



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**“ANÁLISIS SÍSMICO USANDO EL SOFTWARE ETABS, PARA LA
CONSTRUCCIÓN DEL BLOQUE C-I DE LA INSTITUCIÓN
EDUCATIVA CHAMPAGNAT EN LA CIUDAD DE TACNA, 2020”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR EL BACHILLER

Bach. ELEO CRIMELSON, CARTAGENA MAMANI

ASESOR

**Mg. Ing. ORTEGA FLORES, ESTEBAN
(ORCID: 0000-0002-4116-8278)**

**LIMA – PERÚ
2022**





DEDICATORIA

- a) A mis Padres, Aurelio y Armida por darme Vida, Amor y la oportunidad de estudiar una carrera Universitaria.
- b) A mis hermanos por apoyarme en el transcurso de mis estudios y por enseñarme a seguir mejorando.





AGRADECIMIENTO

- a) A Dios por darme fortaleza para seguir en los momentos complicados de mi vida.
- b) A los Docentes que me acompañaron durante mi carrera en la Universidad Alas Peruanas, Por haberme brindado sus conocimientos y experiencias.





RESUMEN

El presente trabajo de suficiencia profesional se realiza teniendo como fin, realizar el análisis sísmico usando el software ETABS, para la construcción del Bloque C-I de la Institución Educativa Champagnat en la ciudad de Tacna, 2020. Para la realización de los cálculos y su respectiva verificación se toman en cuenta las Normas: E.020, E.030, E.060 y E.070 vigentes hasta la fecha.

La metodología que usa es el deductivo, con enfoque cuantitativo, de nivel explicativa y según su finalidad será de tipo aplicada. Teniendo un diseño de investigación experimental.

Luego de verificar los resultados, se tiene que la edificación no presenta irregularidades tanto en planta como en altura, Los periodos de vibración son de 0.16s en X y 0.11s en Y, la masa participativa es mayor al 90%, Las derivas de entrepiso en ambos sentidos están dentro de lo permitido por la Norma, el cortante dinámico en la base de la edificación es menor al 80% de la cortante estática en ambos sentidos, por lo que no se necesitan escalarlos.

Para finalizar, en base a los resultados obtenidos se dan las siguientes recomendaciones: definir de manera correcta todos los parámetros necesarios para realizar el análisis sísmico, al momento de predimensionar los elementos estructurales tomar en consideración las Normas: E.060 y E.070, al realizar el análisis sísmico en zonas Z4 considerar un 30% del sismo perpendicular al eje del análisis y 2/3 de la misma para el sismo vertical.

Palabras Claves: Diseño estructural, Análisis sísmico, Fuerzas sísmicas, Sistema estructural, regularidad Estructural.





ABSTRACT

The present work of professional proficiency is carried out with the purpose of performing the seismic analysis using the ETABS software, for the construction of Block C-I of the Champagnat Educational Institution in the city of Tacna, 2020. To carry out the calculations and their respective verification Standards are taken into account: E.020, E.030, E.060 and E.070 in force to date.

The methodology used is deductive, with a quantitative approach, at an explanatory level and according to its purpose, it will be of an applied type. Having an experimental research design.

After verifying the results, it is found that the building does not present irregularities both in plan and in height, The vibration periods are 0.16s in X and 0.11s in Y, the participating mass is greater than 90%, The mezzanine drifts in both directions are within what is allowed by the Standard, the dynamic shear at the base of the building is less than 80% of the static shear in both directions, so they do not need to be scaled.

Finally, based on the results obtained, the following recommendations are given: correctly define all the parameters necessary to carry out the seismic analysis, when pre-sizing the structural elements, take into account the Standards: E.060 and E.070, When performing the seismic analysis in Z4 zones, consider 30% of the earthquake perpendicular to the analysis axis and 2/3 of it for the vertical earthquake.

Keywords: Structural design, Seismic analysis, Seismic forces, Structural system, Structural regularity.





INTRODUCCIÓN

La presente investigación responde a la necesidad que tiene la Institución Educativa Champagnat de contar con espacios adecuados que cumplan con lo que indica en el Reglamento Nacional De Edificaciones. Dado que Tacna es una de las zonas que presentan mayor actividad sísmica, nos obliga a realizar diseños estructurales que sean capaces de resistir sismos de grandes magnitud que podrían suscitarse en el transcurso de su vida útil. Teniendo en cuenta que la respuesta de un edificio a cualquier sismo depende de su análisis estructural, esta deberá realizarse de manera adecuada para evitar pérdidas humanas y económicas.

Por lo tanto, la investigación tiene como objetivo realizar el análisis sísmico usando el software ETABS, para la construcción del Bloque C-I de la Institución Educativa Champagnat en la ciudad de Tacna, 2020.

Consta de ocho capítulos los cuales pasaremos a detallar a continuación:

El Capítulo I, contiene todo lo referente a las generalidades del proyecto, Antecedentes, Perfil, Actividades y la organización actual de la entidad.

El Capítulo II, Comprende la realidad Problemática, cuyo contenido es la definición del Problema y los objetivos del proyecto.

El Capítulo III, Está conformado por la descripción y diseño del Proceso desarrollado, donde se extraen las conclusiones y recomendaciones según los resultados obtenidos.

El Capítulo IV, da a conocer el método y el tipo de investigación que usa.

El Capítulo V, comprende la bibliografía usado en el transcurso de la investigación, dada en forma física y electrónica.





El Capítulo VI, Contiene el glosario de los términos referenciales, para mayor entendimiento del lector.

El Capítulo VII, Comprende el Índice de la Investigación, la cual está conformado por Figuras, Tablas, Fotos, Dirección Web y Elaboraciones Propias.

El Capítulo VIII, Muestra el costo total de la Investigación y Las diapositivas utilizadas para su presentación.





TABLA DE CONTENIDOS

CARATULA	I
DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
RESUMEN	IV
ABSTRACT	V
INTRODUCCIÓN	VI
CAPÍTULO I: GENERALIDADES DE LA ENTIDAD	1
1.1. Antecedentes de la entidad.....	1
1.2. Perfil de la entidad.	1
1.3. Actividades de la Entidad.....	1
1.3.1. Misión.....	2
1.3.2. Visión.	2
1.3.3. Objetivo.....	2
CAPÍTULO II: REALIDAD PROBLEMÁTICA.	3
2.1. Descripción de la Realidad Problemática.....	3
2.2. Formulación del Problema.	4
2.2.1. Problema General.	4
2.2.2. Problemas Específicos.....	4
2.3. Objetivos del Proyecto.	5
2.3.1. Objetivo General.	5
2.3.2. Objetivos Específicos.....	5
2.4. Justificación.....	5
2.5. Limitantes de la Investigación.	6
CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL PROYECTO	7
3.1. Descripción y Diseño del Proceso Desarrollado	7
3.1.1. Requerimientos	9
3.1.2. Cálculos	9
3.1.3. Dimensionamiento	27
3.1.4. Equipos utilizados	28
3.1.5. Conceptos Básicos para el Diseño del Piloto.....	28
3.1.6. Estructura.....	30
3.1.7. Elementos y funciones	30
3.1.8. Planificación del Proyecto	31
3.1.9. Servicios y Aplicaciones.....	31
3.2. Conclusiones.....	32
3.3. Recomendaciones	34
CAPITULO IV: DISEÑO METODOLÓGICO	35
4.1. Tipo y diseño de Investigación	35
4.2. Método de Investigación	35





4.3.	Población y Muestra.....	35
4.4.	Lugar de Estudio.....	36
4.5.	Técnica e Instrumentos para la recolección de la información.....	36
4.6.	Análisis y Procesamiento de datos	37
CAPÍTULO V: REFERENCIAS.....		38
5.1.	Libros	38
5.2.	Electrónica	39
CAPÍTULO VI: GLOSARIO DE TÉRMINOS		40
6.1.	Glosario de Términos.....	40
CAPÍTULO VII: ÍNDICES.....		42
7.1.	Índice de Tablas.....	42
7.2.	Índice de Figuras.....	42
CAPÍTULO VIII: ANEXOS		43
ANEXO 1 – Costo Total de la Investigación e Instalación del Proyecto Piloto		43
ANEXO 2 – Diapositivas utilizadas en la sustentación.....		43





CAPÍTULO I

GENERALIDADES DE LA ENTIDAD

1.1. Antecedentes de la entidad.

El Gobierno Regional de Tacna fue fundada el 19 de noviembre del año 2002, con el propósito de atender las necesidades sociales, culturales y económicas del Departamento de Tacna.

1.2. Perfil de la entidad.

Tabla 1

Datos Generales de la Entidad

DATOS	ENTIDAD
Nombre de Entidad	: Gobierno Regional De Tacna
R.U.C.	: 20519752515
Sede	: Ciudad de Tacna
Dirección	: Av. Gregorio Albarracín Nro. 526
Referencia	: Frente Consulado Chileno
Gobernador Regional	: Juan Tonconi Quispe

Nota. Fuente: Gobierno Regional de Tacna (2020).

1.3. Actividades de la Entidad

El Gobierno Regional de Tacna desarrolla las siguientes actividades: Programa de desarrollo económico, educación, interconexión vial, salud y desarrollo regional.





1.3.1. Misión.

Promover el desarrollo integral y sostenible de la Región Tacna, con una gestión Transparente, competitiva e identidad cultural.

1.3.2. Visión.

Tacna con identidad cultural, competitiva, sostenible y ciudadanos felices.

1.3.3. Objetivo.

El Gobierno Regional de Tacna tiene por objetivo:

- Mejorar la calidad ambiental.
- Brindar servicios de calidad en condiciones equitativas y sostenibles.
- Desarrollar una gestión pública de calidad orientada en el ciudadano.
- Fortalecer el sistema integrado de seguridad ciudadana.
- Mejorar los niveles de competitividad territorial.
- Reducir la vulnerabilidad territorial ante el riesgo de desastres.





CAPÍTULO II

REALIDAD PROBLEMÁTICA

2.1. Descripción de la Realidad Problemática

Tavera (2021) indica que, a nivel mundial, el Perú al ser parte del Cinturón de Fuego del Pacífico, es uno de los países con mayor actividad sísmica, esto a que las placas tectónicas del pacífico convergen con velocidades de hasta 8 cm/año.

En lo que corresponde a América del Sur, los sismos son ocasionados por las placas de Nasca y Sudamérica, las cuales convergen y desarrollan el proceso de subducción, por lo que la placa de Nasca tiende a ponerse por debajo de la placa sudamericana. Este proceso es el que termina ocasionando las actividades sísmicas, volcánicas y efectos asociados.

Según Bedoya y Barriga (2019), si consideramos históricamente los sismos sucedidos en Tacna, el más desfavorable sería el del año 1868, donde Anca, Tacna, Moquegua e Ilo terminaron perdiendo casi el 90% de sus construcciones. Considerando que hasta la fecha de la publicación del artículo han pasado 130 años y de acuerdo a los cálculos realizados por especialistas para este sector donde se estima que el periodo de retorno es cada 120 a 130 años, Tacna se encontraría a puertas de un sismo con magnitudes mayores de 6 a 7.

Teniendo esto en cuenta, es muy importante realizar un correcto análisis sísmico de la edificación, para conocer el comportamiento real de la estructura. Como dice Suarez (2021), "Para que una estructura presente un desempeño sísmico aceptable





debe cumplir con los criterios de diseño que se establecen en las Normas”, que en este caso viene dada por el Reglamento Nacional de Edificaciones.

La Institución Educativa Champagnat, al tener la necesidad de construir nuevos ambientes educativos propone como uno de estos ambientes el Bloque C-I, considerando que Tacna tiene alta actividad sísmica, toda edificación debe ser diseñada para resistir sismos de grandes magnitudes, y más si tenemos en cuenta que esta edificación es de categoría esencial, puesto que los ambientes serán usados como aulas, lo cual significa que esta edificación debería soportar los sismos severos que se presenten durante su vida útil, ante el parámetro descrito anteriormente es importante que esta estructura cumpla con los requisitos mínimos que nos indica la Norma E.030.

Por Ello, el siguiente trabajo de investigación se realiza para conocer el comportamiento sísmico del Bloque C-I y que esta cumpla con lo indicado en la Norma E.030.

2.2. Formulación del Problema

2.2.1. Problema General

- a) ¿De qué manera el Análisis Sísmico usando el software ETABS, permite la Construcción del Bloque C-I de la Institución Educativa Champagnat en la ciudad de Tacna, 2020?

2.2.2. Problemas Específicos

- a) ¿Como los parámetros requeridos para el Análisis Sísmico usando el software ETABS, permite la construcción del Bloque C-I de la Institución Educativa Champagnat en la ciudad de Tacna, 2020?
- b) ¿Cómo la Estructuración, Predimensionamiento y Modelado matemático de los elementos estructurales del Análisis Sísmico usando el software ETABS,





permite la construcción del Bloque C-I de la Institución Educativa Champagnat en la ciudad de Tacna, 2020?

- c) ¿Cómo la Verificación de los resultados obtenidos en el análisis sísmico usando el software ETABS, permite la construcción del Bloque C-I de la Institución Educativa Champagnat en la ciudad de Tacna, 2020?

2.3. Objetivos del Proyecto

2.3.1. Objetivo General

- a) Realizar el Análisis Sísmico usando el software ETABS, para la construcción del Bloque C-I de la Institución Educativa Champagnat en la ciudad de Tacna, 2020.

2.3.2. Objetivos Específicos

- a) Identificar los parámetros necesarios para el análisis sísmico usando el software ETABS, para la construcción del Bloque C-I de la Institución Educativa Champagnat en la ciudad de Tacna, 2020.
- b) Definir la Estructuración, Predimensionamiento y Modelado matemático de los elementos estructurales para el análisis sísmico usando el software ETABS, para la construcción del Bloque C-I de la Institución Educativa Champagnat en la ciudad de Tacna, 2020.
- c) Verificar los resultados obtenidos en el análisis sísmico usando el software ETABS, para la construcción del Bloque C-I de la Institución Educativa Champagnat en la ciudad de Tacna, 2020.

2.4. Justificación

La presente investigación tiene como fin, realizar el análisis sísmico usando el software ETABS, para la construcción del Bloque C-I de la Institución Educativa





Champagnat en la ciudad de Tacna, 2020. Para lo cual se hará uso del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Esta Investigación servirá para analizar el comportamiento del Bloque C-I de la Institución Educativa Champagnat ante las actividades sísmicas que se presenten durante su vida útil.

2.5. Limitantes de la Investigación

No hubo limitaciones importantes.





CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1. Descripción y Diseño del Proceso Desarrollado

Para el desarrollo de la investigación se deberá seguir los siguientes procedimientos descritas a continuación:

- **PRIMERA ETAPA: PROPIEDAD DE LOS MATERIALES**

En esta etapa se determinan las propiedades de los materiales usados en los elementos que participan en la edificación, teniendo en consideración lo que dicen las Normas: E.060 y E.070.

- **SEGUNDA ETAPA: CARGAS**

En esta etapa se determinan las cargas que participan en la edificación conformado por el peso propio de la estructura, la carga muerta generado por los acabados y la tabiquería, y la carga viva según es uso que se les da a cada uno de los ambientes, para esto se tomara en consideración lo que dice la Norma E.020.

- **TERCERA ETAPA: DETERMINACIÓN DE LAS ACCIONES SÍSMICAS**

En esta etapa se determinan las acciones sísmicas de la edificación, las cuales dependen de la zonificación, el tipo de suelo, los parámetros de sitio “S”, “TP” y “TL”, el factor de amplificación sísmica, la categoría al que pertenece la edificación, el sistema estructural de la edificación, el coeficiente básico de





reducción sísmica “Ro” y el coeficiente de reducción por irregularidad sísmica, para esto se toma en consideración la Norma E.030.

- **CUARTA ETAPA: ESTRUCTURACIÓN, PREDIMENSIONAMIENTO Y MODELADO DE LA ESTRUCTURA**

En esta etapa se define la estructuración de la edificación, se realiza el dimensionamiento de todos los elementos que participaran o forman parte de la estructura y finalmente se realiza el modelado matemático de la edificación usando el software ETABS, para esto se tomara en consideración las Normas: E.060 y E.070.

- **QUINTA ETAPA: ANÁLISIS SÍSMICO**

En esta etapa se realizara el análisis sísmico de la estructura, para esto primeramente se definirá la estimación del peso que participa en la edificación, luego se realizara el análisis estático y para finalizar el análisis dinámico utilizando el espectro de respuesta, para esto se tomara en consideración la Norma E.030.

- **SEXTA ETAPA: VALIDACIÓN DE LA ESTRUCTURA**

En esta etapa se valida la estructura planteada según los requerimientos mínimos de rigidez y regularidad de la estructura dados por la Norma E.030, para esto verificamos la regularidad estructural de la edificación tanto en altura como en planta, los modos de vibración de la estructura, la determinación de los desplazamientos laterales y finalmente la cortante basal de la estructura, teniendo en consideración que estas verificaciones se realiza tanto en el sentido XX como en YY.





3.1.1. Requerimientos

Tabla 2

Requerimientos y normatividad aplicada a la investigación

Normativa y/o Requerimiento	Descripción
Norma Técnica E.020	: Cargas
Norma Técnico E.030	: Diseño sismorresistente
Norma Técnica E.060	: Concreto Armado
Norma Técnica E.070	: Albañilería
Capacidad Portante del Suelo	: Expediente Técnico
Plano de Arquitectura	: Expediente Técnico

3.1.2. Cálculos

3.1.2.1. Propiedad de los materiales

Obtenidos de las Normas: E.060 y E.070.

a) Concreto

- Resistencia a la compresión (f'_c) : 210 kg/cm²
- Módulo elástico (E_c) : 217,370.6 kg/cm²
- Coeficiente de poisson (μ) : 0.20
- Módulo de cortante ($G_c = E_c / 2(1 + \mu)$) : 90,571.08 kg/cm²

b) Albañilería

- Resistencia a la compresión (f'_m) : 65 kg/cm²
- Módulo elástico (E_m) : 32,500 kg/cm²
- Resistencia al corte (v'_m) : 8.1 kg/cm²
- Coeficiente de poisson (μ) : 0.25





- Módulo de cortante ($G_c = E_c / 2(u_c + 1)$) : 13,000 kg/cm²

c) Acero

- Límite de fluencia (f_y) : 4,200 kg/cm²
- Módulo elástico (E_s) : 2,000,000 kg/cm²

3.1.2.2. Cargas

Las cargas de gravedad se obtienen de la Norma E.020.

a) Carga Volumétrica

- Concreto Armado : 2,400 Kg/m³
- Albañilería : 1,800 Kg/m³

b) Carga Muerta Distribuida

- Piso Terminado : 100 Kg/m²
- Peso tabiquería de soga ($h=2.85m$) : 900 kg/m
- Peso tabiquería de cabeza ($h=2.85m$) : 1,400 kg/m
- Peso tabiquería de soga ($h=1.10m$) : 350 kg/m
- Peso parapeto de concreto ($h=0.50m$) : 200 kg/m

c) Carga Viva Distribuida

- Carga variable en Aulas : 250 kg/m²
- Carga variable en corredores : 400 kg/m²
- Carga variable en Talleres : 350 kg/m²
- Carga variable en Laboratorio : 300 kg/m²
- Carga variable en servicios higiénicos : 300 kg/m²
- Carga variable en azotea : 100 kg/m²

3.1.2.3. Determinación de las Acciones Sísmicas

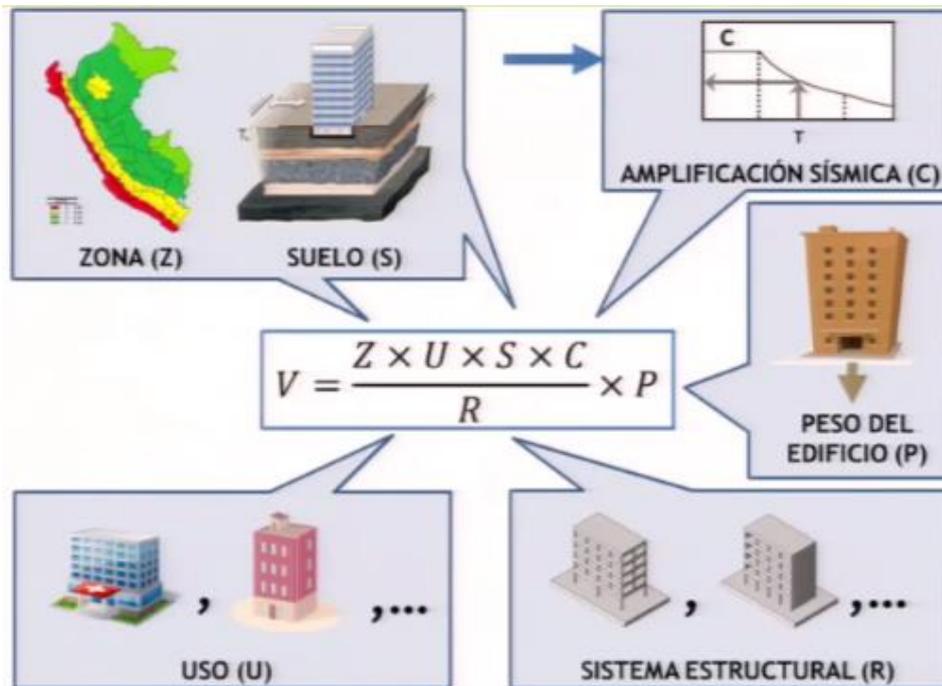
Las acciones ocasionados por el sismo dependen de los parámetros que se pueden observar en la figura 1.





Figura 1

Acciones Sísmicas.



Nota. Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2018).

3.1.2.3.1. Peligro Sísmico

a) Zonificación “Z”

Según la Norma E.030, en el Perú existen 4 distintas zonas de sismicidad, donde cada zona tiene un factor “Z” que representa la aceleración máxima que puede alcanzar el sismo en el terreno donde está ubicada la edificación.

De acuerdo a la Tabla N°1 del numeral 10.2, la edificación se ubica en la Zona Z4, teniendo un factor Z=0.45.

b) Perfil de Suelo

El estudio de suelos clasifica al terreno como Tipo S2 (Suelos Intermedio), las cuales son suelos medianamente rígidos, donde el suelo puede ser caracterizado por arena densa, arena gruesa o media y suelos compactos muy cohesivos.





c) parámetros de sitio “S”, “TP” Y “TL”

Según la Tabla N°3 del Artículo 13, definimos el parámetro “S” que según la clasificación de suelo y la zona tiene un factor de suelo $S=1.05$.

Según a la Tabla N°4 del Artículo 13, definimos los parámetros “TP” y “TL” que según la clasificación de suelo y la Zona tiene los siguientes periodos: $TP=0.6s$ y $TL=2.00s$.

d) Factor de Amplificación Sísmica “C”

Luego de haber obtenido los periodos “TP” y “TL”, se procede a calcular el factor (C), utilizando las siguientes ecuaciones:

- ✓ Si $T < TP$, $C = 2.5$
- ✓ Si $TP < T < TL$, $C = 2.5 * \left(\frac{TP}{T}\right)$
- ✓ Si $T > TL$, $C = 2.5 * \left(\frac{TP*TL}{T^2}\right)$

3.1.2.3.2. Caracterización del edificio

a) categoría de la edificación y factor de uso “U”

Las edificaciones se categoriza según el uso que se le da, cada categoría tiene un factor U según la importancia que tenga la edificación.

Según la tabla N°5 del Artículo 15, teniendo en cuenta que la edificación se usara como las aulas de un colegio, podemos clasificar la estructura como categoría A2, siendo una edificación esencial que tiene un factor $U=1.50$.

b) Sistema estructural

Teniendo la categoría de la edificación A2 y su respectiva Zona Z4, las edificaciones son restringidas según la tabla N°6(*) del Artículo 17, donde define el sistema estructural que se puede utilizar en la edificación.

Por tanto el sistema estructural que se usara en este proyecto será:

- En sentido XX, Muros de Corte.





- En sentido YY, Albañilería Confinada.

c) Coeficiente básico de reducción Sísmicas “Ro”

Luego de haber definido el sistema estructural en ambos sentidos, definiremos los coeficientes básicos de reducción sísmica según la Tabla N°7 del numeral 18.2.

- Para Muros Estructurales se tiene $R_o=6$.
- Para Albañilería Confinada se tiene $R_o=3$.

d) Restricciones de la Irregularidad

Como la estructura se proyecta para un colegio, se clasifica como categoría A2, la cual se ubica en la Zona Z4, por lo tanto según la Tabla N°10 del numeral 21.1, no se permite irregularidades tanto en altura como en planta.

3.1.2.4. Estructuración, Predimensionamiento y Modelado de la Estructura

a) Descripción del Edificio

Las estructuras en estudio son 7 módulos de 3.50 metros de entrepiso.

Figura 2

Distribución de los módulos A, B, C, D, E, F y G

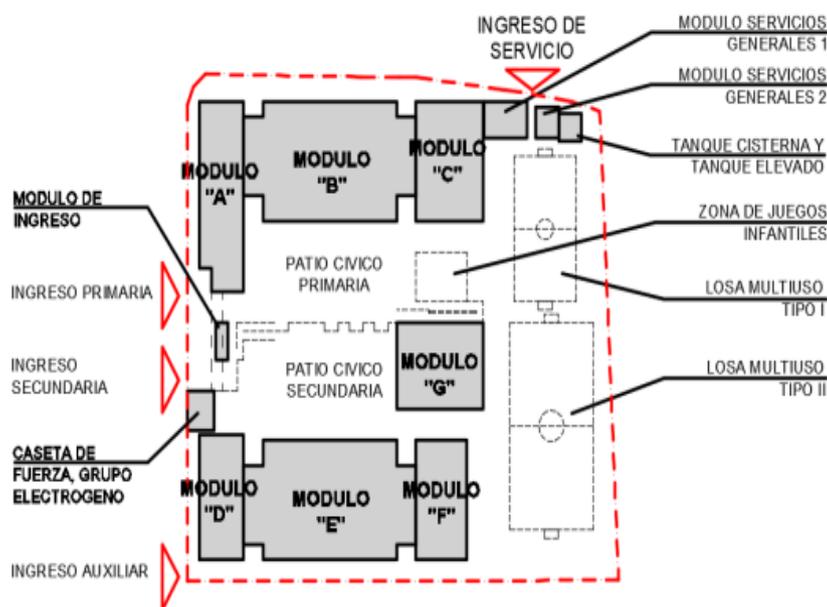
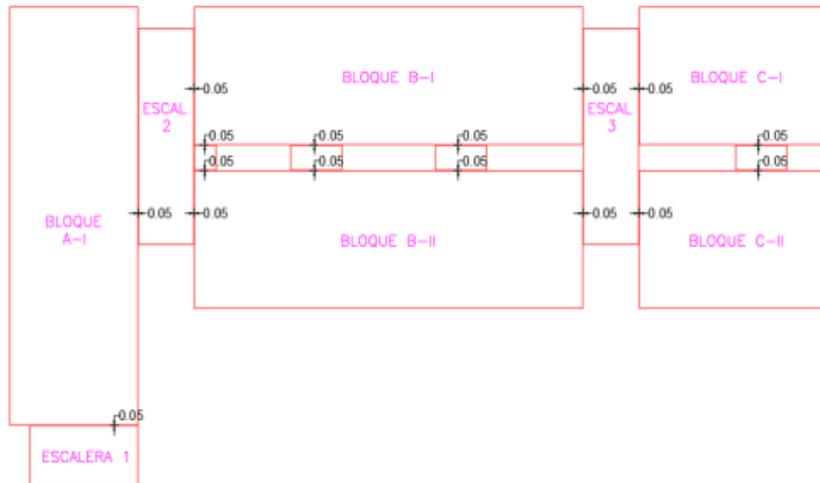




Figura 3

Separación entre edificios



b) Predimensionamiento

Tomando en consideración lo que dice la Norma E.060 y la Norma E.070, se procede a dimensionar todos los elementos estructurales que participan en la edificación:

- La edificación proyectada es de 02 pisos, el sistema estructural que usa es muros de corte en sentido XX y albañilería confinada en sentido YY.
- Losa Aligerada: de acuerdo a la luz libre y la sobrecarga se dimensiona el espesor de la losa en 0.20m.
- Vigas: de acuerdo a la luz libre y la distribución de carga sobre la viga se realiza el dimensionamiento obteniendo las siguientes secciones en metros: VP-1 (0.25x0.65), VP-2 (0.25x0.55), VS-1 (0.25x0.55) y VB (0.20x0.55).
- Muros estructurales: Considerando el área tributaria, longitud de anclaje y el criterio de columna fuerte – viga débil se obtiene las siguientes secciones en metros: PL-01(T) (1.30x0.60x0.25), PL-02(L) (1.05x0.50x0.25), C-01 (0.25X0.25).





- Muros de Albañilería: consideramos un espesor efectivo de 0.23m.

c) Modelo Matemático en ETABS

Luego de haber dimensionado la edificación, se realiza el modelo matemático en ETABS, usada para el análisis sísmico del Bloque C-I.

Figura 4

Elementos estructurales del primer piso del Bloque C-I

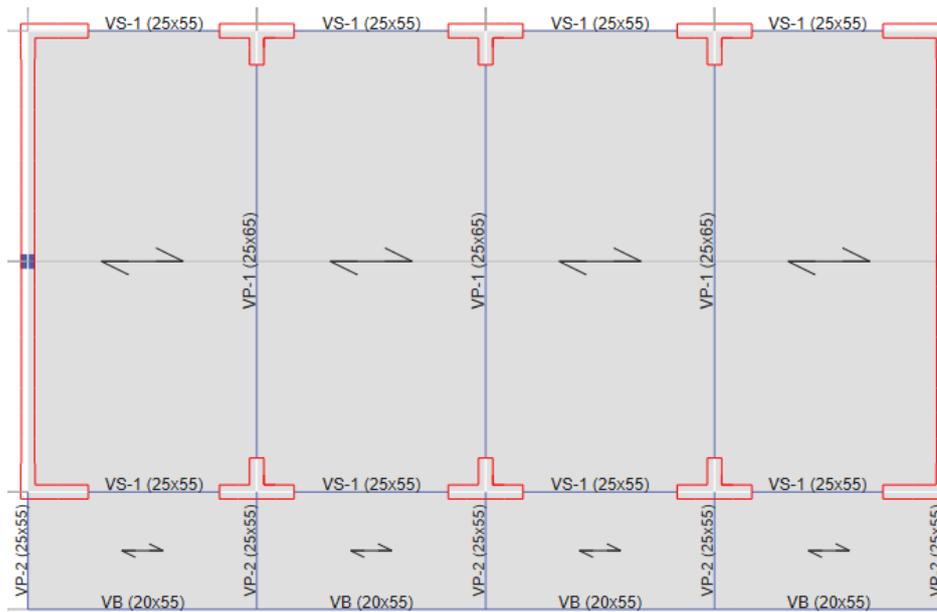


Figura 5

Elementos estructurales del segundo piso del Bloque C-I

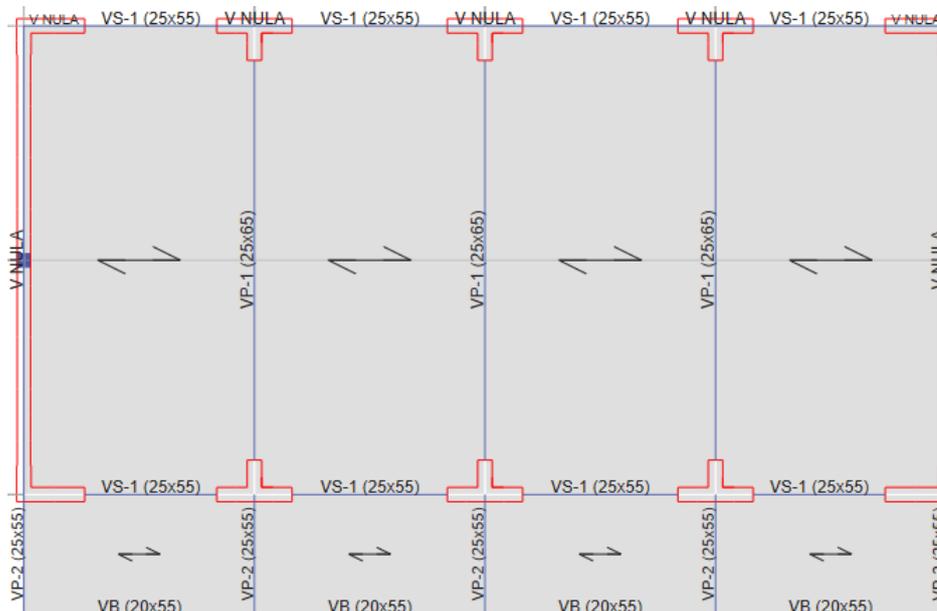




Figura 6

Distribución de cargas de tabiquerías aisladas del Bloque C-I

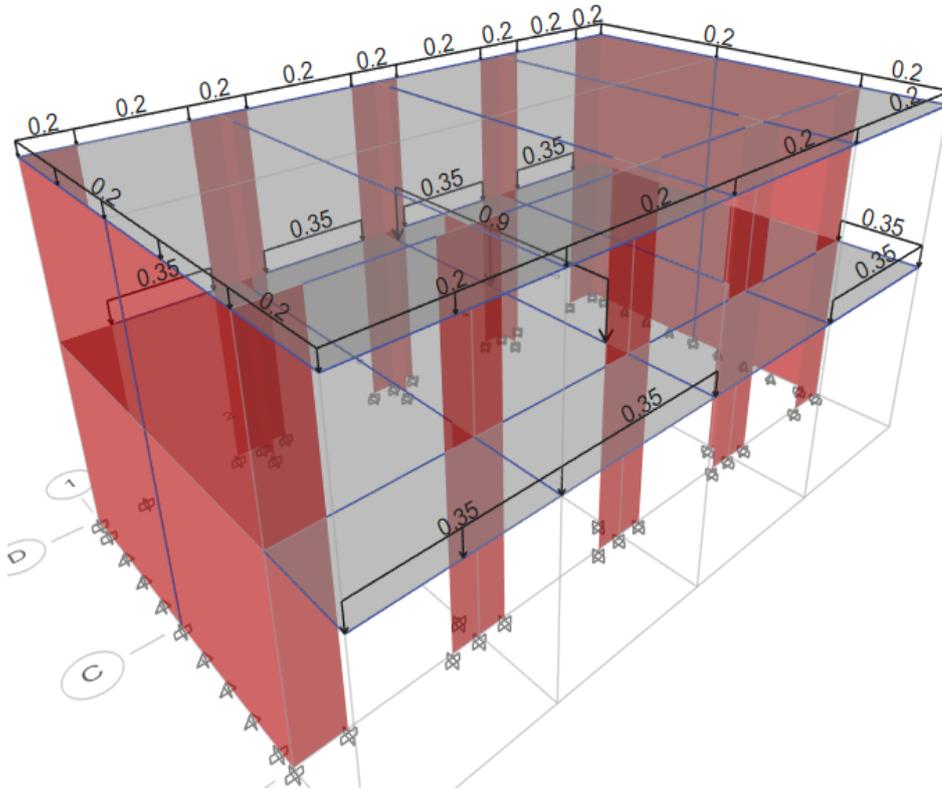


Figura 7

Distribución de carga Muerta Piso terminado del Bloque C-I

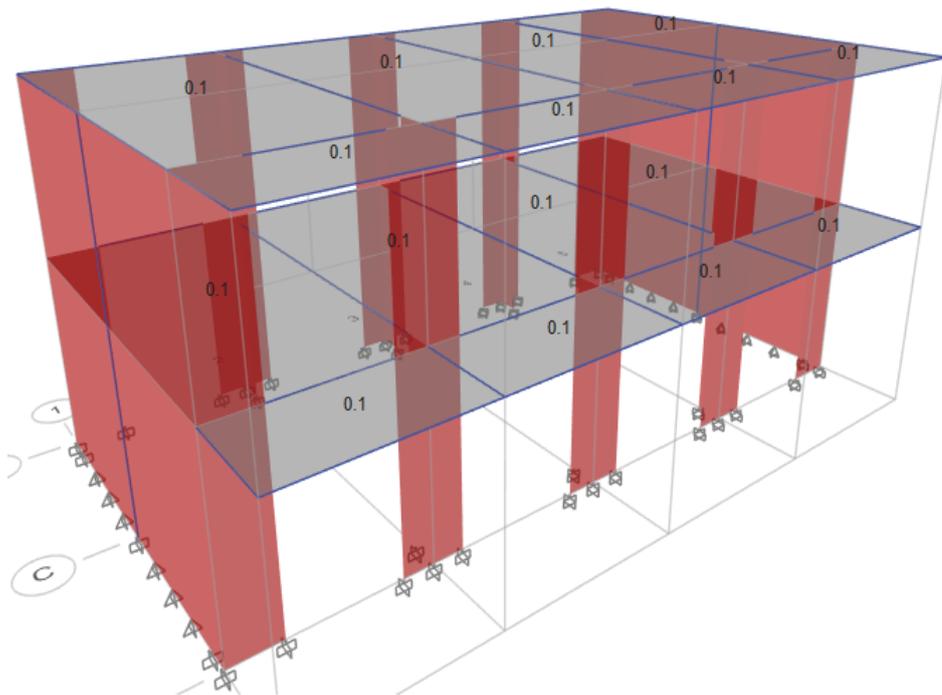




Figura 8

Distribución de carga Viva Aulas y corredores del Bloque C-I

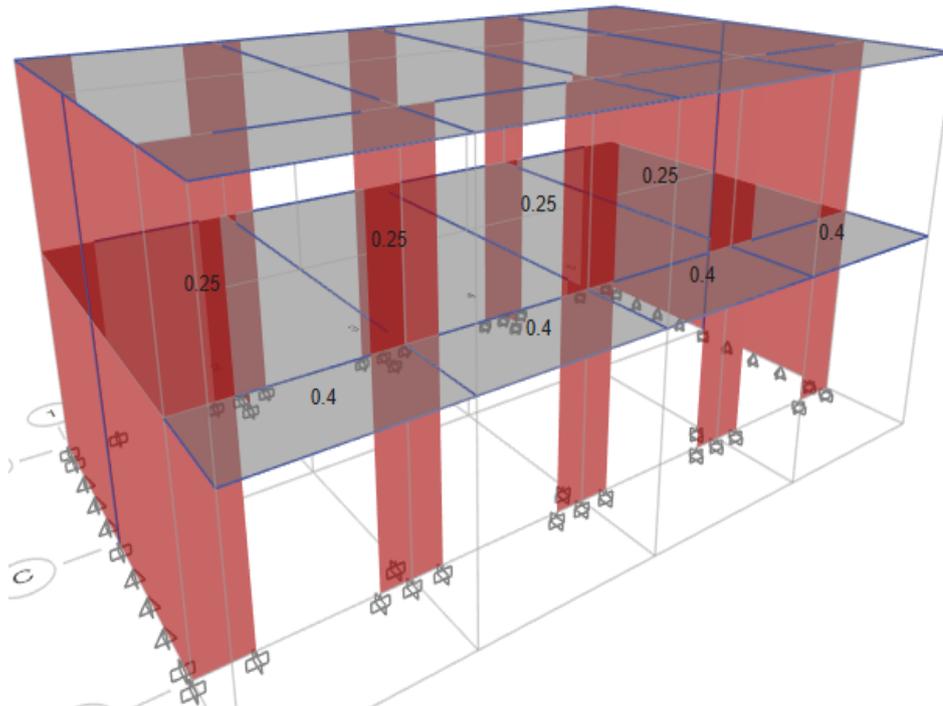
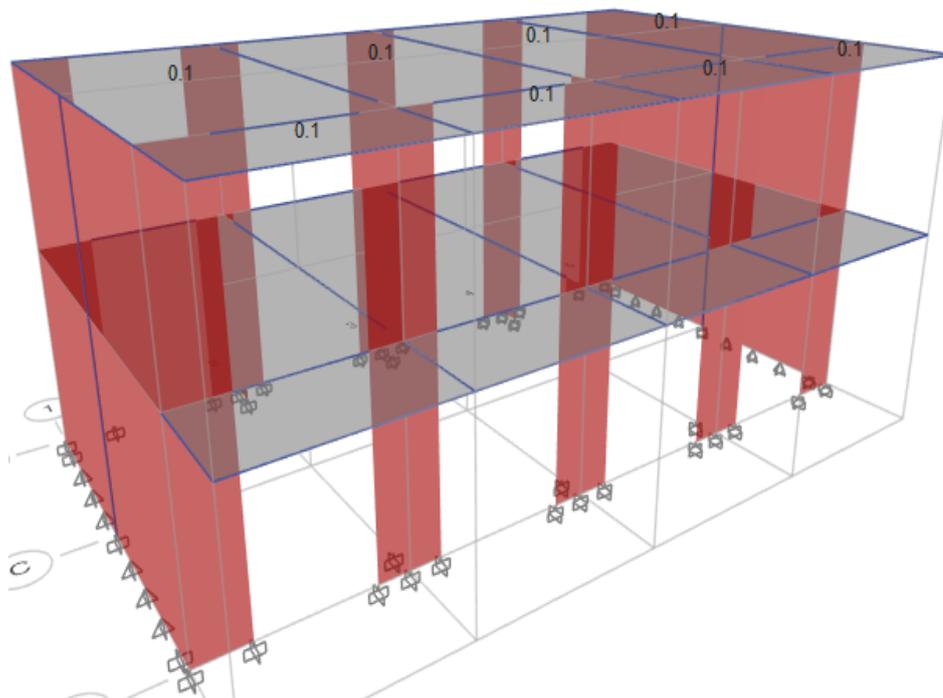


Figura 9

Distribución de carga Viva Azotea del Bloque C-I





3.1.2.5. Análisis Sísmico

a) Estimación del peso “P”

Para calcular el peso que participa en la edificación, se considera el peso propio generado por el edificio, la carga muerta adicional producida por los acabados y la tabiquería, y un porcentaje de las cargas vivas en los entresijos y la azotea.

Siendo una estructura de categoría esencial, se considera el 100% de las cargas muertas, más el 50% de las cargas vivas de los entresijos y un 25% de la carga viva en los techos.

Figura 10

Participación de Masa

Mass Source Data

Mass Source Name:

Mass Source

- Element Self Mass
- Additional Mass
- Specified Load Patterns
- Adjust Diaphragm Lateral Mass to Move Mass Centroid by:
 - This Ratio of Diaphragm Width in X Direction:
 - This Ratio of Diaphragm Width in Y Direction:

Mass Multipliers for Load Patterns

Load Pattern	Multiplier
CV	0.5
CM-ACABADOS	1
CV-AZOTEA	0.25

Mass Options

- Include Lateral Mass
- Include Vertical Mass
- Lump Lateral Mass at Story Levels

Buttons: OK, Cancel

b) Análisis estático

El método estático consiste en representar el sismo como un conjunto de fuerzas que actúan sobre el centro de masa en cada uno de los pisos de la estructura.

La edificación tiene una altura de 7.5 metros, por lo que se cumple con lo que indica el numeral 28.1.2. de la Norma E.030, donde dice que para





edificaciones que están conformados por Muros de corte y Albañilería, estas no deberán tener una altura mayor a 15 metros.

Figura 11

Patrones de carga en sentido XX

Seismic Load Pattern - User Defined

Direction and Eccentricity

X Dir Y Dir

X Dir + Eccentricity Y Dir + Eccentricity

X Dir - Eccentricity Y Dir - Eccentricity

Ecc. Ratio (All Diaph.)

Overwrite Eccentricities

Factors

Base Shear Coefficient, C

Building Height Exp., K

Story Range

Top Story ▼

Bottom Story ▼

Figura 12

Patrones de carga en sentido YY

Seismic Load Pattern - User Defined

Direction and Eccentricity

X Dir Y Dir

X Dir + Eccentricity Y Dir + Eccentricity

X Dir - Eccentricity Y Dir - Eccentricity

Ecc. Ratio (All Diaph.)

Overwrite Eccentricities

Factors

Base Shear Coefficient, C

Building Height Exp., K

Story Range

Top Story ▼

Bottom Story ▼

c) Análisis dinámico

Para realizar la evaluación dinámica se usara el análisis Modal-Espectral.





Figura 13

Espectro de respuesta en sentido XX

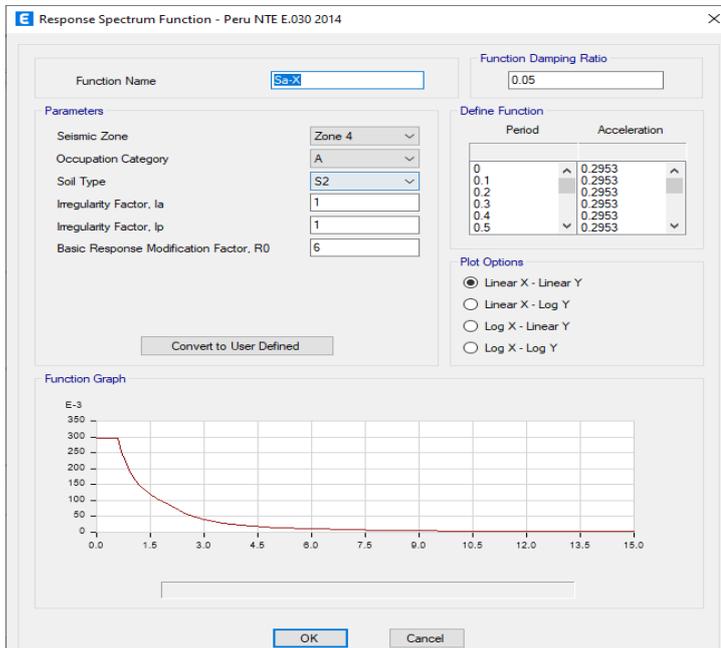
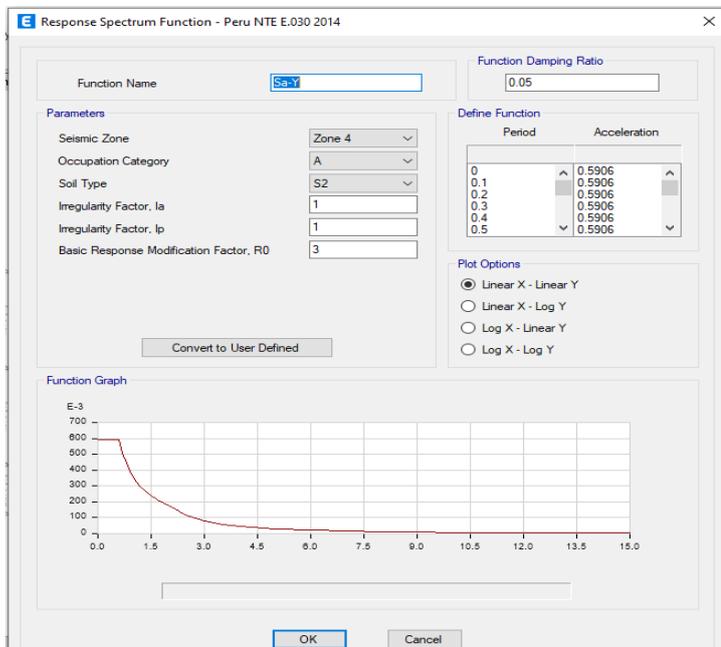


Figura 14

Espectro de respuesta en sentido YY



Se considera un 30% del efecto del sismo perpendicular al eje de análisis y un espectro con valores del 2/3 del sismo horizontal en la dirección de análisis para los sismos verticales.





3.1.2.6. Validación de la estructura

Luego de obtener los resultados en el análisis sísmico, se procede a validar la estructura propuesta según los requerimientos de regularidad y rigidez.

a) Revisión de las hipótesis del análisis

IRREGULARIDAD EN ALTURA

Se procede a realizar la verificación de regularidades en altura según la Tabla N°8 del artículo 20 de la Norma E.030.

irregularidad de Rigidez - Piso Blando: Al realizar el análisis comparativo de los rigideces laterales de cada nivel, comprobamos que la rigidez lateral del entrepiso es mayor al 70% del inmediato superior y mayor que el 80% del promedio de rigidez lateral de los niveles superiores en ambos sentidos, por ello no presenta esta irregularidad.

Tabla 3

Irregularidad de Rigidez-Piso blando en sentido XX

PISO	RIGIDEZ EN SENTIDO XX			Condición
	Ki	0.7*K(i+1)	0.8*K((i+1)+(i+2)+(i+3))/3	
Piso 2	384.047			regular
Piso 1	697.95	268.833	307.24	regular

Tabla 4

Irregularidad de Rigidez-Piso blando en sentido YY

PISO	RIGIDEZ EN SENTIDO YY			Condición
	Ki	0.7*K(i+1)	0.8*K((i+1)+(i+2)+(i+3))/3	
Piso 2	1210.096			regular
Piso 1	1484.46	847.067	968.08	regular

Irregularidad de Resistencia - Piso Débil: No presenta esta irregularidad debido a que los elementos estructurales de la edificación se desarrollan en los tres niveles.





Irregularidad Extrema de Rigidez: Al no presentar irregularidad por rigidez, no es necesario realizar este análisis.

Irregularidad Extrema de Resistencia: Al no presentar irregularidad de resistencia, no es necesario realizar este análisis.

Irregularidad de Masa o Peso: Realizando el análisis comparativo de las masas de entrepiso, comprobamos que el 150% de la masa del entrepiso superior es menor al entrepiso del análisis en ambos sentidos, por lo que no presenta esta irregularidad.

Tabla 5

Irregularidad de Masa o Peso en sentido XX

PISO	RIGIDEZ EN SENTIDO XX			
	Pi	1.5xPi+1	1.5xPi-1	Condición
Piso 2	164.746		535.114	regular
Piso 1	356.742	247.119		regular

Tabla 6

Irregularidad de Masa o Peso en sentido YY

PISO	RIGIDEZ EN SENTIDO YY			
	Pi	1.5xPi+1	1.5xPi-1	Condición
Piso 2	164.746		535.114	regular
Piso 1	356.742	247.119		regular

Irregularidad Geométrica Vertical: Tomando en cuenta la estructuración, no presentara Irregularidad Geométrica Vertical, esto a que todos los elementos que conforman la estructura heredan las mismas dimensiones de los niveles inferiores.

Discontinuidad En los Sistemas Resistentes: Tomando en cuenta la distribución estructural, no presenta esta irregularidad, esto a que todos los niveles tienen la misma configuración.





Discontinuidad Extrema En los Sistemas Resistentes: Al no presentar discontinuidad en los sistemas resistentes, no es necesario realizar este análisis.

Al realizar la verificación de los anteriores puntos, llegamos a la conclusión que, la edificación no presenta ninguna irregularidad en altura tanto en el sentido XX como en el sentido YY.

IRREGULARIDAD EN PLANTA

Se procede a realizar la verificación de regularidades en planta según la Tabla N°8 del artículo 20 de la Norma E.030.

Irregularidad Torsional: Para este análisis, la primera condición es que si el desplazamiento máximo relativo del entrepiso es menor al 50% del desplazamiento de entrepiso permitido, la estructura no presenta irregularidad por torsión. En este caso la estructura cumple con esta primera condición, por lo que no presenta irregularidad tanto en sentido XX e YY.

Tabla 7

Irregularidad Torsional en sentido XX

DESPLAZAMIENTO EN X-X						
PISO	$\Delta(\max)$	$\Delta(\text{perm.})$	$\Delta(\max)$	Condición	$1.3*\Delta(\text{prom.})$	Tipo
	cm	cm	%	$\Delta(\max)>50\%$	cm	
Piso 2	0.577	2.45	24%	NO	0.750	regular
Piso 1	0.524	2.8	19%	NO	0.682	regular

Tabla 8

Irregularidad Torsional en sentido YY

DESPLAZAMIENTO EN Y-Y						
PISO	$\Delta(\max)$	$\Delta(\text{perm.})$	$\Delta(\max)$	Condición	$1.3*\Delta(\text{prom.})$	Tipo
	cm	cm	%	$\Delta(\max)>50\%$	cm	
Piso 2	0.196	2.45	8%	NO	0.254	regular
Piso 1	0.291	2.8	10%	NO	0.378	regular





Irregularidad Torsional Extrema: Al no presentar irregularidad torsional, no es necesario realizar este análisis.

Esquinas Entrantes: Tomando en cuenta la estructuración de la edificación, no presentara esta irregularidad, ya que la estructura no tiene entradas.

Discontinuidad del Diafragma: Tomando en cuenta la estructuración de la edificación, no presentara esta irregularidad, viendo que la estructura tiene un diafragma netamente completa.

Sistemas No Paralelos: Tomando en cuenta la estructuración de la edificación, no presenta esta irregularidad, ya que todos los ejes son paralelos en ambos sentidos.

Al realizar la verificación de los anteriores puntos, llegamos a la conclusión que, la edificación no presenta ninguna irregularidad en planta tanto en el sentido XX como en el sentido YY.

b) Modos de Vibración

Los modos de vibración de una estructura serán por lo menos de 3 modos por piso. La Norma indica que la participación de masa de la edificación debe superar el 90%, de no cumplirse esta condición deberá aumentarse los modos necesarios hasta alcanzar el porcentaje requerido.

Tabla 9

Modos de Vibración de la edificación

Case	Mode	Period (sec)	UX	UY	SumUX	SumUY	SumRZ
Modal	1	0.16	0.88	0.00	0.88	0.00	0.00
Modal	2	0.11	0.00	0.94	0.88	0.94	0.00
Modal	3	0.08	0.00	0.00	0.88	0.94	0.94
Modal	4	0.05	0.12	0.00	1.00	0.94	0.94
Modal	5	0.04	0.00	0.06	1.00	1.00	0.94
Modal	6	0.03	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00





Figura 15

Modo 1 de Vibración en sentido XX

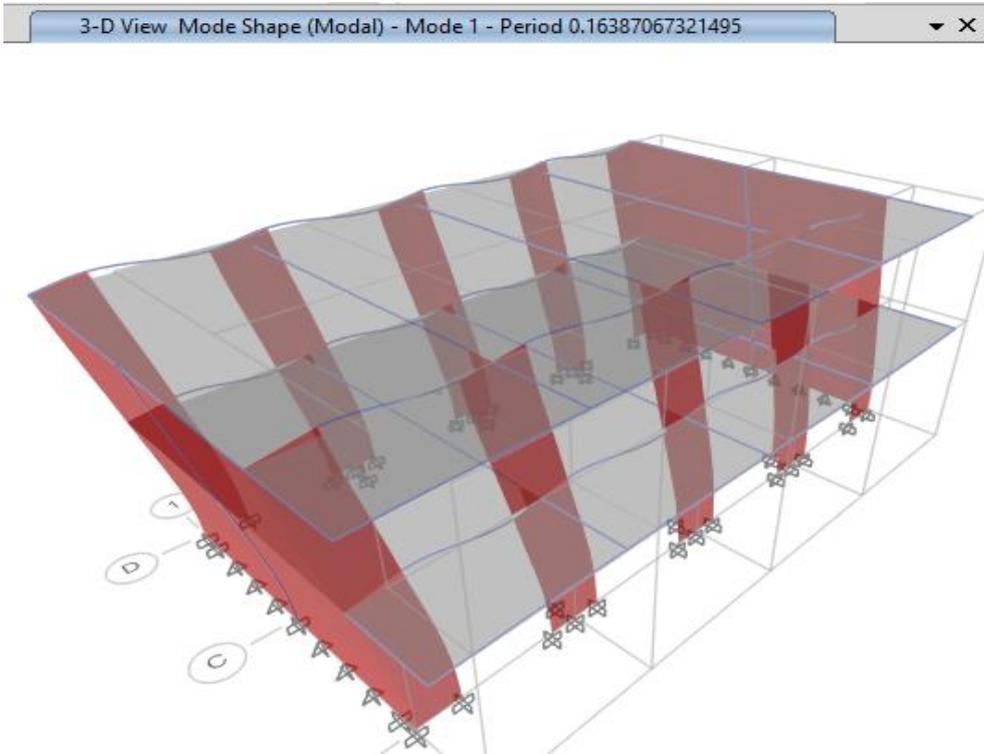
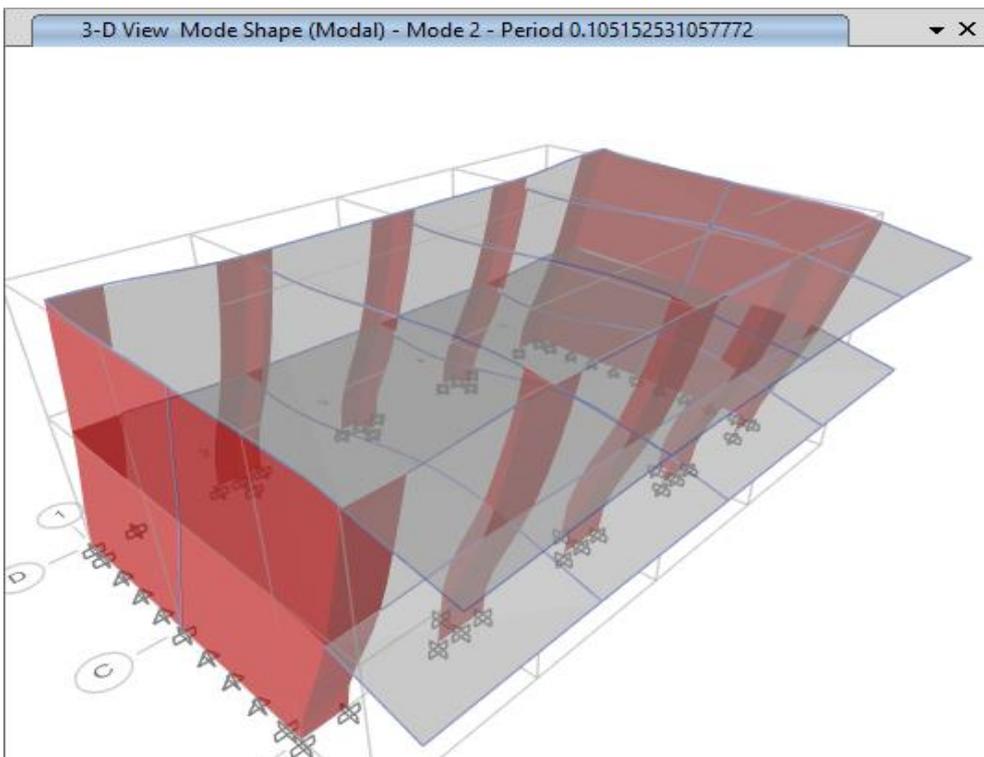


Figura 16

Modo 2 de Vibración en sentido YY





c) Determinación de desplazamientos laterales

Considerando que la estructura es regular, para obtener los desplazamientos laterales de cada piso, los resultados obtenidos del análisis lineal elástico se deben multiplicar por $0.75R$, donde R es la reducción sísmica que depende del sistema que tiene la estructura y la regularidad de la misma en cada sentido. La Norma E.030 nos dice que este valor obtenido debe ser menor al límite de distorsión de entrepiso.

Según la tabla N°11 ubicado en el artículo 32 de la Norma E.030, tenemos que el valor límite para la distorsión de entrepiso es de 0.007 para sistemas de concreto armado y 0.005 para sistemas de albañilería.

Tabla 10

Derivas de entrepiso

NIVEL	Desp. Máx. (cm)		Desp. Máx. Relat. (cm)		Distorsión	
	X	Y	X	Y	X	Y
2	1.1259	0.4482	0.5877	0.1798	0.0017	0.0005
1	0.5382	0.2684	0.5382	0.2684	0.0013	0.0007

- En el sentido XX no superan a 0.007(sistema de concreto armado).
- En el sentido YY no superan a 0.005 (sistema de albañilería confinada).

d) Cortante Estática y Dinámica de la Estructura

Se realiza el análisis de cortante basal en cada una de las direcciones, para esto la Norma E.030 nos dice que la cortante dinámico en la base de la estructura debe ser mayor al 80% de la cortante estática para estructuras regulares y 90% para estructuras irregulares, si la cortante estática termina siendo mayor a la cortante dinámica en la base del primer piso, esta deberá ser escalada hasta que cumpla con lo que dice el numeral 4.6.4 de la Norma E.030.





Tabla 11

Análisis de cortante basal

Cortante	Vest	80%Vest	Vdin	Factor
Vx	94.23	75.39	83.47	1.00
Vy	188.47	150.77	177.10	1.00

En el Sentido X-X del Bloque C-I, el cortante dinámico es de 83.47 ton, siendo superior al 80% del cortante estático (75.39 ton), por tanto no se requiere escalar el espectro.

En el Sentido Y-Y del Bloque C-I, el cortante dinámico es de 177.10 ton, siendo superior al 80% del cortante estático (150.77 ton), por tanto no se requiere escalar el espectro.

3.1.3. Dimensionamiento

Teniendo en consideración la verificación estructural realizada a la infraestructura del Bloque C-I, Se tiene como resultado las siguientes dimensiones.

Figura 17

Dimensionamiento y Estructuración del Primer Nivel

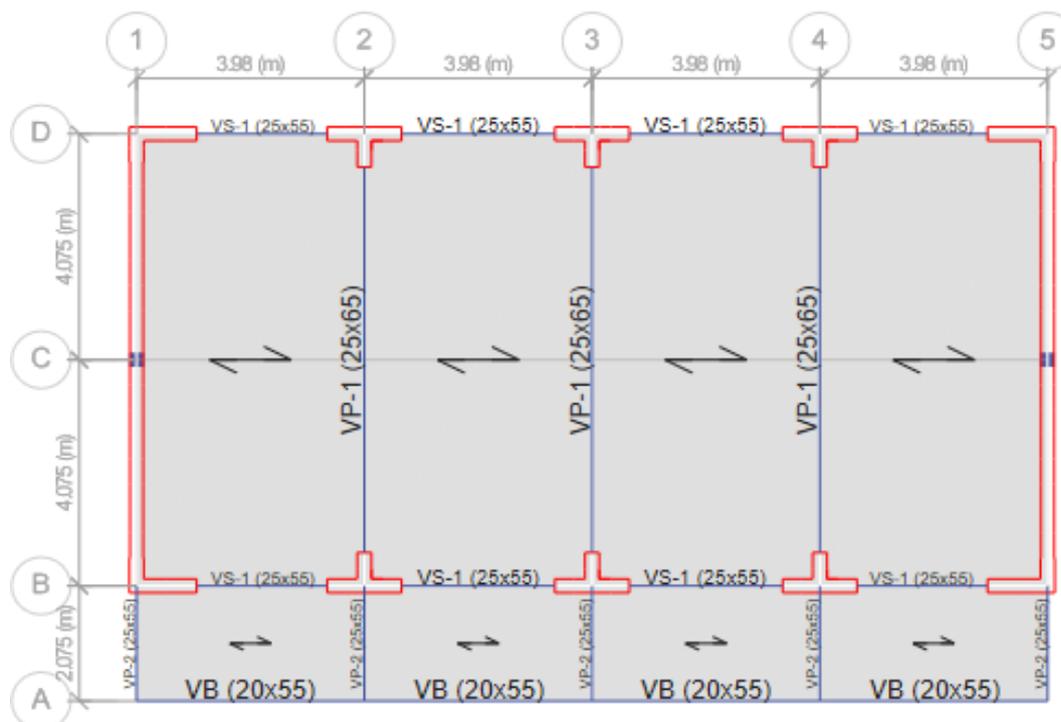
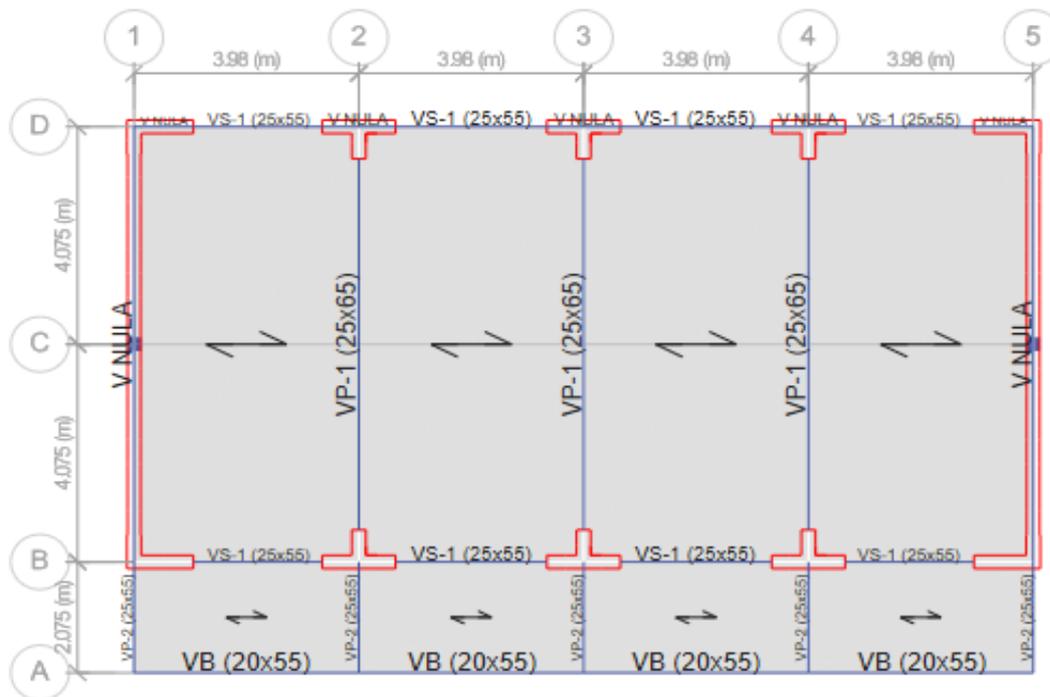




Figura 18

Dimensionamiento y Estructuración del Segundo Nivel



3.1.4. Equipos utilizados

Para la investigación se utilizarán los siguientes equipos:

- Software ETABS.
- Hoja de Cálculo Excel.
- Hoja de Texto Microsoft Office Word.

3.1.5. Conceptos Básicos para el Diseño del Piloto

a) Diseño estructural:

Una estructura debe trabajar como un conjunto de componentes combinados de manera ordenada para que cumpla con su función específica. Para este proceso se debe formular un objetivo que se pretende alcanzar, teniendo en cuenta las restricciones que presenta. Este proceso se realiza de forma cíclica, partiendo de algunas consideraciones generales y siendo afinado en aproximaciones sucesivas. (Morales, 2013)





b) Análisis sísmico:

Al momento de realizar el análisis sísmico de una estructura debemos tener en cuenta lo que nos dice la Norma E.030:

- Una edificación debería ser diseñado de tal forma que no colapse, y aunque pudiera presentar daños en la estructura esta no debería ocasionar la pérdida de vidas.
- En caso de edificaciones esenciales la estructura deberá ser diseñada de tal manera que estas se mantengan operativas después de un sismo severo.

c) Fuerzas sísmicas:

Teniendo en cuenta que vivimos en un país sísmico, siempre debe considerarse la fuerza sísmica, ya que la fuerza de inercia que produce un sismo suele ser mucho mayor a la carga por gravedad. Por esto la verificación por fuerzas sísmicas deben ser consideradas con la misma importancia que las gravitacionales. (Blanco,1994)

d) Sistema estructural:

Es importante definir el sistema estructural de la edificación, ya que de acuerdo a esto se podrá definir el coeficiente de reducción sísmica (R_o) la cual afecta de forma directa al sismo elástico. La Norma establece los sistemas estructurales que se pueden usar de acuerdo a la importancia y la ubicación de la edificación. (Muñoz, 2020)

e) Regularidad Estructural:

En cualquiera edificación siempre será importante definir si la estructura es regular o irregular, esto con la finalidad de establecer un procedimiento apropiado y para definir el coeficiente de reducción sísmica “R”, teniendo en



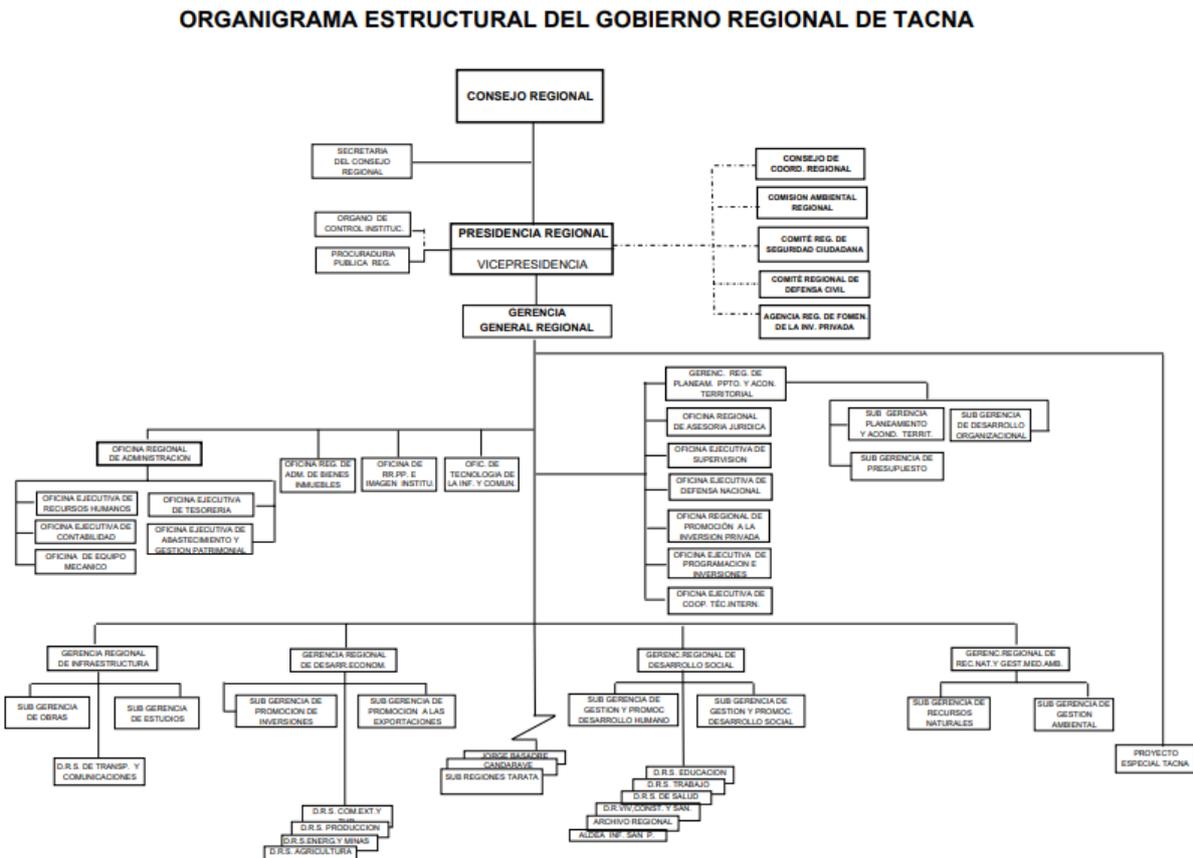


cuenta las restricciones que nos da la Norma según la importancia y la ubicación de la edificación. (Muñoz, 2020)

3.1.6. Estructura

Figura 19

Organigrama estructural del Gobierno Regional de Tacna



Nota. Fuente: Gobierno Regional de Tacna (2020).

3.1.7. Elementos y funciones

a) Ingeniero Estructural

- Es el responsable de la parte estructural del proyecto.
- Coordina con los distintos especialistas que participan en el proyecto.
- Se encarga de realizar el diseño de un edificio de manera económica y que esta cumpla con lo establecido en el Reglamento Nacional de Edificaciones.





3.1.8. Planificación del Proyecto

Para desarrollar el siguiente trabajo de suficiencia profesional, se realizaron las siguientes actividades según la programación mostrada a continuación:

Tabla 12

Diagrama de Gantt de actividades realizadas

ACTIVIDADES	SEMANAS					
	1	2	3	4	5	6
Propuesta de Tema de Investigación						
Recopilación de datos						
Formulación del Problema						
Desarrollo del Trabajo de Suficiencia Profesional						
Presentación del Trabajo de Suficiencia Profesional						
Levantamiento de Observaciones						
Sustentación						

3.1.9. Servicios y Aplicaciones

A continuación se describen las actividades realizadas durante el desarrollo del trabajo de suficiencia profesional, tomando como base la programación realizada en el diagrama Gantt:

- **Semana 01:** Se propone el tema de Investigación para el trabajo de suficiencia Profesional, luego de ser aprobado se realiza la recopilación de todos los datos requeridos para desarrollar la investigación.
- **Semana 02:** Según la realidad problemática se Plantean los problemas, los objetivos, la justificación y el título de Investigación.
- **Semana 03:** Se desarrolla el trabajo de suficiencia Profesional, para ello se realiza la descripción y diseño del Proceso Desarrollado, dando las conclusiones y recomendaciones necesarias según nuestros objetivos. Se define el diseño metodológico, las referencias tomadas, el glosario de términos, los Índices y los anexos.





- **Semana 04:** Se presenta el trabajo de suficiencia Profesional mediante el sistema turniting, para su respectiva revisión.
- **Semana 05:** Se levantan las observaciones dadas por el asesor, y se vuelve a reenviar el trabajo de suficiencia para su próxima revisión.
- **Semana 06:** Luego de haber levantado todas las observaciones necesarias, finalmente se sustenta el trabajo de Suficiencia Profesional.

3.2. Conclusiones

- a) Se identifico los parámetros necesarios para el análisis sísmico usando el software ETABS, para la construcción del Bloque C-I de la Institución Educativa Champagnat en la ciudad de Tacna, 2020.
 - La infraestructura se ubica en la zona Z4, Teniendo un factor de Zona de $Z=0.45$.
 - Según el estudio de suelos se clasifica al terreno como tipo S2 (suelos intermedios).
 - Los parámetros de sitios según la Zona y el tipo de suelos son, factor $S=1.05$, con periodos $TP=0.60$ y $TL=2.00$.
 - La estructura pertenece a la categoría A2, siendo una edificación esencial y teniendo un factor $U=1.50$.
 - El sistema estructural usado en sentido XX es de Muros de Corte teniendo un $Ro=6$ y en YY es de Albañilería teniendo un $Ro=3$.
 - Según la restricción de irregularidades, siendo una edificación esencial no se permite irregularidades.
- b) Se definió la Estructuración, Predimensionamiento y Modelado matemático de los elementos estructurales para el análisis sísmico usando el software ETABS,





para la construcción del Bloque C-I de la Institución Educativa Champagnat en la ciudad de Tacna, 2020.

- La edificación proyectada es de 02 pisos, el sistema estructural que usa es muros de corte en sentido XX y albañilería confinada en sentido YY.
 - Losa Aligerada: de acuerdo a la luz libre y la sobrecarga se dimensiona el espesor de la losa en 0.20m.
 - Vigas: de acuerdo a la luz libre y la distribución de carga sobre la viga se realiza el dimensionamiento obteniendo las siguientes secciones en metros: VP-1 (0.25x0.65), VP-2 (0.25x0.55), VS-1 (0.25x0.55) y VB (0.20x0.55).
 - Muros estructurales: Considerando el área tributaria, longitud de anclaje y el criterio de columna fuerte – viga débil se obtiene las siguientes secciones en metros: PL-01(T) (1.30x0.60x0.25), PL-02(L) (1.05x0.50x0.25), C-01 (0.25x0.25).
 - Muros de Albañilería: se considera un espesor efectivo de 0.23m.
- c) Se verifico los resultados obtenidos en el análisis sísmico usando el software ETABS, para la construcción del Bloque C-I de la Institución Educativa Champagnat en la ciudad de Tacna, 2020.
- La edificación no presenta irregularidades.
 - Los periodos de vibración son de 0.16s en X y 0.11s en Y, teniendo una masa participativa mayor al 90%.
 - La máxima deriva de entrepiso en sentido XX es de 0.0017 la cual no supera a 0.007 (Sistema de Concreto Armado) y en YY de 0.0007 la cual no supera 0.005 (Sistema de Albañilería Confinada).





- El cortante dinámico basal en sentido XX es de 83.47 ton, siendo superior al 80% del cortante estático (75.39 ton) y en el sentido YY, el cortante dinámico es de 177.10 ton siendo superior al 80% del cortante estático (150.77 ton), por lo que no se requiere escalar el espectro en ningún sentido.

3.3. Recomendaciones

- a) Se recomienda definir de manera correcta todos los parámetros necesarios para realizar el análisis sísmico.
- b) Se recomienda que al momento de predimensionar los elementos estructurales tomar en consideración las Normas: E.060 y E.070.
- c) Se recomienda que al realizar el análisis sísmico en zonas Z4 considerar un 30% del sismo perpendicular al eje del análisis y 2/3 de la misma para el sismo vertical.





CAPITULO IV

DISEÑO METODOLÓGICO

4.1. Tipo y diseño de Investigación

La investigación es de enfoque cuantitativa ya que los resultados obtenidos del software son de carácter numérico, de nivel explicativa ya que permite experimentar y según la finalidad del proyecto es de tipo aplicada debido a que permite el análisis sísmico de la estructura teniendo como interés su aplicación futura.

Diseño de la investigación

Experimental, esto a que para realizar el análisis sísmico se hace uso de variables.

4.2. Método de Investigación

La investigación usa el método deductivo, puesto que se toma conclusiones generales para explicar particularidades, en este caso se usa un modelo matemático donde se analiza sísmicamente la estructura usando los parámetros obtenidos de la normativa.

4.3. Población y Muestra

Población:

Infraestructura de la Institución Educativa Champagnat de la ciudad de Tacna.

Muestra:

Infraestructura del Bloque C-1 de la Institución Educativa Champagnat.





4.4. Lugar de Estudio

La Institución Educativa Champagnat se encuentra ubicada en el Distrito de Tacna, Provincia Tacna del Departamento de Tacna. Accesible desde el paseo cívico de la ciudad, en dirección a la Av. Bolognesi de donde se puede acceder por dos vías altamente transitables, una es la Calle Billingurt y la otra Calle Mariscal Miller, ambas intersectan con la Calle Restauración, en donde se encuentra el proyecto.

Figura 20

Ubicación del Proyecto



Nota. Esta figura se extrajo del Google Earth.

4.5. Técnica e Instrumentos para la recolección de la información

a) Técnica

La investigación usa la técnica de observación para recopilar la información, esto a que se es necesario los datos obtenidos del lavatorio y campo, como también la revisión de libros.

b) Instrumentos

Los instrumentos utilizados en la investigación son:

- Software ETABS





- Hoja de Cálculo Excel.
- Hoja de Texto Microsoft Office Word.

4.6. Análisis y Procesamiento de datos

La data se procesó en:

Etaa Uno

Se define los parámetros que se necesitan para realizar el análisis de la estructura.

Etaa dos

Se realiza la estructuración y el Predimensionamiento de los elementos que participan en la edificación, respectivamente se modela la estructura en el software ETABS para que posteriormente se realice su análisis sísmico .

Etaa tres

Se verifica que los resultados obtenidos cumplan con los requerimientos mínimos que pide la Norma E.030, apoyándose en tablas Excel.





CAPÍTULO V

REFERENCIAS

5.1. Libros

Bedoya, C. y Barriga J. (2019). Sismicidad de Tacna 1997 (Proyecto de Investigación).

Suárez, J. (2021). Evaluación y comparación de estructuras redundantes y no redundantes usando Normas ASCE-7 Y NEC-15 (Trabajo practico para titulación). Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Blanco Blasco, A. (15 de Setiembre de 2010). Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Obtenido de Seminario: Normatividad y Gestión para Edificaciones Sostenibles y Saludables: www.mvcs.gob.pe

Norma E.020. (2006). Cargas. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

Norma E.030. (2018). Diseño Sismorresistente. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

Norma E.060. (2009). Concreto Armado. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

Norma E.070. (2009). Albañilería. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

Muñoz, A. (2020). Comentarios a la Norma Peruana E.030 diseño sismorresistente. SENCICO.





5.2. Electrónica

Tavera, H. (2021). <https://www.sgp.org.pe/alerta-peru-un-pais-altamente-sismico/#:~:text=A%20nivel%20mundial%2C%20el%20Per%C3%BA,procesos%20de%20convecci%C3%B3n%20del%20manto>

https://www.peru.gob.pe/docs/PLANES/10167/PLAN_10167_Organigrama%20Institucional_2008.pdf

<https://www.gob.pe/institucion/regiontacna/institucional>

https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1129512/COMENTARIOS_A_LA_NORMA_PERUANA_E.030_DISE%91O_SISMORRESISTENTE.pdf





CAPÍTULO VI

GLOSARIO DE TÉRMINOS

6.1. Glosario de Términos

Carga: Fuerza u otras acciones que resulten del peso de los materiales de construcción, ocupantes y sus pertenencias, efectos del medio ambiente, movimientos diferenciales y cambios dimensionales restringidos. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2020)

Carga Muerta: Es el peso de los materiales, dispositivos de servicio, equipos, tabiques y otros elementos soportados por la edificación, incluyendo su peso propio, que sean permanentes o con una variación en su magnitud, pequeña en el tiempo. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2020)

Carga Viva: Es el peso de todos los ocupantes, materiales, equipos, muebles y otros elementos movibles soportados por la edificación. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2020)

Placa: Muro portante de concreto armado, diseñado de acuerdo a las especificaciones de la Norma Técnica de Edificación E.060 Concreto Armado. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2020)

Tabique: Muro no portante de carga vertical, utilizado para subdividir ambientes o como cierre perimetral. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2020)

Columna: Elemento de concreto armado diseñado y construido con el propósito de transmitir cargas horizontales y verticales a la cimentación. La columna puede





funcionar simultáneamente como arriostre o como confinamiento. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2020)

Muro Portante: Muro diseñado y construido en forma tal que pueda transmitir cargas horizontales y verticales de un nivel al nivel inferior o a la cimentación. Estos muros componen la estructura de un edificio de albañilería y deberán tener continuidad vertical. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2020)

Albañilería Confinada: Albañilería reforzada con elementos de concreto armado en todo su perímetro, vaciado posteriormente a la construcción de la albañilería. La cimentación de concreto se considerará como confinamiento horizontal para los muros del primer nivel. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2020)

Altura Efectiva: Distancia libre vertical que existe entre elementos horizontales de arriostre. Para los muros que carecen de arriostres en su parte superior, la altura efectiva se considerará como el doble de su altura real. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2020)

Viga: Elemento estructural que trabaja fundamentalmente a flexión y cortante. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2020)





CAPÍTULO VII

ÍNDICES

7.1. Índice de Tablas

Tabla 1 Datos Generales de la Entidad	1
Tabla 2 Requerimientos y normatividad aplicada a la investigación	9
Tabla 3 Irregularidad de Rigidez-Piso blando en sentido XX	21
Tabla 4 Irregularidad de Rigidez-Piso blando en sentido YY	21
Tabla 5 Irregularidad de Masa o Peso en sentido XX	22
Tabla 6 Irregularidad de Masa o Peso en sentido YY	22
Tabla 7 Irregularidad Torsional en sentido XX	23
Tabla 8 Irregularidad Torsional en sentido YY	23
Tabla 9 Modos de Vibración de la edificación	24
Tabla 10 Derivas de entrepiso	26
Tabla 11 Análisis de cortante basal	27
Tabla 12 Diagrama de Gantt de actividades realizadas	31

7.2. Índice de Figuras

Figura 1 Acciones Sísmicas.	11
Figura 2 Distribución de los módulos A, B, C, D, E, F y G	13
Figura 3 Separación entre edificios	14
Figura 4 Elementos estructurales del primer piso del Bloque C-I	15
Figura 5 Elementos estructurales del segundo piso del Bloque C-I	15
Figura 6 Distribución de cargas de tabiquerías aisladas del Bloque C-I	16
Figura 7 Distribución de carga Muerta Piso terminado del Bloque C-I	16
Figura 8 Distribución de carga Viva Aulas y corredores del Bloque C-I	17
Figura 9 Distribución de carga Viva Azotea del Bloque C-I	17
Figura 10 Participación de Masa	18
Figura 11 Patrones de carga en sentido XX	19
Figura 12 Patrones de carga en sentido YY	19
Figura 13 Espectro de respuesta en sentido XX	20
Figura 14 Espectro de respuesta en sentido YY	20
Figura 15 Modo 1 de Vibración en sentido XX	25
Figura 16 Modo 2 de Vibración en sentido YY	25
Figura 17 Dimensionamiento y Estructuración del Primer Nivel	27
Figura 18 Dimensionamiento y Estructuración del Segundo Nivel	28
Figura 19 Organigrama estructural del Gobierno Regional de Tacna	30
Figura 20 Ubicación del Proyecto	36





CAPÍTULO VIII

ANEXOS

ANEXO 1 – Costo Total de la Investigación e Instalación del Proyecto Piloto

El costo del proyecto ANALISIS SISMICO USANDO EL SOFTWARE ETABS, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL BLOQUE C-I DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA CHAMPAGNAT EN LA CIUDAD DE TACNA, 2020; es de Seis mil quinientos con 00/100 Soles.

ANEXO 2 – Diapositivas utilizadas en la sustentación





1. Generalidades

Ubicación del Proyecto:

Región : Tacna
Provincia : Tacna
Distrito : Tacna

Accesible desde el paseo cívico de la ciudad, en dirección a la Av. Bolognesi de donde se puede acceder por dos vías altamente transitables, una es la Calle Billingurt y la otra Calle Mariscal Miller, ambas intersectan con la Calle Restauración, en donde se encuentra el proyecto.



2. Realidad Problemática

Descripción de la Realidad Problemática

Teniendo la necesidad de contar con nuevos ambientes educativos adecuados que cumplan con lo indicado en el Reglamento Nacional de Edificaciones, La Institución Educativa Champagnat propone como uno de ellos el Bloque C-I.

Teniendo en cuenta que Tacna forma parte del cinturón de fuego del pacífico presenta una alta actividad sísmica, toda edificación debe ser diseñada para soportar sismos de grandes magnitudes que se puedan presentar durante su vida útil, cumpliendo con lo que indica la Norma E.030.





2. Realidad Problemática

Formulación del Problema

Problema General

¿De qué manera el Análisis Sísmico usando el software ETABS, permite la Construcción del Bloque C-I de la Institución Educativa Champagnat en la ciudad de Tacna, 2020?

Problemas Específicos

- a) ¿Como los parámetros requeridos para el Análisis Sísmico usando el software ETABS, permite la construcción del Bloque C-I de la Institución Educativa Champagnat en la ciudad de Tacna, 2020?
- b) ¿Cómo la Estructuración, Predimensionamiento y Modelado matemático de los elementos estructurales del Análisis Sísmico usando el software ETABS, permite la construcción del Bloque C-I de la Institución Educativa Champagnat en la ciudad de Tacna, 2020?
- c) ¿Cómo la Verificación de los resultados obtenidos en el análisis sísmico usando el software ETABS, permite la construcción del Bloque C-I de la Institución Educativa Champagnat en la ciudad de Tacna, 2020?

2. Realidad Problemática

Objetivos del Proyecto

Objetivo General

Realizar el Análisis Sísmico usando el software ETABS, para la construcción del Bloque C-I de la Institución Educativa Champagnat en la ciudad de Tacna, 2020.

Objetivos Específicos

- a) Identificar los parámetros necesarios para el análisis sísmico usando el software ETABS, para la construcción del Bloque C-I de la Institución Educativa Champagnat en la ciudad de Tacna, 2020.
- b) Definir la Estructuración, Predimensionamiento y Modelado matemático de los elementos estructurales para el análisis sísmico usando el software ETABS, para la construcción del Bloque C-I de la Institución Educativa Champagnat en la ciudad de Tacna, 2020.
- c) Verificar los resultados obtenidos en el análisis sísmico usando el software ETABS, para la construcción del Bloque C-I de la Institución Educativa Champagnat en la ciudad de Tacna, 2020.





2. Realidad Problemática

Justificación

La presente investigación tiene como fin realizar el análisis sísmico usando el software ETABS, para la construcción del Bloque C-I de la Institución Educativa Champagnat en la ciudad de Tacna, 2020. Para lo cual se hará uso del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Esta Investigación servirá para analizar el comportamiento del Bloque C-I, de la Institución Educativa Champagnat ante las actividades sísmicas que se presenten durante su vida útil.

3. Desarrollo del Proyecto

Propiedad de los materiales

Concreto

- Resistencia a la compresión (f_c) : 210 kg/cm²
- Módulo elástico (E_c) : 217,370.6 kg/cm²
- Coeficiente de poisson (μ) : 0.20
- Módulo de cortante ($G_c = E_c / 2(1 + \mu)$) : 90,571.08 kg/cm²

Albañilería

- Resistencia a la compresión (f_m) : 65 kg/cm²
- Módulo elástico (E_m) : 32,500 kg/cm²
- Resistencia al corte ($v'm$) : 8.1 kg/cm²
- Coeficiente de poisson (μ) : 0.25
- Módulo de cortante ($G_c = E_c / 2(1 + \mu)$) : 13,000 kg/cm²

Acero

- Límite de fluencia (f_y) : 4,200 kg/cm²
- Módulo elástico (E_s) : 2,000,000 kg/cm²

Cargas

Peso Volumétrico

- Concreto Armado : 2,400 Kg/m³
- Albañilería : 1,800 Kg/m³

Carga Muerta Distribuida

- Piso Terminado : 100 Kg/m²
- Peso tabiquería de soga (h=2.85m) : 900 kg/m
- Peso tabiquería de cabeza (h=2.85m) : 1,400 kg/m
- Peso tabiquería de soga (h=1.10m) : 350 kg/m
- Peso parapeto de concreto (h=0.50m) : 200 kg/m

Carga Viva Distribuida

- Carga variable en Aulas : 250 kg/m²
- Carga variable en corredores : 400 kg/m²





3. Desarrollo del Proyecto

Determinación de las Acciones Sísmicas

A) PELIDRO SISMICO

Zonificación "Z"

Representa la aceleración máxima que puede alcanzar el sismo en un terreno determinado.

Perfil de Suelo

El estudio de suelos clasifica al terreno como Tipo S2 (Suelos Intermedio), las cuales son suelos medianamente rígidos.

parámetros de sitio "S", "TP" Y "TL"

Según la clasificación de suelo y la zona se define el factor de suelo S, y los periodos "TP" y "TL".

Factor de Amplificación Sísmica "C"

Luego de haber obtenido los periodos "TP" y "TL", se procede a calcular el factor (C), utilizando las siguientes ecuaciones:

Tabla N° 1
FACTORES DE ZONA "Z"

ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Tabla N° 3
FACTOR DE SUELO "S"

ZONA	SUELO	FACTOR DE SUELO "S"			
		S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
Z ₁	S ₁	0,80	1,00	1,05	1,10
Z ₂	S ₁	0,80	1,00	1,15	1,20
Z ₃	S ₁	0,80	1,00	1,20	1,40
Z ₄	S ₁	0,80	1,00	1,60	2,00

Tabla N° 4
PERIODOS "T_p", "T_l" Y "T_l"

	Perfil de suelo		
	S ₀	S ₁	S ₂
T _p (s)	0,3	0,4	0,6
T _l (s)	3,0	2,5	2,0

$$T < T_p \quad C = 2,5$$

$$T_p < T < T_l \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right)$$

$$T > T_l \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_l}{T^2}\right)$$

3. Desarrollo del Proyecto

B) CARACTERIZACION DE LA EDIFICACION categoría de la edificación y factor de uso "U"

Las edificaciones se clasifican según el uso que se le da, cada categoría tiene un factor U según la importancia que tenga la edificación.

Sistema estructural

Por tanto el sistema estructural que se usara en este proyecto será:

- En sentido XX, Muros de Corte.
- En sentido YY, Albañilería Confinada.

Tabla N° 5
CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR "U"

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A1	Establecimientos del sector salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.	Ver nota 1
A2	Edificaciones esenciales para el manejo de las emergencias, el funcionamiento del gobierno y en general aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. Se incluyen las siguientes edificaciones: Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1.	1,5
A	Edificaciones Esenciales: • Puntos, campamentos, estaciones ferroviarias de pasajeros, sistemas masivos de transporte, locales municipales, centrales de comunicaciones. • Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. • Instalaciones de generación y transformación de electricidad, memorias y plantas de tratamiento de agua. • Instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. • Edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo regional, tales como: grandes hoteles, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. • Edificios que almacenan activos e información esencial del Estado.	

Tabla N° 6 (*)
CATEGORÍA Y SISTEMA ESTRUCTURAL DE LAS EDIFICACIONES

Categoría de la Edificación	Zona	Sistema Estructural
A1	4 y 3	Aslamiento Sísmico con cualquier sistema estructural.
	2 y 1	Estructuras de acero tipo SCBF y EBF. Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado, Albañilería Armada o Confinada.
A2 (*)	4, 3 y 2	Estructuras de acero tipo SCBF y EBF. Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado, Albañilería Armada o Confinada.
	1	Cualquier sistema.
B	4, 3 y 2	Estructuras de acero tipo SMF, MF, SCBF, OCBF y EBF. Estructuras de concreto: Perfiles, Sistema Dual, Muros de Concreto Armado, Albañilería Armada o Confinada. Estructuras de maderas.
	1	Cualquier sistema.
C	4, 3, 2 y 1	Cualquier sistema.





3. Desarrollo del Proyecto

Coefficiente básico de reducción de Fuerzas Sísmicas, "Ro"

Luego de haber definido el sistema estructural en ambos sentidos, definiremos los coeficientes básicos de reducción sísmica.

Restricciones de la Irregularidad

Conociendo la Categoría y la Ubicación de la estructura, se puede definir las restricciones de la edificación.

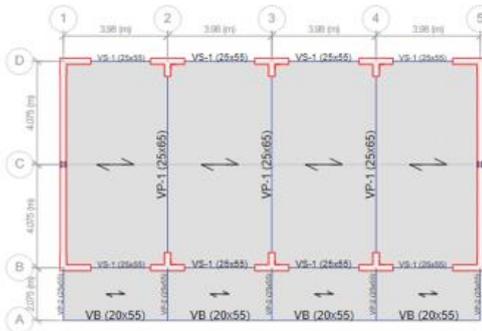
Sistema Estructural	Coefficiente Básico de Reducción R_o (1)
Acero:	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	5
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	4
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	7
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	4
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
Concreto Armado:	
Pórticos	6
Quil.	7
De muros estructurales	6
Muros de tubos/correas empujadas	4
Albanelería Armada o Confinada	3
Madera	7(1)

Categoría de la Edificación	Zona	Restricciones
A1 y A2	4, 3 y 2	No se permiten irregularidades
	1	No se permiten irregularidades extremas
B	4, 3 y 2	No se permiten irregularidades extremas
	1	Sin restricciones
C	4 y 3	No se permiten irregularidades extremas
	2	No se permiten irregularidades extremas excepto en edificios de hasta 2 pisos u 8 m de altura total
	1	Sin restricciones

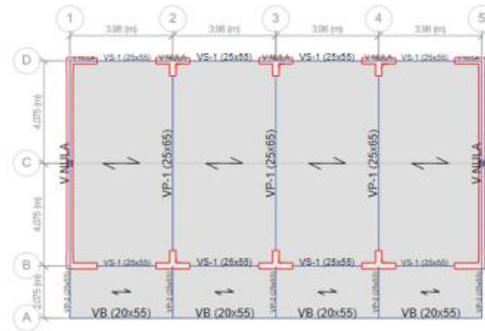
3. Desarrollo del Proyecto

Estructuración, Predimensionamiento y Modelado

En las siguientes figura se pueden observar el modelo matemático de la edificación



Elementos estructurales del primer piso del Bloque C-I

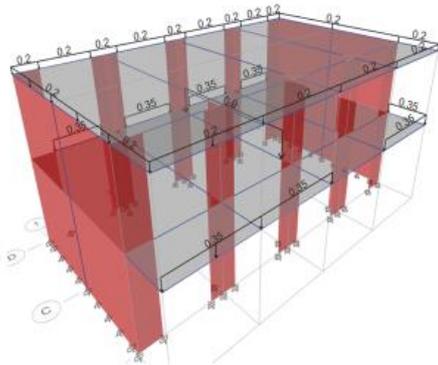


Elementos estructurales del segundo piso del Bloque C-I

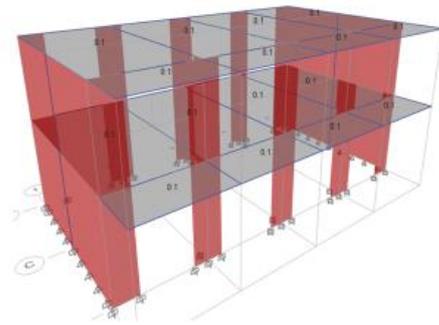




3. Desarrollo del Proyecto 

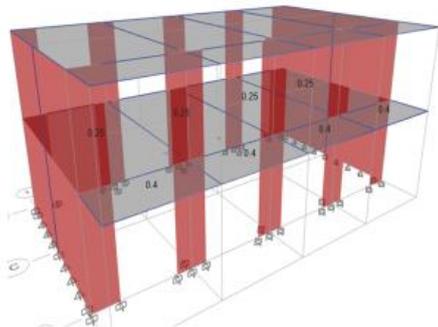


Distribución de cargas de tabiquerías aisladas del Bloque C-I

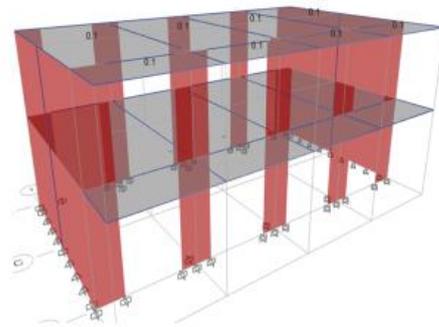


Distribución de carga Muerta Piso terminado del Bloque C-I

3. Desarrollo del Proyecto 



Distribución de carga Viva Aulas y corredores del Bloque C-I



Distribución de carga Viva Azotea del Bloque C-I





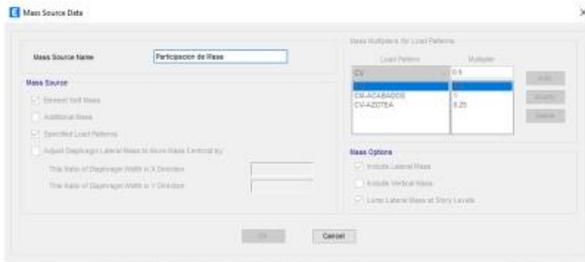
3. Desarrollo del Proyecto UAP UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS

Análisis Sísmico

A) Estimación del peso "P"

Se estima el peso que participara en la edificación.

$$P = 100\%CM + 50\%CV(\text{Entrepiso}) + 25\%CV(\text{Azotea})$$



Participación de Masa

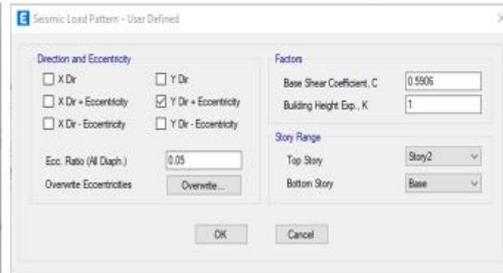
3. Desarrollo del Proyecto UAP UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS

B) Análisis estático

El método estático consiste en representar el sismo como un conjunto de fuerzas que actúan sobre el centro de masa en cada uno de los pisos de la estructura.



Patrones de carga en sentido XX



Patrones de carga en sentido YY

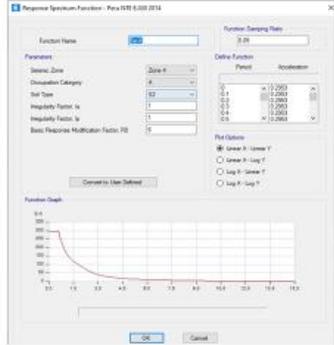




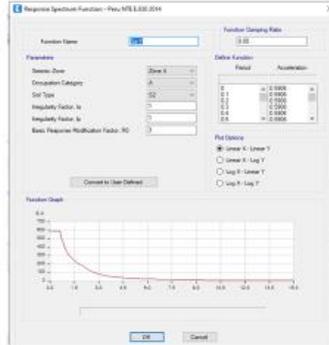
3. Desarrollo del Proyecto

C) Análisis dinámico

Se usara el análisis Modal-Espectral.



Espectro de respuesta en sentido XX



Espectro de respuesta en sentido YY

Se considera un 30% del efecto del sismo perpendicular al eje de análisis y considerando 2/3 del sismo horizontal de la dirección de análisis para los sismos Verticales.

3. Desarrollo del Proyecto

Validación de la estructura

A) IRREGULARIDAD EN ALTURA

irregularidad de Rigidez - Piso Blando (No presenta):

La rigidez lateral de cada entrepiso es mayor al 70% del inmediato superior y mayor que el 80% del promedio de rigidez lateral de los niveles superiores en ambos sentidos.

PISO	RIGIDEZ EN SENTIDO XX			Condición
	Ki	$0.7 \cdot K(i+1)$	$0.8 \cdot K((i+1)+(i+2)+(i+3))/3$	
Piso 2	384.047			regular
Piso 1	697.95	268.833	307.24	regular

Irregularidad de Rigidez-Piso blando en sentido XX

PISO	RIGIDEZ EN SENTIDO YY			Condición
	Ki	$0.7 \cdot K(i+1)$	$0.8 \cdot K((i+1)+(i+2)+(i+3))/3$	
Piso 2	1210.096			regular
Piso 1	1484.46	847.067	968.08	regular

Irregularidad de Rigidez-Piso blando en sentido YY

Irregularidad de Resistencia - Piso Débil (No presenta):

Los elementos se desarrollan en los tres niveles.

Irregularidad Extrema de Rigidez (No presenta):

No presenta irregularidad de rigidez-piso blando.

Irregularidad Extrema de Resistencia (No presenta):

No presenta irregularidad de resistencia.





3. Desarrollo del Proyecto

UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS

Irregularidad de Masa o Peso (No presenta):

Comprobamos que el 150% de la masa del entrecimiento superior es menor al entrecimiento del análisis en ambos sentidos.

PISO	RIGIDEZ EN SENTIDO XX			
	Pi	1.5xPi+1	1.5xPi-1	Condición
Piso 2	164.746		535.114	regular
Piso 1	356.742	247.119		regular

PISO	RIGIDEZ EN SENTIDO YY			
	Pi	1.5xPi+1	1.5xPi-1	Condición
Piso 2	164.746		535.114	regular
Piso 1	356.742	247.119		regular

Irregularidad de Masa o Peso en sentido XX

Irregularidad de Masa o Peso en sentido YY

Irregularidad Geométrica Vertical (No presenta):

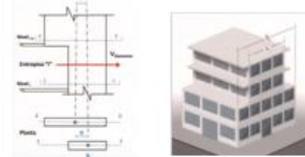
Los elementos estructurales heredan las dimensiones de los niveles inferiores.

Discontinuidad En los Sistemas Resistentes (No presenta):

Todos los niveles tienen la misma configuración.

Discontinuidad Extrema En los Sistemas Resistentes (No presenta):

No presenta discontinuidad en los sistemas resistentes.



3. Desarrollo del Proyecto

UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS

B) IRREGULARIDAD EN PLANTA

Irregularidad Torsional (No presenta):

El desplazamiento relativo máximo es menor al 50% del desplazamiento de entrecimiento permitido.

PISO	DESPLAZAMIENTO EN X-X					Tipo
	$\Delta(max)$ cm	$\Delta(perm.)$ cm	$\Delta(max)$ %	Condición $\Delta(max) > 50\%$	$1.3 \cdot \Delta(prom.)$ cm	
Piso 2	0.577	2.45	24%	NO	0.750	regular
Piso 1	0.524	2.8	19%	NO	0.682	regular

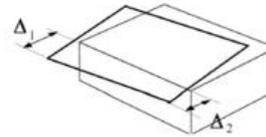
Irregularidad Torsional en sentido XX

PISO	DESPLAZAMIENTO EN Y-Y					Tipo
	$\Delta(max)$ cm	$\Delta(perm.)$ cm	$\Delta(max)$ %	Condición $\Delta(max) > 50\%$	$1.3 \cdot \Delta(prom.)$ cm	
Piso 2	0.196	2.45	8%	NO	0.254	regular
Piso 1	0.291	2.8	10%	NO	0.378	regular

Irregularidad Torsional en sentido YY

Irregularidad Torsional Extrema (No presenta):

No presenta irregularidad torsional.



Si $\Delta_{max} \geq 1.3 \Delta_{prom} \Rightarrow$ Irregular
 Si $\Delta_{max} \geq 1.5 \Delta_{prom} \Rightarrow$ Irregular Extrema
 Donde $\Delta_{prom} = (\Delta_1 + \Delta_2) / 2$ y $\Delta_{max} = \Delta$





3. Desarrollo del Proyecto

Esquinas Entrantes (No presenta):

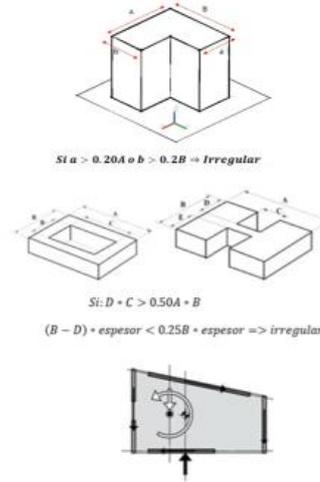
La estructura no presenta entradas.

Discontinuidad del Diafragma (No presenta):

La estructura tiene un diafragma netamente competo.

Sistemas No Paralelos (No presenta):

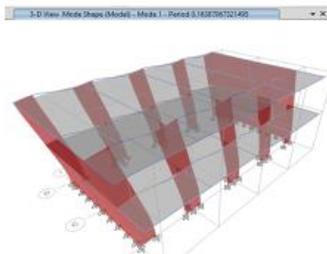
Todos los ejes son paralelos.



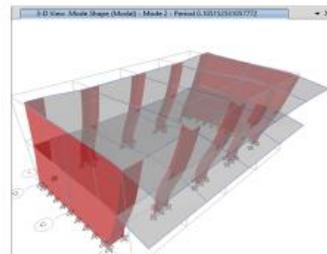
3. Desarrollo del Proyecto

C) Modos de Vibración

Una edificación debe tener como mínimo 3 modos por piso, donde la suma de las masas participadas lleguen al 90%.



Modo 1 de Vibración en sentido XX



Modo 2 de Vibración en sentido YY

Case	Mode	Period sec	UX	UY	SumUX	SumUY	SumRZ
Modal	1	0.16	0.88	0.00	0.88	0.00	0.00
Modal	2	0.11	0.00	0.94	0.88	0.94	0.00
Modal	3	0.08	0.00	0.00	0.88	0.94	0.94
Modal	4	0.05	0.12	0.00	1.00	0.94	0.94
Modal	5	0.04	0.00	0.06	1.00	1.00	0.94
Modal	6	0.03	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00

Modos de Vibración de la edificación





3. Desarrollo del Proyecto

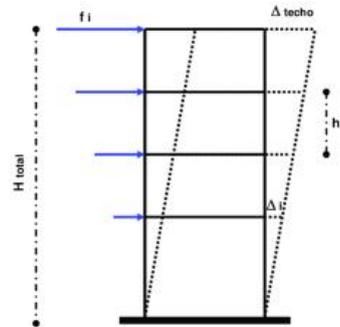
D) Determinación de desplazamientos laterales

Considerando que la estructura es regular, para obtener los desplazamientos laterales de cada piso, los resultados obtenidos del análisis lineal elástico se deben multiplicar por 0.75R.

NIVEL	Desp. Máx. (cm)		Desp. Máx. Relat. (cm)		Distorsión	
	X	Y	X	Y	X	Y
2	1.1259	0.4482	0.5877	0.1798	0.0017	0.0005
1	0.5382	0.2684	0.5382	0.2684	0.0013	0.0007

Derivas de entrepiso

- En el sentido XX no superan a 0.007(sistema de concreto armado).
- En el sentido YY no superan a 0.005 (sistema de albañilería confinada).



3. Desarrollo del Proyecto

E) Cortante Estática y Dinámica de la Estructura

Para estructuras regulares la cortante dinámica deber ser mayor al 80% de la estática, caso contrario se deberá escalar el espectro.

Cortante	Vest	80%Vest	Vdin	Factor
Vx	94.23	75.39	83.47	1.00
Vy	188.47	150.77	177.10	1.00

Análisis de cortante basal

En el Sentido X-X del Bloque C-I, el cortante dinámico es de 83.47 ton, siendo superior al 80% del cortante estático (75.39 ton), por tanto no se requiere escalar el espectro.

En el Sentido Y-Y del Bloque C-I, el cortante dinámico es de 177.10 ton, siendo superior al 80% del cortante estático (150.77 ton), por tanto no se requiere escalar el espectro.





Conclusiones

- a) Se identificó los parámetros necesarios para el análisis sísmico usando el software ETABS, para la construcción del Bloque C-I de la Institución Educativa Champagnat en la ciudad de Tacna, 2020.
- La infraestructura se ubica en la zona Z4, Teniendo un factor de Zona de $Z=0.45$.
 - Según el estudio de suelos se clasifica al terreno como tipo S2 (suelos intermedios).
 - Los parámetros de sitios según la Zona y el tipo de suelos son, factor $S=1.05$, con periodos $TP=0.60$ y $TL=2.00$.
 - La estructura pertenece a la categoría A2, siendo una edificación esencial y teniendo un factor $U=1.50$.
 - El sistema estructural usado en sentido XX es de Muros de Corte teniendo un $R_o=6$ y en YY es de Albañilería teniendo un $R_o=3$.
 - Según la restricción de irregularidades, siendo una edificación esencial no se permite irregularidades.

- b) Se definió la Estructuración, Predimensionamiento y Modelado matemático de los elementos estructurales para el análisis sísmico usando el software ETABS, para la construcción del Bloque C-I de la Institución Educativa Champagnat en la ciudad de Tacna, 2020.
- La edificación proyectada es de 02 pisos, el sistema estructural que usa es muros de corte en sentido XX y albañilería confinada en sentido YY.
 - Losa Aligerada: de acuerdo a la luz libre y la sobrecarga se dimensiona el espesor de la losa en 0.20m.
 - Vigas: de acuerdo a la luz libre y la distribución de carga sobre la viga se realiza el dimensionamiento obteniendo las siguientes secciones en metros: VP-1 (0.25x0.65), VP-2 (0.25x0.55), VS-1 (0.25x0.55) y VB (0.20x0.55).
 - Muros estructurales: Considerando el área tributaria, longitud de anclaje y el criterio de columna fuerte – viga débil se obtiene las siguientes secciones en metros: PL-01(T) (1.30x0.60x0.25), PL-02(L) (1.05x0.50x0.25), C-01 (0.25x0.25).
 - Muros de Albañilería: se considera un espesor efectivo de 0.23m.





c) Se verifico los resultados obtenidos en el análisis sísmico usando el software ETABS, para la construcción del Bloque C-I de la Institución Educativa Champagnat en la ciudad de Tacna, 2020.

- La edificación no presenta irregularidades.
- Los periodos de vibración son de 0.16s en X y 0.11s en Y, teniendo una masa participativa mayor al 90%.
- La máxima deriva de entrepiso en sentido XX es de 0.0017 la cual no supera a 0.007 (Sistema de Concreto Armado) y en YY de 0.0007 la cual no supera 0.005 (Sistema de Albañilería Confinada).
- El cortante dinámico basal en sentido XX es de 83.47 ton, siendo superior al 80% del cortante estático (75.39 ton) y en el sentido YY, el cortante dinámico es de 177.10 ton siendo superior al 80% del cortante estático (150.77 ton), por lo que no se requiere escalar el espectro en ningún sentido.

Recomendaciones

- a) Se recomienda definir de manera correcta todos los parámetros necesarios para realizar el análisis sísmico.
- b) Se recomienda que al momento de predimensionar los elementos estructurales tomar en consideración las Normas: E.060 y E.070.
- c) Se recomienda que al realizar el análisis sísmico en zonas Z4 considerar un 30% del sismo perpendicular al eje del análisis y 2/3 de la misma para el sismo vertical.





GRACIAS

