agrado de dirigirme a Usted con la finalidad de saludarlo cordialmente, a la vez, en atención a los documentos de la referencia, remito adjunto al presente el Informe N° 1072-2021-MPH-BCA/GDUyR/SGOP, emitido por el Sub Gerente de Obras Públicas de la Municipalidad Provincial de Hualgayoc - Bambamarca, en el que se indica que la información solicitada mediante documento de la referencia a) se encuentra bajo custodia del Órgano de Control Institucional de la Municipalidad Provincial de Hualgayoc - Bambamarca; por lo que no puede ser atendida su solicitud.

Es todo cuanto informo a Usted, para su conocimiento y demás fines pertinentes

Sin otro particular me despido de Usted,

Atentamente;


Abog. Eveling Tatiana Moraga Frutkin
SECRETARÍA GENERAL

C.c.
- Archivo
Adjunto: 11 Folios

Juntos lograremos la transformación de la Provincia

Jr. Miguel Grau 320 - Bambamarca
www.munibambamarca.gob.pe
e-mail: info@munibambamarca.gob.pe

Teléfono: (076) 353016
Alcaldía: Anexo 148
Gerencia Municipal: Anexo 107
Informática: Anexo 120

ANEXO N° 10. Solicitud al Representante del Consorcio "César Vallejo"

SOLICITO EXPEDIENTE TÉCNICO DE OBRA:

MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO DE
LA I.E. SECUNDARIA CESAR VALLEJO, CP APAN ALTO

SR. SANDRO VASQUEZ.

Empresario Ejecutor


HUGO CESAR GARAY MENDOZA, identificado con DNI N° 44807270,
domiciliado en Chilcapampa, Egresado de la Universidad Privada del Norte, Facultad de
Ingeniería Civil; respetuosamente expreso:

Que, mi persona viene realizando un trabajo de investigación – tesis en la
Universidad Privada del Norte - Cajamarca sobre la estructura de la Institución Educativa
Cesar Vallejo ejecutada por la Municipalidad Provincial de Hualgayoc- Bambamarca; es
por ello que, Solicito a Ud. Señor Sandro Vásquez, en condición de Empresario Ejecutor,
me *expida una copia del expediente técnico de manera integral en formato físico
y/o digital* (ya sea en cd, dvd, usb, o por correo en drive etc) de la obra denominada:
MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO DE LA I.E. SECUNDARIA
CESAR VALLEJO, CP APAN ALTO, DISTRITO DE BAMBAMARCA, PROVINCIA
DE HUALGAYOC.

POR LO EXPUESTO:

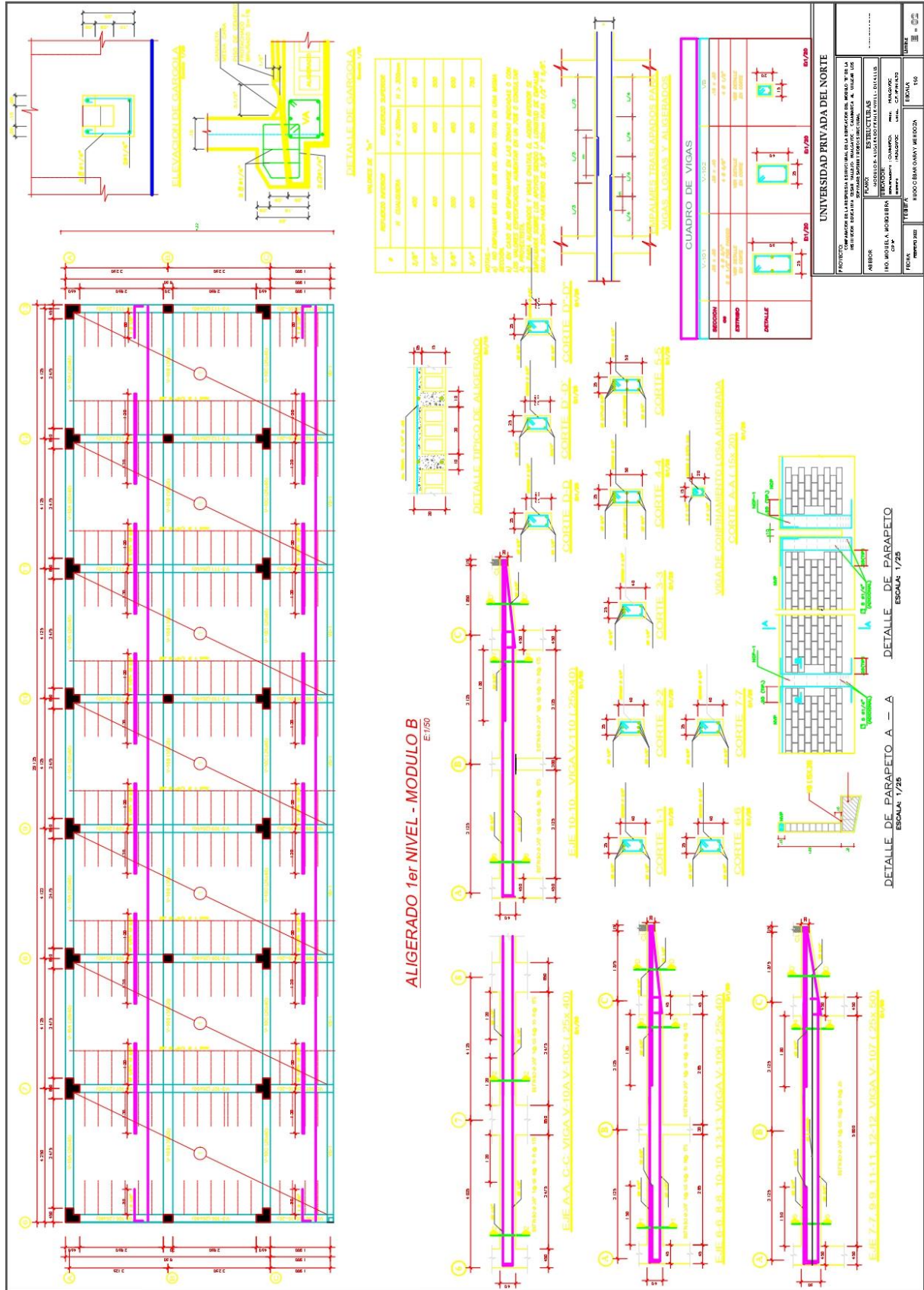
Es justicia que espero alcanzar por ser necesaria.

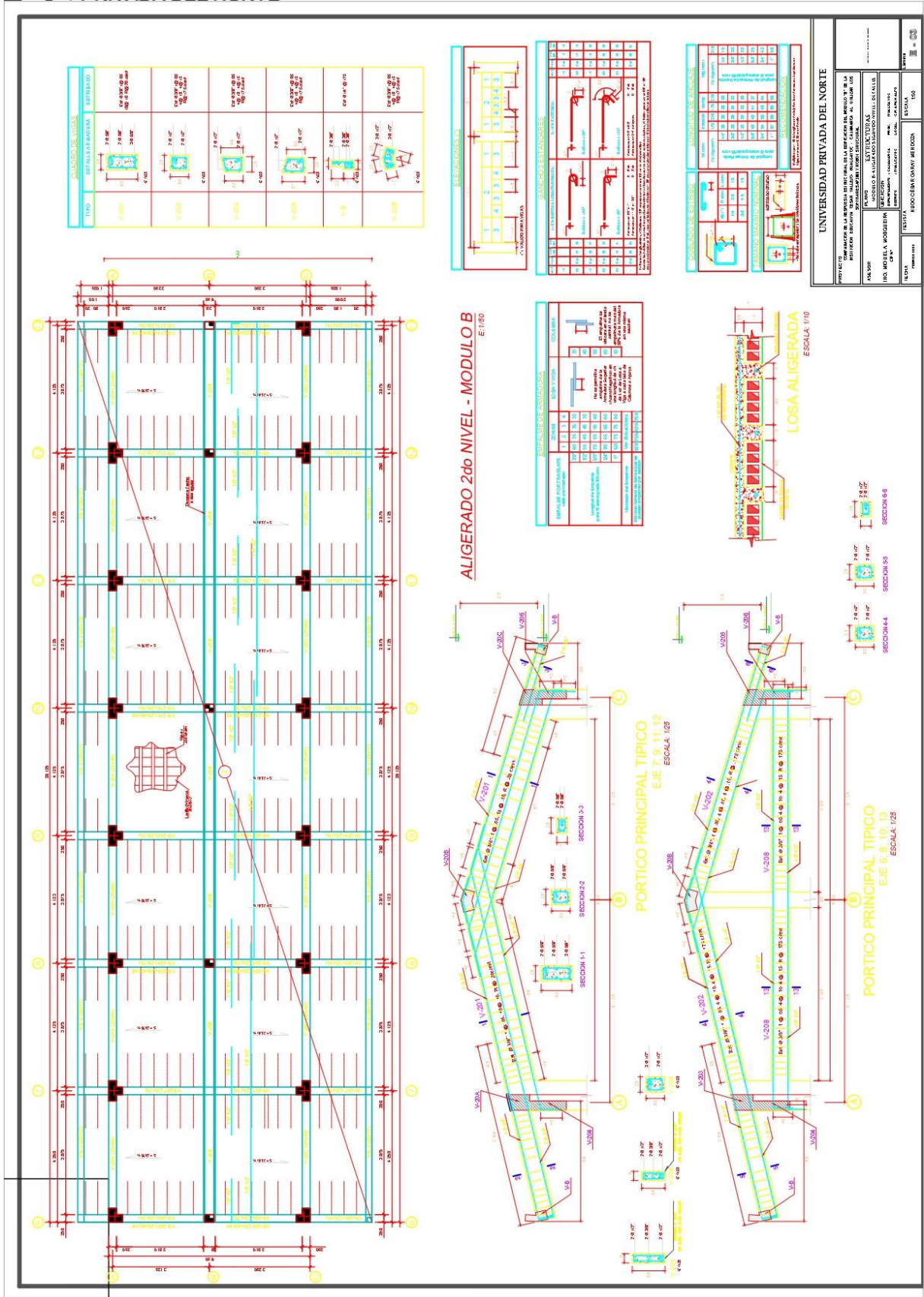
Chilcapampa, 14 de enero de 2022.

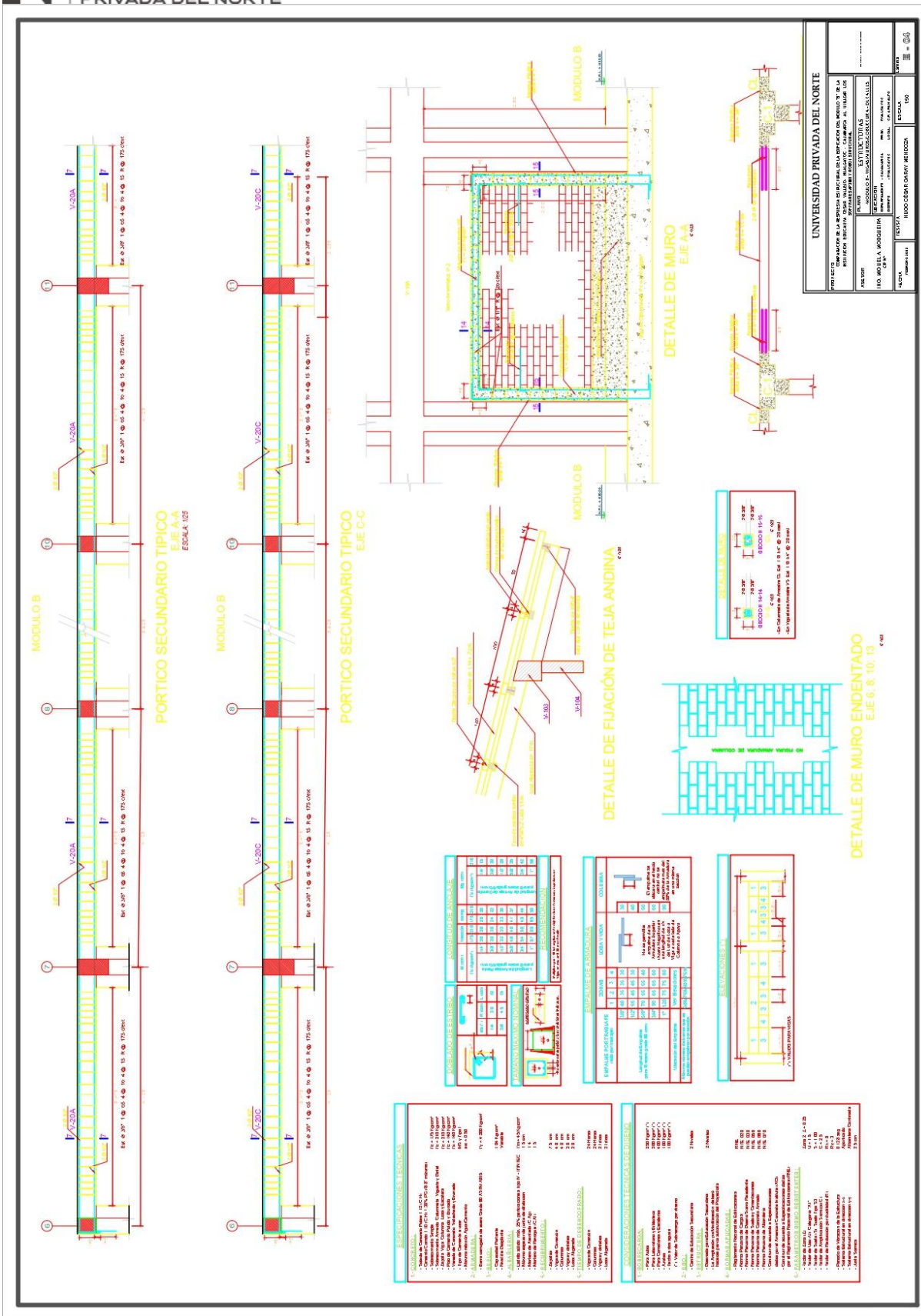


HUGO CESAR GARAY MENDOZA
DNI: 44807270

*Recibido
14/1/2022
Alfonso Borja*







Según el expediente técnico de la obra: Mejoramiento del Servicio Educativo de la I.E. Secundaria César Vallejo, CP Apan Alto, distrito de Bambamarca, provincia de Hualgayoc.

ANEXO N° 12. Estudio de Mecánica de Suelos.

Extraído del expediente técnico de la obra: Mejoramiento del Servicio Educativo de la I.E. Secundaria César Vallejo, CP Apan Alto, distrito de Bambamarca, provincia de Hualgayoc.
(Ver archivo adjunto: EMS_IE_César Vallejo)