

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**“ANÁLISIS Y EVALUACIÓN SÍSMICO DEL PABELLÓN “K” DE  
LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA CESAR COHAILA TAMAYO,  
TACNA 2023”**

**PARA OPTAR:**

**TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. DILMER PAÚL PACOMPÍA CONDORI**

**Bach. JAVIER PEDRO CAHUANA ALAVE**

**TACNA – PERÚ**

**2023**

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS**

**“ANÁLISIS Y EVALUACIÓN SÍSMICO DEL PABELLÓN “K” DE  
LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA CESAR COHAILA TAMAYO,  
TACNA 2023”**

Tesis sustentada y aprobada el 11 de noviembre de 2023; estando el jurado calificador integrado por:

**PRESIDENTA : Mtra. DINA MARLENE COTRADO FLORES**

**SECRETARIO : Mtro. FREDY RICHARD CONDORI GOMEZ**

**VOCAL : Mtro. GIANCARLOS JAVIER MACHACA FRIAS**

**ASESOR : Mtro. EDGAR HIPÓLITO CHAPARRO QUISPE**

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Nosotros, Dilmer Paúl Pacompía Condori y Javier Pedro Cahuana Alave, egresados, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificados con DNI 48281584 y 47346184 respectivamente, así como Edgar Hipólito Chaparro Quispe con DNI 40046616; declaramos en calidad de autores y asesor que:

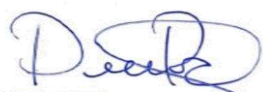
1. Somos los autores de la tesis: *Análisis y evaluación sísmico del pabellón "k" de la Institución Educativa Cesar Cohaila Tamayo, Tacna 2023*, la cual presentamos para optar el Título Profesional de Ingeniero de *Ingeniería Civil*.
2. La tesis es completamente original y no ha sido objeto de plagio, total ni parcialmente, habiéndose respetado rigurosamente las normas de citación y referencias para todas las fuentes consultadas.
3. Los datos presentados en los resultados son auténticos y no han sido objeto de manipulación, duplicación ni copia.

En virtud de lo expuesto, asumimos frente a La Universidad toda responsabilidad que pudiera derivarse de la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos asociados a la obra.

En consecuencia, nos comprometemos ante a La Universidad y terceros a asumir cualquier perjuicio que pueda surgir como resultado del incumplimiento de lo aquí declarado, o que pudiera ser atribuido al contenido de la tesis, incluyendo cualquier obligación económica que debiera ser satisfecha a favor de terceros debido a acciones legales, reclamos o disputas resultantes del incumplimiento de esta declaración.

En caso de descubrirse fraude, piratería, plagio, falsificación o la existencia de una publicación previa de la obra, aceptamos todas las consecuencias y sanciones que puedan derivarse de nuestras acciones, acatando plenamente la normatividad vigente.

Tacna, 11 de noviembre de 2023



.....  
Dilmer Paúl Pacompía Condori  
DNI: 48281584



.....  
Javier Pedro Cahuana Alave  
DNI:47346184



.....  
Edgar Hipólito Chaparro Quispe  
DNI: 40046616

## **DEDICATORIA**

A mis padres por su esfuerzo y apoyo incondicional. Gracias por sus consejos y motivaciones que me alentaron a culminar con éxito una etapa de mi vida. A mi hermano Edward por su respaldo y cariño, que me impulsaron para seguir adelante.

Dilmer Paúl Pacompía Condori

## DEDICATORIA

Gracias Dios por guiarme en cada paso del camino y darme salud y fuerza para seguir adelante. A Martina, mi madre, por brindarme su amor y enseñanzas, hermano Jesús quien me motiva a avanzar día a día y a todos quienes han formado una gran persona en mí.

Javier Pedro Cahuana Alave

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por estar en cada momento de mi vida, y permitir concluir lo que quiero como persona

A la los docentes de la facultad de Ingeniería civil, quienes en su mayoría me transmitieron sus conocimientos en mi formación académica.

A nuestro asesor Ing. Edgar Hipólito Chaparro Quispe, por su apoyo en el desarrollo del presente trabajo.

A mis padres, hermano y amigos que me apoyaron en el camino para lograr mi meta

Dilmer Paúl Pacompía Condori

## **AGRADECIMIENTO**

A nuestro asesor y mentor Mtro. Edgar Hipólito Chaparro Quispe, por su apoyo y orientación durante el desarrollo de este trabajo.

A todos los docentes que han participado en mi formación profesional por su apoyo absoluto, enseñanza de conocimientos

A mi madre, hermano y amigos que siempre han estado ahí para ayudarme e inspirarme a mejorar cada día.

Javier Pedro Cahuana Alave

## ÍNDICE GENERAL

PÁGINA DE JURADOS.....	ii
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD .....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xii
RESUMEN .....	xiv
ABSTRACT .....	xv
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	2
1.1. Descripción del problema .....	2
1.2. Formulación del problema .....	2
1.2.1. Problema General.....	2
1.2.2. Problema Específico .....	3
1.3. Justificación e Importancia.....	3
1.4. Objetivos .....	3
1.4.1. Objetivo General .....	3
1.4.2. Objetivos Específicos.....	3
1.5. Hipótesis.....	4
1.5.1. Hipótesis General .....	4
1.5.2. Hipótesis Específicas .....	4
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Antecedentes de la investigación.....	5
2.2. Bases teóricas .....	6
2.2.1. Sismicidad en el Perú .....	6
2.2.2. Sismicidad en Tacna.....	7
2.2.3. Normas en el Contexto Peruano .....	9
2.2.4. Características mecánicas .....	14
2.2.5. Ensayos del concreto.....	16
2.2.6. Evaluación Estructural .....	18
2.3. Definición de términos .....	25
2.3.1. Concreto Armado.....	25
2.3.2. Deriva máxima.....	25



2.3.3.	Desplazamiento lateral.....	26
2.3.4.	Esclerómetro.....	26
2.3.5.	Modos de vibración .....	26
2.3.6.	Peligro.....	26
2.3.7.	Periodo fundamental de vibración .....	26
2.3.8.	Sismos .....	26
2.3.9.	Subducción .....	26
2.3.10.	Vulnerabilidad estructural.....	26
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO.....		27
3.1.	Diseño de la investigación .....	27
3.2.	Acciones y actividades .....	27
3.2.1.	Recopilación de Información .....	27
3.2.2.	Trabajo de Gabinete .....	27
3.2.3.	Presentación y Evaluación .....	27
3.3.	Materiales y/o instrumentos .....	27
3.4.	Población y/o muestra de estudio .....	28
3.5.	Operacionalización de variables .....	28
3.6.	Técnicas de procesamiento datos .....	29
3.6.1.	Ubicación .....	29
3.6.2.	Técnicas .....	30
3.6.3.	Instrumentos .....	32
CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....		39
4.1.	Ensayo no destructivo – Ensayo del martillo de rebote esclerómetro ...	39
4.2.	Evaluación mediante la metodología FEMA 154 al pabellón “K” .....	39
4.2.1.	Criterios de evaluación.....	39
4.3.	Análisis del Pabellón “K” .....	42
4.3.1.	Propiedades de los materiales .....	42
4.3.2.	Cargas por peso propio.....	42
4.3.3.	Cargas vivas .....	42
4.3.4.	Propiedades del suelo.....	42
4.3.5.	Características de las estructuras .....	42
4.3.6.	Datos de los Materiales.....	43
4.3.7.	Modelo del pabellón en ETABS.....	44
4.3.8.	Parámetros de diseño y Espectro de aceleraciones.....	46
4.3.9.	Análisis modal de la estructura .....	47
4.3.10.	Análisis dinámico .....	49
4.3.11.	Validación de la estructura .....	52

4.3.12. Evaluación de desplazamientos y Distorsiones.....	53
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN.....	57
CONCLUSIONES.....	58
RECOMENDACIONES.....	59
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60
ANEXOS.....	63

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Factores de zona.....	11
Tabla 2. Clasificación de los distintos perfiles de Suelo.....	12
Tabla 3. Sistemas Estructurales según los materiales usados .....	12
Tabla 4. Máximas distorsiones de entrepiso.....	14
Tabla 5. Disposiciones de acero de refuerzo.....	16
Tabla 6. Factor de corrección por esbeltez.....	17
Tabla 7. Tabla de sismicidad debido a la respuesta del espectro de aceleración .....	21
Tabla 8. Irregulares en planta y altura .....	22
Tabla 9. Tipos de suelo considerados según el manual de FEMA 154.....	23
Tabla 10. Codificación y descripción de la tipología de estructuras .....	24
Tabla 11. Puntaje para las diferentes vulnerabilidades.....	25
Tabla 12. Operacionalización de variables .....	28
Tabla 13. Resultados del Ensayo con Esclerómetro.....	39
Tabla 14. Dimensiones de columnas.....	43
Tabla 15. Dimensiones de vigas.....	43
Tabla 16. Especificaciones técnicas de los materiales del pabellón .....	44
Tabla 17. Datos de parámetros sísmicos del Pabellón “K”. .....	46
Tabla 18. Irregularidad de piso blando en ambas direcciones – pabellón K. ....	53
Tabla 19. Distorsiones de entrepiso (deriva) en el eje X-X .....	55
Tabla 20. Distorsiones de entrepiso (deriva) en el eje Y-Y .....	56

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Clases de movimientos sísmicos que suceden cuando las placas convergen .....	7
Figura 2. Zonas donde se acumula energía .....	8
Figura 3. Mapa teórico que muestra las intensidades de la Región de Tacna .....	9
Figura 4. Zonas sísmicas .....	11
Figura 5. Estructura del martillo de prueba HT-225 .....	18
Figura 6. Proceso de la metodología FEMA 154 .....	19
Figura 7. Formatos según la sismicidad de la zona .....	20
Figura 8. Irregularidades en planta y en altura para según la metodología FEMA 154 .....	22
Figura 9. Ingreso principal del colegio Cesar Cohaila Tamayo .....	29
Figura 10. Ubicación del colegio Cesar Cohaila Tamayo .....	30
Figura 11. Vista frontal pabellón “K” .....	31
Figura 12. Zócalo perimetral exterior con presencia de eflorescencia de sales. ....	31
Figura 13. Toma de medidas de columnas del pabellón “K” .....	32
Figura 14. Plano en planta del pabellón “K” .....	33
Figura 15. Plano de elevación principal E-1 del pabellón “K” .....	33
Figura 16. Plano de elevación lateral E-2 del pabellón “K” .....	33
Figura 17. Plano de corte A-A del pabellón “K” .....	34
Figura 18. Plano del Corte B-B- del pabellón “K” .....	34
Figura 19. Ficha de inspección visual .....	35
Figura 20. Ubicación de las columnas y vigas que fueron ensayadas. ....	36
Figura 21. Ficha de ensayo de martillo de rebote .....	36
Figura 22. Abaco de la curva del esclerómetro .....	37
Figura 23. Modelo de esclerómetro usado en el ensayo .....	37
Figura 24. Retiro de pintura y delimitación del área del ensayo .....	38
Figura 25. Toma de lecturas del ensayo de esclerómetro. ....	38
Figura 26. Vista en planta vigas y losas 1er nivel .....	44
Figura 27. Vista en planta vigas y losas en el segundo nivel .....	45
Figura 28. Vista en 3D vigas y losas y muros de albañilería en el primer y segundo nivel .....	45
Figura 29. Vista en 3D 1er existe y propuesta de 2do nivel .....	46
Figura 30. Espectro de aceleración en los ejes “X-X, Y-Y” según ETABS .....	47

Figura 31. Tabla de periodos de la Estructura según ETABS.....	47
Figura 32. Resumen de Periodos predominantes.....	48
Figura 33. Periodo de vibración en modo 1 .....	48
Figura 34. Periodo de vibración en Modo 2 .....	49
Figura 35. Periodo de vibración en Modo 3 .....	49
Figura 36. Tabla de fuerzas cortantes de carga sísmica dinámica en el eje X-X del 1er y 2do nivel.....	50
Figura 37. Tabla de fuerzas cortantes de carga sísmica dinámica en el eje Y-Y del 1er y 2do nivel.....	50
Figura 38. Diagrama de fuerzas cortantes en el eje X-X.....	51
Figura 39. Diagrama de fuerzas cortantes en el eje Y-Y .....	51
Figura 40. Tabla de ratios en cada nivel en el eje X-X.....	52
Figura 41. Tabla de ratios en cada nivel en el eje Y-Y.....	52
Figura 42. Diagrama de desplazamiento en el eje X-X.....	54
Figura 43. Diagrama de desplazamiento en el eje Y-Y.....	54
Figura 44. Diagrama de derivas en el eje X-X .....	55
Figura 45. Diagrama de derivas en el eje Y-Y .....	56

## RESUMEN

*Objetivo:* El presente trabajo de investigación escogido “Análisis y Evaluación Sísmico del Pabellón “K” De La Institución Educativa Cesar Cohaila Tamayo, Tacna 2023” tiene como objetivo principal la evaluación estructural frente a posibles eventos sísmicos del pabellón “K” en concordancia con la norma técnica peruana actual. Para ello se realizó una evaluación in situ y análisis pertinentes. *Metodología:* como primera parte se realizó la toma de medidas para posteriormente realizar los planos primigenios, así mismo se realizó 6 ensayos de esclerometría en los elementos estructurales y la evaluación visual mediante la metodología FEMA 154, obteniendo información necesaria para el desarrollo del análisis sísmico de la estructura. *Resultados:* En el ensayo de esclerómetro se obtuvieron un promedio de 247,13 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia a la compresión en los elementos estructurales, siendo mayor a la resistencia mínima de un concreto estructural establecido por la NTP E.060. Se realizó el respectivo modelado obteniendo las derivas máximas de 0,0038 en el eje “X” y 0,0009 en el eje “Y”. Del análisis mediante la visita de campo de la toma y llenado de datos de la ficha FEMA 154 se calculó un puntaje final de 2,7 con un porcentaje de probabilidad de colapso de 0,20 %, por lo tanto, la edificación es de vulnerabilidad baja. *Conclusión:* con los datos del presente estudio se concluye que la estructura ante eventos sísmicos satisface los lineamientos de la norma sismorresistente y que esta presenta una baja vulnerabilidad según la metodología FEMA 154.

**Palabras Clave:** Análisis, Evaluación, Derivas, FEMA 154, Institución Educativa.

## ABSTRACT

Objective: The present research work chosen “*Seismic Analysis and Evaluation of Pavilion “K” of the Cesar Cohaila Tamayo Educational Institution, Tacna 2023*” has as its main objective the structural evaluation against possible seismic events of pavilion “K” in accordance with the current Peruvian technical standard. For this, an on-site evaluation and relevant analysis were carried out. *Methodology:* as the first part, measurements were taken to later create the original plans, likewise, 6 sclerometry tests were carried out on the structural elements and the visual evaluation using the FEMA 154 methodology, obtaining information necessary for the development of the seismic analysis of the structure. *Results:* In the sclerometry test, an average of 247,13 kg/cm<sup>2</sup> of compressive strength was obtained in the structural elements, being greater than the minimum resistance of a structural concrete established by NTP E.060. The respective modeling was carried out obtaining the maximum drifts of 0,0038 in the “X” axis and 0,0009 in the “Y” axis. From the analysis through the field visit of taking and filling out data from the FEMA 154 form, a final score of 2,7 was calculated with a percentage probability of collapse of 0,20 %, therefore, the building is of low vulnerability. *Conclusion:* with the data of this study, it is concluded that the structure in the event of seismic events satisfies the guidelines of the earthquake-resistant standard and that it presents a low vulnerability according to the FEMA 154 methodology.

**Keywords:** Analysis, Evaluation, Drifts, FEMA 154, Educational Institution.

## INTRODUCCIÓN

La región sur se encuentra ubicada en una de las zonas más propensas a sufrir sismos de mediana o alta intensidad debido a que descansan sobre placas tectónicas en fricción, como lo ocurrido el 23 de junio del 2001, producto de ello se indica la importancia de conocer el comportamiento de las edificaciones en funcionamiento ante un evento sísmico de gran magnitud, que pudieran causar daños en las construcciones, pérdidas económicas y humanas.

El presente trabajo de investigación evalúo la infraestructura del pabellón "K" el cual viene albergando a los alumnos y profesores del nivel secundaria de la Institución Educativa Cesar Cohaila Tamayo, para determinar su posible comportamiento de la ampliación del segundo nivel y la evaluación de la estructura con 15 años de antigüedad donde los edificios son construidos por autoconstrucción o por autoridades nacionales, regionales, locales, empresas privadas y cooperativas en el distrito de Ciudad Nueva, se realizó un análisis sísmico con base, en ello se obtienen resultados que permiten conocer el comportamiento dinámico de los elementos estructurales según lo indicado en las normas aplicables.

El presente trabajo de investigación está compuesto de 5 capítulos: En el primer capítulo, se describe el planteamiento del problema, los objetivos e hipótesis generales y específicos como inicio para nuestra investigación. En el segundo capítulo, se describe los antecedentes, bases teóricas necesarias para la investigación. En el tercer capítulo, se describe el marco metodológico con el diseño de la investigación, materiales, operacionalización de variables y técnicas de procesamiento de datos. En el cuarto capítulo, se describe los resultados de los ensayos y evaluaciones para cada objetivo, En el quinto capítulo, se describe la discusión de los resultados obtenido para cada hipótesis durante la elaboración del presente trabajo de investigación, concluyendo con las conclusiones, recomendaciones, las bibliografías y los anexos que se realizaron en el presente trabajo de investigación.



## **CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1. Descripción del problema**

Perú es uno de los países ubicados cerca de la zona de subducción conocida como el Cinturón de Fuego del Pacífico, donde se registra alrededor del 80 % de los terremotos más fuertes del mundo y donde los terremotos tienen mayor riesgo debido a que descansan sobre placas tectónicas en fricción.

Por lo tanto, se puede identificar que la región sur se encuentra ubicada en una de las zonas más propensas a sufrir sismos de mediana o alta intensidad, los cuales generan pérdidas humanas y económicas, como el que ocurrió el 23 de junio del 2001, el cual reporta un total de: 74 personas fallecidas, 2689 personas heridas, 217495 damnificados, 64 desaparecidos, 35601 viviendas afectadas y 17584 viviendas destruidas (Tavera, 2002). Esto hace evidente la necesidad de continuar con el estudio del comportamiento sísmico de estructuras.

El riesgo sísmico en la ciudad de Tacna se ve amplificado bajo el estudio de propiedades geotécnicas. Así tenemos, que para el caso del Distrito de Ciudad Nueva los suelos son pobres, por lo tanto, la amplificación del sismo es grande y la capacidad de carga es inferior a 1 kg/cm<sup>2</sup>. Mientras que la parte alta del cerro Intiorko, está formada por rocas y una capa de suelo inferior a 0,50 cm. (INDECI, 2004).

La Institución Educativa Cesar Cohaila Tamayo presenta edificaciones de un nivel que necesitan ser ampliadas para el aumento de la capacidad estudiantil. Para esto se requiere identificar la situación de riesgo de la infraestructura, conociéndose que según el Plan Nacional de Infraestructura Educativa al 2025, el 58 % de los estudiantes se instruye en instituciones educativas con edificios en riesgo de colapso, Además se sabe que el 41 % de los edificios son construidos por autoconstrucción o por autoridades nacionales, regionales, locales, empresas privadas y cooperativas. (MINEDU, 2017). Consecuentemente es necesario realizar la investigación mediante el análisis y evaluación estructural según lo estipulado en las normas aplicables.

### **1.2. Formulación del problema**

#### **1.2.1. Problema General**

¿Cómo aplicar criterios de análisis y evaluación sísmico en el pabellón “K” de la institución educativa Cesar Cohaila Tamayo?

### **1.2.2. Problema Específico**

- a. ¿Cuál es el desplazamiento lateral máximo en la ampliación de la estructura existente?
- b. ¿Cuál será la deriva lateral máxima de la ampliación en la edificación según la norma E.030 “Diseño Sismorresistente”?
- c. ¿Qué nivel de vulnerabilidad presenta la edificación existente considerando la evaluación de sus componentes estructurales?

### **1.3. Justificación e Importancia**

Desde el punto de vista científico, la investigación otorgará datos de estudio que mejoren las metodologías de análisis y evaluación estructural en Instituciones Educativas, considerando la gran cantidad de instituciones que requieren una base sólida de estudio en la ciudad de Tacna.

Desde el punto de vista social la necesidad de infraestructura por la gran demanda estudiantil en la ciudad lo convierte en un problema, estas instituciones públicas con buena infraestructura brindan oportunidades a nuevos estudiantes, evitando la deserción estudiantil.

Desde el punto de vista económico la presente investigación permitirá la reducción de costos en la construcción, pues se puntualiza usar infraestructura existente, esta reducción de costos va a ser aplicable a otras infraestructuras necesarias para la población. Además, las inversiones en infraestructura pública son una necesidad vigente, porque estas generan puestos de trabajo que benefician a la población de manera directa e indirectamente mejoran la calidad de vida de las personas.

### **1.4. Objetivos**

#### **1.4.1. Objetivo General**

Aplicar criterios de análisis y evaluación sísmico en el pabellón “K” de la Institución Educativa Cesar Cohaila Tamayo.

#### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- a. Estimar el desplazamiento lateral máximo en la ampliación de la estructura existente.

- b. Determinar la deriva lateral máxima de la ampliación en la edificación según la Norma E.030 "Diseño Sismorresistente".
- c. Determinar la vulnerabilidad de la edificación existente previa evaluación de sus componentes estructurales.

## **1.5. Hipótesis**

### **1.5.1. Hipótesis General**

De acuerdo a los criterios de análisis y evaluación sísmico se obtiene un buen comportamiento estructural en el Pabellón "K" de la Institución educativa Cesar Cohaila Tamayo.

### **1.5.2. Hipótesis Específicas**

- a. El desplazamiento lateral máximo en la ampliación de la estructura existente está dentro de lo permitido.
- b. La deriva lateral máxima de la ampliación en la edificación está por debajo del nivel permitido por la Norma E.030 "Diseño Sismorresistente"
- c. Se obtiene un nivel de vulnerabilidad "Bajo" en la edificación existente considerando la evaluación de sus componentes estructurales.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes de la investigación

#### - Antecedentes a nivel regional

La investigación realiza la prueba de esclerometría para cada componente estructural calculándose una resistencia a la compresión promedio de 206,575 kg/cm<sup>2</sup>, de este hallazgo se analiza que es menor a la resistencia de concreto recomendado por la norma E.060, pero esta no se encuentra alejada de la resistencia promedio establecida para elementos estructurales. Asimismo, la inspección visual demuestra la presencia únicamente de fisuras y una ausencia de eflorescencia. A través del análisis sísmico de la estructura se calcularon las derivas para el eje "Y", las cuales con 0,007 y 0,006 para el primer y el segundo nivel, respectivamente. Con estos resultados la investigación concluye que la edificación cumple de manera satisfactoria los requisitos de la norma de diseño sismorresistente (Chalco y Zegarra, 2022).

Concluye que la Institución Educativa presenta un comportamiento estructural inadecuado, para lo cual realiza ensayos de esclerometría obteniéndose que la resistencia promedio del concreto es menor a la resistencia indicada, por lo tanto, no cumplen con las resistencias recomendadas indicadas en la Norma de Concreto Armado E.060. Del análisis sísmico se tiene que no se cumple con la norma de Diseño Sismorresistente E.030 (Mendoza y Marino, 2021).

#### - Antecedentes a nivel nacional

De la investigación se resuelve que, mediante la evaluación funcional de la estructura, se identificaron los factores que repercuten en el cálculo de vulnerabilidad para edificaciones en instalaciones educativas. Asimismo, se considera los ensayos correspondientes para determinar la capacidad portante promedio de 0,83 kg/cm<sup>2</sup>. De estos resultados se demuestra que los módulos presentan la capacidad de resistir las cargas externas aplicadas. De los resultados de la evaluación estructural y funcional, se puede concluir que cuentan con los requisitos mínimos estipulados de la Norma E030 – 2018 (Salazar y Rodriguez, 2022).

Se concluye del análisis de vulnerabilidad, para los pabellones de la Institución Educativa, es alto, debido a que la resistencia de concreto promedio está debajo de lo permitido por la Norma E.060 y que los elementos como las columnas

se verían afectadas ante un sismo severo. Por lo tanto, se plantea incrementar la sección de la columna considerando un encamisado de concreto reforzado, para reducir la fuerza cortante de las columnas cortas (Panduro y García, 2021).

#### - **Antecedentes a nivel internacional**

De los resultados en la investigación realizada, se concluye que las simulaciones efectuadas a los 7 bloques de edificios mediante el software especializado, satisfacen los criterios de sobreesfuerzo y deriva, los cuales son requisitos establecidos para la norma NSR-10. A pesar de que las edificaciones fueron construidas antes de la adopción de la normativa vigente, estas cumplen con los estándares mínimos de la normativa antes mencionada (Herrera et al., 2019).

De la tesis se concluye que la estructura estudiada presenta un nivel de vulnerabilidad alto, para lo cual se realizó el respectivo análisis estructural, el cual determinó que era necesario aplicar un reforzamiento que permita cumplir con las solicitaciones de carga, siendo el recomendable el encamisado de columnas pues es la más viable técnica y económicamente (Aguilar, 2015).

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Sismicidad en el Perú**

La disposición geomorfológica y los procesos geodinámicos que caracterizan al todo el territorio peruano son consecuencia del proceso de convergencia entre las placas de Nazca y Sudamericana, a un ritmo promedio aproximado de 7-8 cm por año (Villegas, 2016). Este proceso desencadena terremotos de varias magnitudes y distancias focales, los mayores son los que causarán diversos grados de daño estructural y víctimas en ciudades y áreas urbanas (Tavera, 2020).

En términos generales, los sismos en el Perú tienen una variedad de fuentes, pero se pueden dividir principalmente en sismos interplaca, en la figura 1 se muestra sismos superficiales o corticales y sismos intraplaca, y sus características son las siguientes:

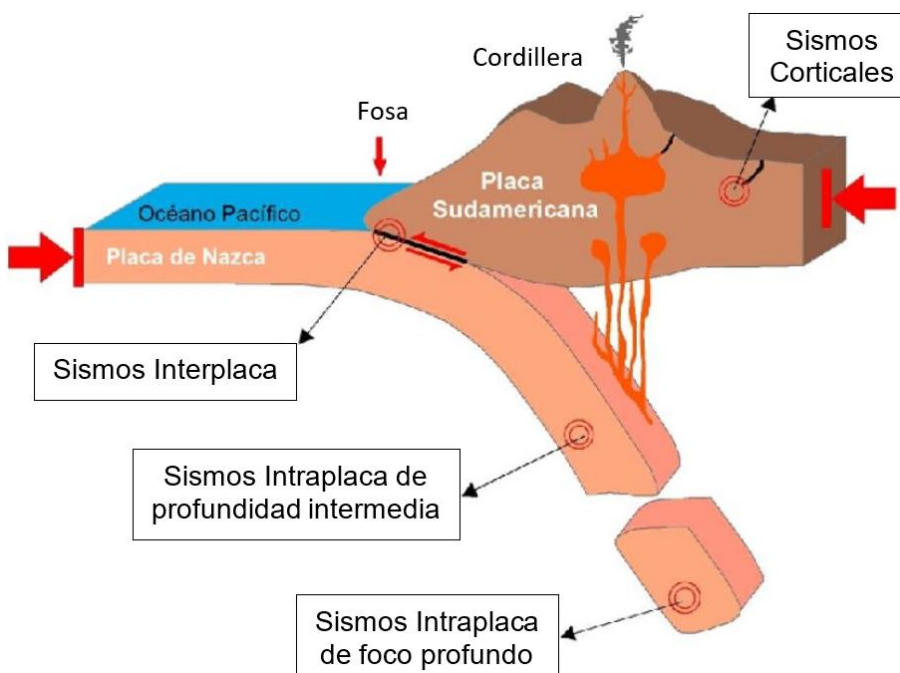
- Sismos Interplaca: Son los sismos de foco superficial causados por los procesos de fusión y fricción entre dos placas que se mueven en direcciones opuestas.
- Sismos Superficiales o corticales: Hace referencia a eventos sísmicos que ocurren durante la formación y reactivación de fracturas geológicas de los

Andes. El mismo que soporta deformaciones por la presencia de energías comprensivas y extensivas.

- Sismos Intraplaca: Son los sismos de profundidades intermedias causados por la placa de Nazca que tiende a deformarse por las tensiones que impiden su movimiento en la región de interfaz y las fuerzas que tienden a empujarla hacia el manto. Estos sismos provocan procesos de licuación del suelo y deslizamientos en la superficie.

### Figura 1

*Clases de movimientos sísmicos que suceden cuando las placas convergen*



*Nota.* Representación que señala las diferentes clases de movimiento sísmico que suceden durante la convergencia de placas como la placa Nazca y Sudamericana. Adaptado de Tavera Huarache (2020).

#### 2.2.2. Sismicidad en Tacna

El sur del Perú registra terremotos con periodos de recurrencia de aproximadamente un siglo, como el que ocurrió el 13 de agosto de 1868, que generó daños materiales y pérdida de vidas humanas en la región sur del Perú y el norte de Chile. Este sismo se registró con una intensidad máxima de IX en la escala de Mercalli modificada, causando daños que se extendieron desde Ica, en Perú hasta Tarapacá, en Chile (Tavera, 2002).

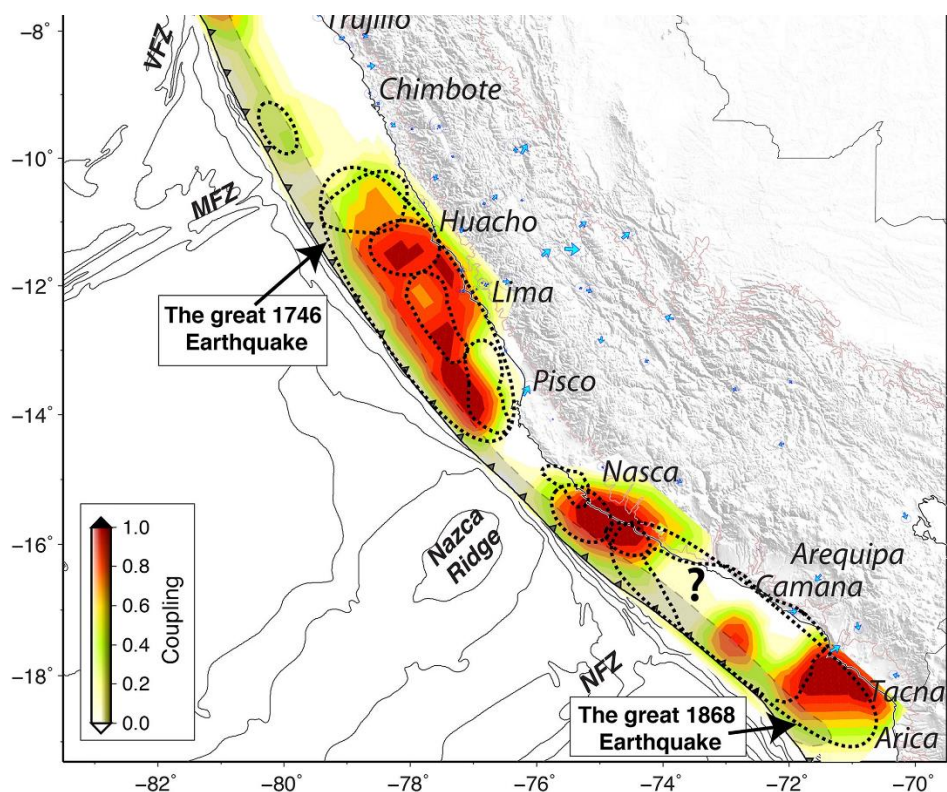
La evaluación entre la intensidad y el tipo de suelo ha posibilitado la identificación de las áreas de mayor intensidad sísmica especialmente en el distrito

de Alto de la Alianza y el distrito de Ciudad Nueva, donde el suelo es caracterizado por una considerable capa de relleno, compuesta principalmente por arena arcillosa y grava pobremente graduada. Esto ha generado, que en algunos lugares de estos distritos presente pérdida de volumen, y por lo tanto se originen asentamientos y desigualdades en viviendas (Tavera, 2002).

Además, del análisis espacial de la sismicidad se reveló una marcada disminución en la periodicidad de los terremotos a lo largo de las zonas costeras de las provincias de Lima, el departamento de Moquegua y el de Tacna, lo que sugiere que la energía almacenada podría liberarse en algún momento en estas áreas. Tal como se muestra en la Figura 2 (Tavera, 2002).

**Figura 2**

*Zonas donde se acumula energía*



*Nota.* Zonas donde la energía sísmica se está acumulando a lo largo de la costa peruana, debido a la ausencia de actividad sísmica reciente. Adaptado de Villegas Lanza (2016).

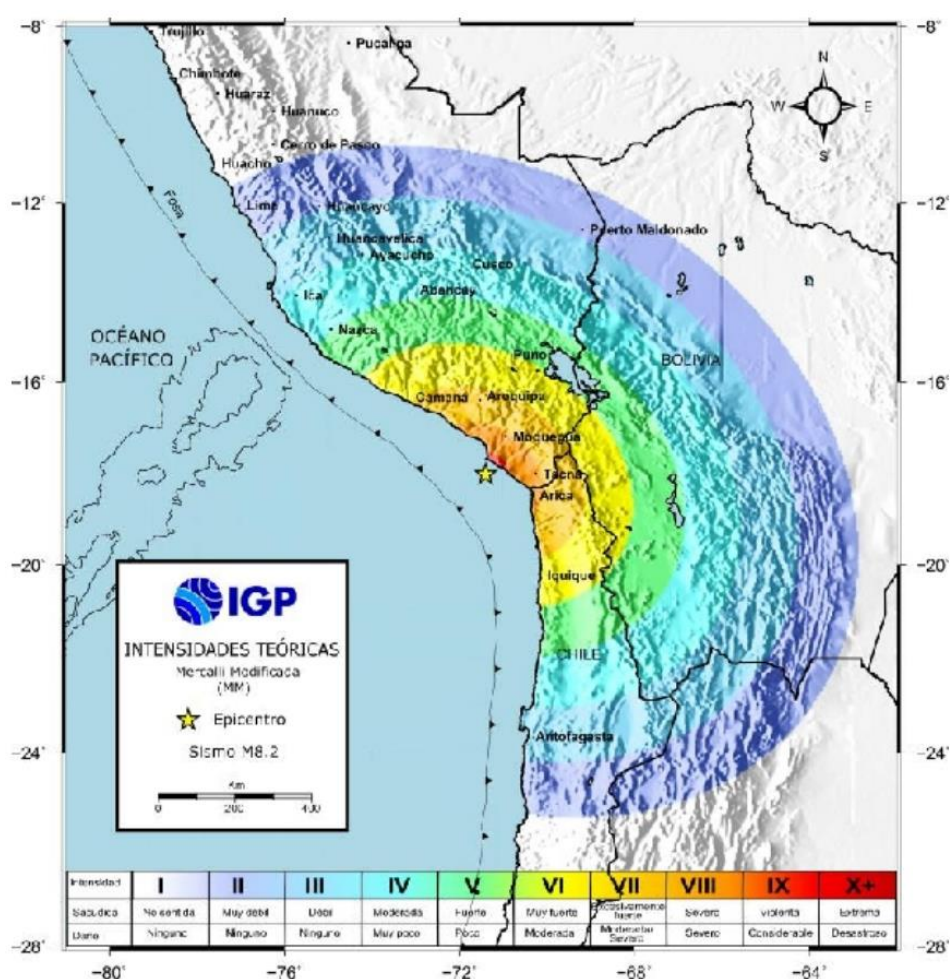
#### - **Mapa teórico de intensidades estimadas para la Región de Tacna**

Con el fin de buscar información adicional sobre las áreas impactadas por un sismo de considerable magnitud, se han elaborado mapas teóricos que representan la intensidad sísmica según la escala de Mercalli Modificada mostrado en la Figura 3.

El mapa teórico para un evento de magnitud sísmica de 8,2 localizado frente a las áreas costeras de las regiones de Moquegua y Tacna, revela que la mayor intensidad entre los niveles de VII-VIII, abarcan la mayor parte de las regiones mencionadas, cubriendo un 80 % de la extensión de su territorio. Esto sugiere que el sismo sería perceptible en ciudades como Iquique al sur, Puno al este y Nazca al norte. (Tavera, 2020).

**Figura 3**

*Mapa teórico que muestra las intensidades de la Región de Tacna*



*Nota.* Mapa teórico de las intensidades estimadas para un escenario sísmico de magnitud 8,2, localizado frente a la región costera de Tacna y Moquegua. Adaptado de Tavera (2020).

## 2.2.3. Normas en el Contexto Peruano

### a. Normativa de Cargas

Dentro del ámbito de ingeniería civil, resulta imprescindible que las estructuras logren soportar las cargas según la función que cumplen. Estas cargas deben ser



consecuencia de combinaciones específicas y no deben generar esfuerzos o deformaciones que superen las características establecidas para cada material de construcción en sus respectivas normas de diseño (MVCS, 2006).

### **b. Normativa para estructuras de Concreto Armado**

Esta normativa establece los requisitos y las demandas mínimas para cada fase de las diferentes etapas de vida de la estructura de concreto armado, abarcando el análisis inicial, el diseño estructural, la ejecución de la edificación, el seguimiento del control de calidad y la supervisión durante el proceso construcción. Además, se logra destacar que esta normativa abarca tanto a las estructuras de concreto armado Preesforzado como a las de concreto armado simple. Cuando se presenten discrepancias entre las disposiciones de esta normativa y otras referenciadas en el texto, se establece que prevalecerán las pautas establecidas en la presente norma. (MVCS, 2009).

### **c. Normativa de Diseño Sismorresistente**

La normativa delimita las condiciones de diseño que deben ser satisfechas para garantizar un buen comportamiento sísmico, a su vez debe cumplir los principios fundamentales que rigen su comportamiento ante un evento sísmico. Entre estos se destacan los siguientes:

- Evitar pérdida de vidas humanas.
- Asegurar la continuidad de los servicios básicos.
- Minimizar los daños a la propiedad.

Estos principios se aplican a edificaciones completamente nuevas, lo que significa que cualquier proyecto que esté en proceso de planificación debe cumplir con los puntos antes mencionados. Además, estos principios deben de aplicarse al realizarse la evaluación y/o reforzamiento de edificaciones existentes. Del mismo modo, estos, deben de emplearse a la reparación de edificios que hayan sufrido daño debido a la acción de eventos sísmicos (MVCS, 2018).

#### **- Zonificación Sísmica**

La zonificación es uno de los parámetros fundamentales de diseño, el cual divide el territorio del país en zonas según la distribución geográfica de la actividad sísmica histórica. En el contexto peruano la norma divide el país en cuatro zonas sísmicas que pueden ser visualizadas en la figura 4.

Cada zona recibe una asignación específica conocida como “factor Z”. Este parámetro es significativo, pues representa la máxima aceleración horizontal para un suelo de característica rígida con un nivel de probabilidad de 10 % de ser superada en un periodo de 50 años. El valor del factor Z se expresa como una parte proporcional de la aceleración gravitatoria (MVCS, 2018).

**Figura 4**  
Zonas sísmicas



*Nota.* Representación de la distribución geográfica del territorio nacional en las cuatro zonas sísmicas. Adaptado de MVCS, (2018).

**Tabla 1**  
Factores de zona

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

*Nota.* Valor del Factor Z designado para cada zona geográfica. Adaptado de MVCS, (2018).

#### - Condiciones Geotécnicas

Los perfiles de suelo se clasifican con base en la velocidad promedio de propagación de las ondas de corte. Las cuales se detallan en la Tabla 2 (MVCS, 2018).

Perfil Tipo S0: Roca Dura

Perfil Tipo S1: Roca o Suelos muy Rigidez

Perfil Tipo S2: Suelos Intermedios

Perfil Tipo S3: Suelos Blandos

Perfil Tipo S4: Condiciones Excepcionales

**Tabla 2**

*Clasificación de los distintos perfiles de Suelo*

Perfil	$V_s$	$N_{60}$	$S_u$
S0	>1500 m/s	-	-
S1	500m/s a 1500 m/s	>50	>100 kPa
S2	180m/s a 500 m/s	15 a 50	50kPa a 100 kPa
S3	< 180m/s	< 15	25kPa a 50 kPa
S4	Clasificación basada en el EMS		

*Nota.* Resume valores representativos para los distintos tipos de perfiles de suelo. Donde los valores significan lo siguiente. Adaptado de MVCS (2018).

### - Sistema Estructurales

Los sistemas estructurales se clasifican según los materiales usados. Las cuales se detallan en la tabla 3 (MVCS, 2018).

**Tabla 3**

*Sistemas Estructurales según los materiales usados*

Sistema estructural	Coefficiente Básico de Reducción $R_o$
<b>Acero:</b>	
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
<b>Concreto Armado:</b>	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada	3
Madera	7

*Nota.* Tabla representativa de los sistemas estructurales clasificados en función de los sistemas de estructuración sismorresistente y los materiales utilizados. Adaptado de MVCS, (2018).

### - **Análisis Estático**

Este enfoque es utilizado para representar la respuesta sísmica a las demandas de carga que actúan sobre la estructura, ya que este método proporciona una representación del conjunto de fuerzas que actúan sobre la edificación en el centro de gravedad de cada nivel. La ventaja de este método radica que es aplicable a edificaciones de distribución regular e irregular en lugares de alta actividad sísmica, pero en lugares donde los fenómenos sísmicos son menos frecuentes el análisis se limita a estructuras de configuración geométrica regular que no superen los 30 metros de altura (MVCS, 2018).

### - **Cortante Basal**

El cálculo de la fuerza de corte total en la base, corresponde a la dirección específica, en la que sea analizada y se obtiene mediante la ecuación 1 (MVCS, 2018).

$$V = \frac{Z \times U \times C \times S}{R} \times P \quad (1)$$

Z = Factor de zona sísmica.

U = Factor de categoría de Edificación.

C = Factor de Amplificación Sísmica.

S = Factor de Suelo.

R = Coeficiente de Reducción de Fuerzas Sísmicas.

P = Peso Sísmico.

### - **Análisis Dinámico Modal Espectral**

El análisis sísmico se realiza utilizando modelos dinámicos que se basan en el método de espectro modal. En este método las fuerzas de excitación externas están relacionadas al espectro inelástico de aceleración y el periodo de respuesta que tiene la estructura. Lo fundamental de este análisis es la interacción entre la rigidez de la estructura y su respectiva masa, en este análisis, lo que se busca es la participación de un 90 % de la masa total de la edificación utilizando modelos dinámicos con el método de espectro modal mediante las fuerzas de excitación externas del espectro inelástico de aceleración y el respectivo periodo (Gamarra, 2020).

### - **Modos de Vibración**

El procedimiento de análisis toma en cuenta la rigidez y la masa distribuida para poder identificar los modos de vibración de la estructura. En este caso, se debe de prestar atención a la contribución de cada modo de vibración para cada dirección. Necesariamente se debe de considera los modos de vibración que correspondan a

una suma de masas efectivas de por lo menos el 90 % de la masa total. También, se considera fundamental la inclusión de los tres primeros modos predominantes en el análisis (MVCS, 2018).

#### - **Aceleración Espectral**

La aceleración espectral para cada dirección sometida a análisis, se hace uso de un espectro inelástico mostrado en la ecuación 2, este se refiere un espectro de pseudo - aceleraciones (MVCS, 2018).

$$S_a = \frac{ZxUxCxS}{R} x g \quad (2)$$

#### - **Desplazamiento y Distorsiones**

El cálculo de los desplazamientos de origen lateral se obtiene a partir de la multiplicación de los resultados del análisis elástico lineal con un factor. Este producto es de  $0,75 \cdot R$  cuando la estructura es definida como regular. En casos de estructuras de configuración irregular se emplea un factor de  $0,85 \cdot R$ . La tabla 4 muestra las distorsiones de entrepiso máximas aceptadas para distintos materiales de construcción. (MVCS, 2018).

**Tabla 4**

*Máximas distorsiones de entrepiso*

Material Predominante	( $\Delta_i / h_{ei}$ )
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.* Tabla de los límites de distorsión de entrepiso para los diferentes materiales predominantes de la estructura en análisis. Adaptado de MVCS, (2018).

### 2.2.4. Características mecánicas

#### a. **Concreto**

El concreto se precisa como la mezcla endurecida de materiales agregados (agregado grueso y agregado fino), un material aglutinante (cemento portland) y agua

en distintas proporciones. El concreto en su estado endurecido alcanza su máximo punto de resistencia, esta resistencia obedece a las características físicas y químicas de sus elementos y la interacción entre ellos, estas se consideran como principal factor de resistencia a los constituyentes en diferentes fases que son: La resistencia de la pasta hidratada y endurecida, la resistencia de las partículas de agregado y la resistencia de la interfase. (Sanchez De Guzman, 1996).

El módulo de elasticidad del hormigón se calcula de la relación entre la tracción normal y la unidad de deformación respectiva y puede calcularse mediante la Ecuación 3 para tensiones de tracción o compresión inferiores al límite proporcional del material. (MVCS, 2009).

$$E_c = 1500 \times \sqrt{f'_c} \quad (3)$$

El peso unitario del concreto es de 2400 kg/m<sup>3</sup> (MVCS, 2006).

#### **b. Albañilería**

La albañilería se describe como un sistema caracterizado por la unión de unidades mediante el uso de un mortero. Dichas unidades pueden ser de origen natural o manufacturas por el hombre. Este sistema ha sido desarrollado a lo largo del tiempo en respuesta a las necesidades del hombre por viviendas. Para poder calcular el módulo de elasticidad de la albañilería se aplica la Ecuación 4. (San Bartolomé, Quiun y Silva, 2018).

$$E_m = 500 \times f'_m \quad (4)$$

Acorde a la distribución de refuerzos del muro que se forma por el conjunto de unidades de albañilería, estos pueden ser: muros portantes de albañilería sólida (que presentan una sollicitación de carga) y muros no portantes de albañilería hueca (tabiquería que no recibe carga vertical significativa) (San Bartolomé, Quiun y Silva, 2018).

Respecto al peso por unidad de albañilería, se estima que la albañilería sólida es de 1800 kg/m<sup>3</sup>, mientras que la albañilería hueca es de 1300 kg/m<sup>3</sup> (MVCS, 2006).

#### **c. Acero de refuerzo**

El acero de refuerzo es aquel material que aporta resistencia al concreto debido a que presenta propiedades mecánicas que son importantes para el diseño de concreto armado, como el módulo de elasticidad ( $E_s$ ), el esfuerzo de fluencia ( $f_y$ ), el esfuerzo

de rotura ( $f_u$ ) y el porcentaje de elongación ( $\epsilon_u$ ). Siendo el esfuerzo de fluencia ( $f_y$ ) el valor que determina el grado del acero. (Lovera, 2016)

Las barras de producción nacional son de 9 m de largo y un área de sección que es calculada del diámetro nominal de la barra expresado en octavos de pulgada. Las características de acero de refuerzo y que sirven para el diseño de concreto armado se representa en la tabla 5. Es preciso señalar que en Perú tanto Aceros Arequipa S.A. como Sider Perú, por lo general fabrican barras de grado 60 que busquen cumplir con el mínimo de esfuerzo de fluencia necesario. (Otazzi, 2004)

**Tabla 5**

*Disposiciones de acero de refuerzo*

<b>Grado</b>	<b>ASTM</b>	<b><math>f_y</math> min (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b><math>f_y</math> max (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b><math>f_u</math> min</b>	<b><math>f_u / f_y</math> min</b>
40	A 615	2,800		4,200	-
60	A 615	4,200		6,300	-
75	A 615	5,300		7,000	-
60	A 706	4,200	5,500	5,600	1,25

*Nota.* Disposiciones de acero considera para el refuerzo que cubre la norma ASTM para el diseño de elementos estructurales. Adaptado de Otazzi, (2004)

## 2.2.5. Ensayos del concreto

### a. Ensayos Destructivos

#### - Extracción de núcleos de concreto ASTM C42 / NTP 339.059

El método de extracción de núcleos de concreto sirve para brindar información sobre la resistencia de elementos estructurales en edificaciones antiguas, para lo cual se extrae elementos cilíndricos de al menos 3,7 pulgadas de diámetro de concreto que son evaluados mediante un ensayo de compresión (ASTM, 2018).

Para lograrlo se utiliza una broca con superficie diamantada que permite cortar correctamente el concreto, se utilizan los medios necesarios para lubricar la superficie, la prueba resultante es cilíndrica y su diámetro es levemente inferior al de la broca usada. Para cumplir las directrices de diseño en función de la esbeltez recomendada, es esencial aplicar los factores de corrección correspondientes, los cuales se pueden observar en la tabla 6 (Orellana, 2009).

**Tabla 6***Factor de corrección por esbeltez*

<b>Cociente Altura/Diámetro</b>	<b>Factor de corrección</b>
2,00	1,00
1,75	0,98
1,50	0,96
1,25	0,93
1,00	0,87

*Nota.* Tabla de factor de corrección de la relación altura y el diámetro. Adaptado de ASTM, (2018).

#### **b. Ensayo no destructivo**

Los ensayos no destructivos de concreto se basan en su sencillez, velocidad y la capacidad de determinar la resistencia de las estructuras a un bajo costo y sin cambiar su resistencia o funcionalidad, por lo que se puede evaluar su uniformidad sin comprometer su integridad. Existen situaciones en las que se debe aplicar la técnica, como las muestras ensayadas no muestran los resultados deseados y la evaluación respectiva a los datos estadísticos generan incertidumbres sobre determinados componentes estructurales, otro caso es cuando la presencia de testigos en el lugar es insuficiente. Además de lo mencionado, este método permite identificar malas prácticas de colocación de concreto (Orellana, 2009).

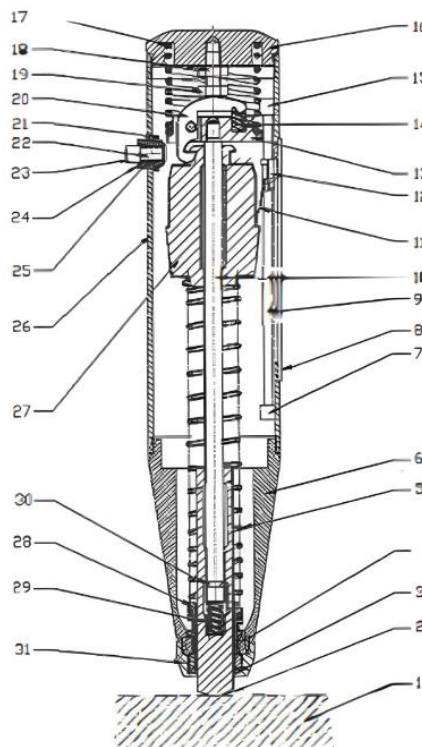
##### **- Martillo de rebote o esclerometría**

La prueba de rebote se fundamenta en la capacidad de rebote de la masa elástica y su relación con de la resistencia superficial del concreto. Para utilizar este ensayo se emplea un martillo especializado como se muestra en la figura 5, el cual presenta una masa impulsada mediante un resorte que registra una energía constante. La energía se marca estirando el resorte a una determinada posición, para el cual se presiona un embolo contra la superficie a evaluar. En ese instante, la masa rebota contra el pistón el cual está en contacto directo con el concreto estudiado. El recorrido de la masa se formula como un porcentaje del desplazamiento inicial del muelle, denominado "número de rebote". Es imprescindible destacar que la fuerza de repulsión es una medida relativa, ya que este depende de la cantidad de energía almacenada y la masa del martillo (Orellana, 2009).



**Figura 5***Estructura del martillo de prueba HT-225*

1. Superficie de prueba
2. Polo rebote
3. Anillo de fieltro de polvo
4. cierre semicircular
5. Resorte de tensión
6. Cuerpo B
7. Fijador 1
8. Escala
9. Eje de puntero
10. Varilla central
11. Metralla
12. Puntero deslizante
13. Brida de guía
14. gancho de resorte
15. Fijador 2
16. cubierta final
17. resorte de compresión
18. apretar la tuerca
19. ajuste pernios
20. gancho
21. cerradura maestra
22. posición de bloqueo de corvejón
23. tuerca botón
24. bloque de botones
25. botón de resorte
26. cáscara
27. martillo de rebote
28. círculo de primavera
29. muelle amortiguador
30. bloque de resorte
31. Tapa de cubierta



*Nota.* Estructura interna del martillo de rebote o esclerómetro.  
Adaptado de Manual de instrucciones esclerómetro HT 225-A

**2.2.6. Evaluación Estructural**

Este procedimiento no se limita solamente a identificar las áreas afectadas, sino que también logra determinar el alcance de daño y su influencia en la integridad estructural, por los peligros a las que se encuentra expuesta. Los métodos para investigar la vulnerabilidad física de las viviendas existentes se dividen en dos categorías generales (INDECI, 2006).

- Métodos analíticos
- Métodos cualitativos

**a. Métodos Analíticos**

Mediante los métodos analíticos propuestos se usan principios de diseño en construcciones sismorresistentes, es decir que se realiza la evaluación por un modelo previamente estudiado y calibrado, el cual es un sistema dinámico inelástico que permite conocer el proceso de deterioro de la estructura hasta su colapso. Estos métodos simplifican el estudio mediante resultados numéricos y fáciles de interpretar

justificando el uso de otro método más complejos necesarios en edificaciones esenciales o estructuras con daños ante una demanda sísmica (INDECI, 2006)

## b. Métodos cualitativos

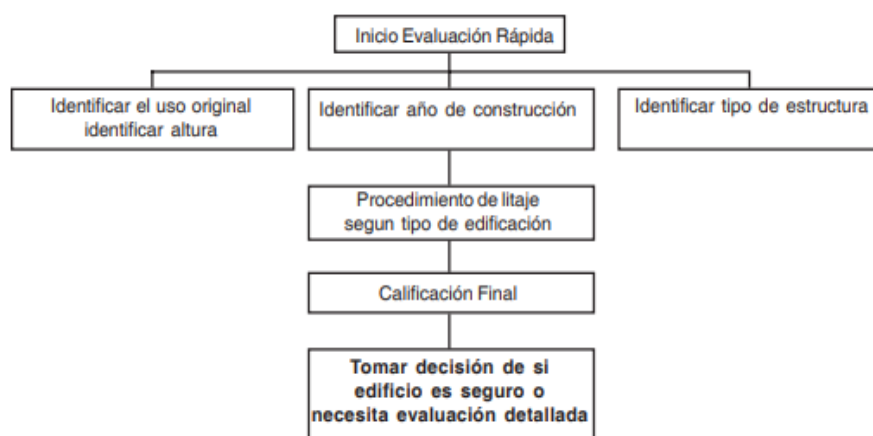
Los métodos cualitativos se ajustan a los procedimientos de diseño sísmico de estándares actuales. Algunos edificios se han construido de acuerdo con los reglamentos de edificaciones pasadas, pero su seguridad en un terremoto aún es incierta; una de las razones más frecuentes para utilizar métodos cuantitativos es determinar la probabilidad de daño (en comparación con los nuevos estándares) para edificios más antiguos, mientras que, en otros casos, el uso de los mismos es profundizar en los resultados obtenidos por métodos cualitativos (Hananpa, 2021)

### - Metodología FEMA 154

La metodología FEMA 154 es un método de evaluación por peligro sísmico en las estructuras existentes, se basa en colocar un valor inicial de calificación y a medida que se identifica los factores que intervienen esta calificación va cambiando hasta conseguir un puntaje final. El proceso de la metodología FEMA 154 se detalla en la figura 6 (INDECI, 2006)

**Figura 6**

*Proceso de la metodología FEMA 154*



*Nota.* Metodología del proceso general FEMA 154. Adaptado de INDECI, (2006)

Los factores que intervienen en la puntuación final son: La zona sísmica, La altura del edificio, el año de construcción, la existencia de irregularidades, el tipo de suelo, tipología de la edificación. De estos se obtiene un puntaje final que determina la vulnerabilidad de la estructura.



**Tabla 7**

*Tabla de sismicidad debido a la respuesta del espectro de aceleración*

<b>Sismicidad</b>	<b>Respuesta - Espectro de aceleración</b>	<b>Respuesta- Espectro de aceleración</b>
	<b>Periodo corto</b>	<b>Periodo largo</b>
Baja	Menor que 0,167 g	Menor que 0,067 g
Moderada	Menor o igual a 0,167 y menor a 0,5	Menor o igual a 0,067 y menor a 0,2
Alta	Mayor o igual 0,5 g	Mayor o igual 0,2 g

*Nota.* Sismicidad clasificada según la respuesta del espectro de aceleración en 2 periodos corto y largo. Adaptado de FEMA, (2002).

#### - **Altura del edificio**

La altura del edificio está definida por el número de niveles y la distancia entre estos. La influencia de la altura se manifiesta en una categoría del formato, esta categoría abarca 2 posibilidades, puede ser para edificios de 4 a 7 pisos o de 7 pisos a más. Por lo tanto, es indispensable anotar la altura máxima de la edificación cuando se empiece a recopilar los datos tomados de campo (FEMA, 2002).

#### - **Año de construcción**

El año de construcción es un factor que define la aplicación de un código de edificación a la estructura estudiada (pre código, post código), es decir que este parámetro identifica los métodos de diseño, planificación, construcción y supervisión aplicados para la finalización de la estructura. Por lo tanto, es importante averiguar el año en que la edificación fue construida, para lo cual la metodología recomienda buscar en archivos municipales, registros de información o cualquier fuente de investigación fiable para poder continuar con el análisis (FEMA, 2002).

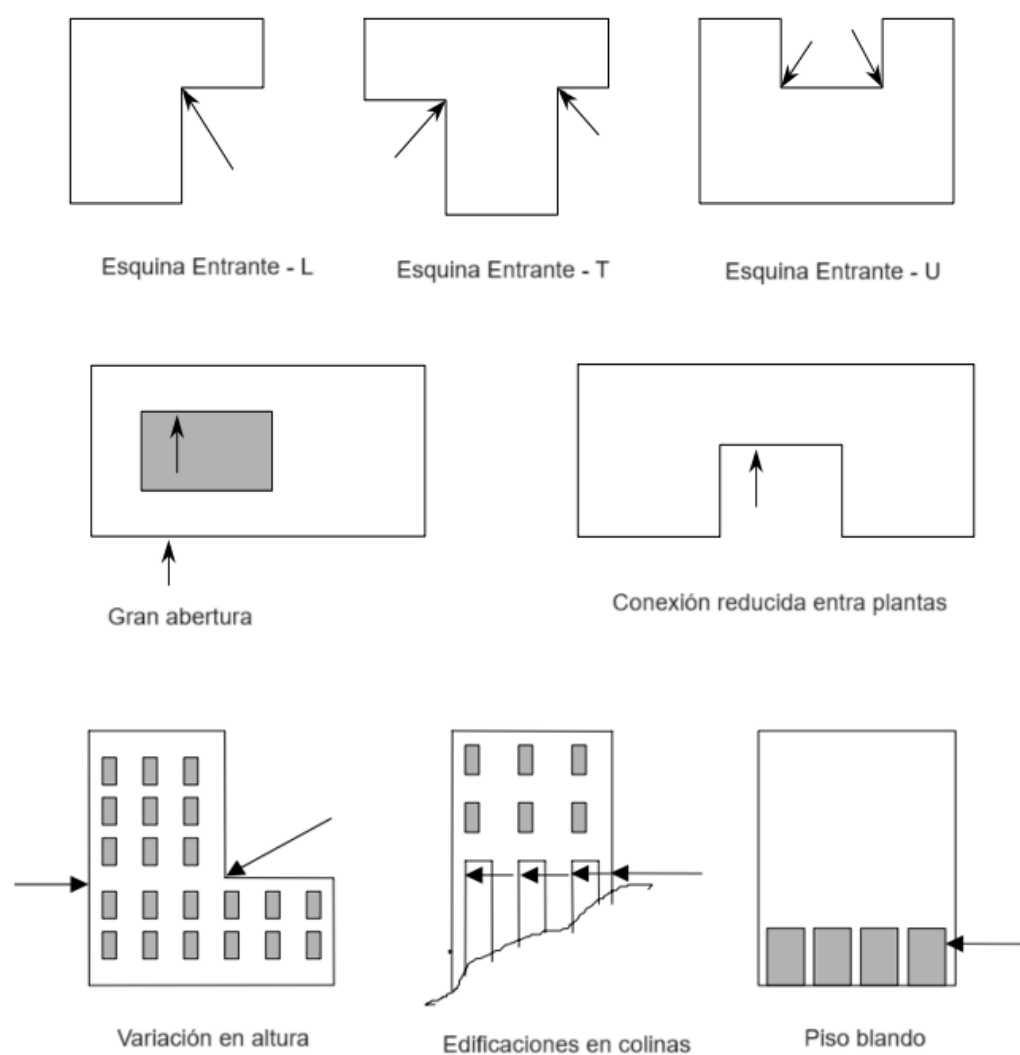
#### - **Irregularidades de la edificación**

Las irregularidades de la edificación pueden ser de 2 tipos, irregularidades en planta o irregularidades verticales. Estas pueden ser identificadas en el formato como un parámetro de gran influencia, pues inciden directamente en el puntaje final, por lo tanto, es importante reconocerlas, para lo cual se debe de revisar la tabla 8 y para poder examinar de manera visual revisar la figura 8 (FEMA, 2002).

**Tabla 8***Irregulares en planta y altura*

<b>Irregularidades en planta</b>	<b>Irregularidades en altura</b>
Esquinas entrantes en L, T y U	Variación en altura
Grandes aberturas	Edificaciones en colina
Conexiones reducidas entre plantas	Piso blando

*Nota.* Tabla de las irregularidades en planta y altura consideradas según la metodología FEMA 154. Adaptado de FEMA, (2002).

**Figura 8***Irregularidades en planta y en altura para según la metodología FEMA 154*

*Nota.* Distintas irregularidades en planta y en altura para una configuración estructural. Adaptado de FEMA (2002).

### - Tipo de suelo

El tipo de suelo es un modificador de influencia directa para el formato. El suelo está directamente relacionado con la zona de estudio, para lo cual es importante identificar el suelo (ver tabla 9) y los que la metodología considera, esta clasificación es similar a la que ofrece la norma E.030. Debemos de considera que los suelos A y B no modifican el resultado pues son suelos muy óptimos y también puntualizar que el suelo tipo F requiere otro tipo de evaluación, por lo tanto, la metodología no los estudia (FEMA, 2002).

**Tabla 9**

*Tipos de suelo considerados según el manual de FEMA 154*

Tipo	Denominación	$V_s$	$N_{60}$	$S_u$
A	Roca Dura	>1524 m/s	-	-
B	Roca Media	762 m/s a 1524 m/s		
C	Suelo Denso	365 m/s a 762 m/s	>50	>95,76 kPa
D	Suelo Duro	183 m/s a 366 m/s	15 a 50	47,88 kPa a 97,60 kPa
E	Suelo Suave	< 183 m/s	< 15	<47,88 kPa
F	Suelo Pobre	Estos requieren evaluación in situ		

Nota. Los tipos de suelos se clasifican según la metodología FEMA y estos están directamente relacionados con la norma E. 030. Fuente FEMA (2002).

### - Tipología de la edificación

El manual del FEMA considera una codificación específica para cada tipo de estructura, esto se conoce como tipología de la edificación. La tipología otorga un primer valor a considerar, este valor nos permite calcular el resultado final y determinar el nivel de vulnerabilidad de la estructura, para esto se muestran los tipos de edificación y su codificación en la tabla 10 (FEMA, 2002).

**Tabla 10***Codificación y descripción de la tipología de estructuras*

<b>Codificación</b>	<b>Descripción</b>
W1	Residencias y establecimientos comerciales con estructuras de madera y un área menor a 465 m <sup>2</sup>
W2	Edificios de madera liviana que superan los 465 m <sup>2</sup>
<b>Codificación</b>	<b>Descripción</b>
S1	Edificaciones resistentes al momento con pórticos de acero
S2	Edificaciones que presentan armaduras de acero
S3	Estructuras livianas metálicas
S4	Edificios de acero y muros de corte de concreto armado
S5	Edificaciones de acero que incorporan edificaciones de albañilería no reforzadas
C1	Edificaciones con pórticos de concreto armado
C2	Edificaciones con muros de corte de concreto armado
C3	Edificaciones de concreto reforzado y rellenos de albañilería no reforzada
PC1	Estructuras Tilt-up (ensambladas e izadas in situ)
PC2	Estructuras prefabricadas de concreto armado
RM1	Edificaciones de albañilería reforzada que cuentan con diafragma flexible
RM2	Edificaciones de albañilería reforzada que cuentan reforzada con diafragma rígido
URM	Edificaciones con muros de albañilería sin refuerzo

Nota. La tabla muestra los diferentes tipos de estructuras consideradas para el formato de la metodología FEMA 154. Adaptado de ASTM (2018).

#### - **Puntaje final**

El puntaje final se calcula mediante la suma aritmética de los parámetros que se obtienen de la inspección visual rápida mediante la ficha de evaluación, utilizando la ecuación 5; si el puntaje es mayor o igual a 2 se concluye que la edificación requiere un análisis detallado mediante algún método más profundo de análisis (INDECI, 2006).

$$S = cb+h+i+c+s \quad (5)$$

S = Puntaje final

Cb = Cuenta básica

h = Altura de la edificación

i = Irregularidades de la edificación  
 c = Código de construcción  
 s = Tipo de suelo

La metodología FEMA 154, indica que podemos calcular la probabilidad de riesgo de la estructura con la Ecuación 5 (FEMA, 2002).

$$P = \frac{1}{10^S} * 100 \quad (6)$$

P=Probabilidad de que el edificio colapse

S=Puntaje final

#### - Nivel de vulnerabilidad

El nivel de vulnerabilidad de la edificación se puede categorizar en función de su puntaje final y estas pueden ser: vulnerabilidad alta, vulnerabilidad media y vulnerabilidad baja. Los rangos establecidos son los mostrados en la tabla 11 (Aguilar, 2015)

**Tabla 11**

*Puntaje para las diferentes vulnerabilidades*

<b>Vulnerabilidad</b>	<b>Puntaje final</b>	<b>Probabilidad de colapso</b>
Alta	<2	1%
Media	2-2,5	1%-0,3%
Baja	>2,5	0,3%

Nota. Rangos de puntaje final para cada tipo de vulnerabilidad (alta, media y baja).

Adaptado de Aguilar, (2015)

### 2.3. Definición de términos

#### 2.3.1. Concreto Armado

Se refiere al concreto incrustado con una cantidad de acero mínima que aporta resistencia a la tracción (MVCC, 2009).

#### 2.3.2. Deriva máxima

Se trata de la relación entre el máximo movimiento lateral relativo de un nivel intermedio y la distancia vertical que existe entre niveles (MVCC, 2018).



### **2.3.3. Desplazamiento lateral**

Es el desplazamiento máximo y el desplazamiento relativo máximo del último nivel de la edificación (MVCC, 2018).

### **2.3.4. Esclerómetro**

Dispositivo de prueba no invasivo empleado para evaluar la capacidad resistente a la compresión de los elementos de concreto (Orellana, 2009).

### **2.3.5. Modos de vibración**

Comportamientos característicos que presentan una edificación cuando se encuentra bajo la influencia de cargas dinámicas (MVCC, 2018).

### **2.3.6. Peligro**

La posibilidad que se produzca un evento natural o tecnológico que pueda ocasionar daño en un lugar y tiempo específicos (INDECI, 2006).

### **2.3.7. Periodo fundamental de vibración**

Periodo donde se observa la mayor masa traslacional en la dirección de estudio (MVCC, 2018).

### **2.3.8. Sismos**

Se define como la liberación repentina de energía causada por el movimiento de rocas masivas entre la corteza interna de la tierra y el manto superior, esta energía se distribuye en forma de ondas a través de las diversas capas de la tierra (INDECI, 2006).

### **2.3.9. Subducción**

Proceso que se genera por el colisionamiento de dos placas tectónicas, donde una de las placas se desliza debajo de otra convirtiéndose en parte del manto de la tierra (INDECI, 2006).

### **2.3.10. Vulnerabilidad estructural**

Se describe a la capacidad que presenta la estructura frente a potenciales daños que pueda recibir frente a un sismo intenso (INDECI, 2006).

## **CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO**

### **3.1. Diseño de la investigación**

La investigación se basará en un diseño Cuasi experimental para Análisis y Evaluación Sísmico del Pabellón “K” de la Institución Educativa Cesar Cohaila Tamayo.

### **3.2. Acciones y actividades**

La investigación a realizarse, se estima su desarrollo en un tiempo mínimo de 04 meses a partir de la presentación del mismo y son:

#### **3.2.1. Recopilación de Información**

- Determinación del Problema.
- Elaboración de matriz de consistencia.
- Inscripción del proyecto y elaboración de plan de tesis.

#### **3.2.2. Trabajo de Gabinete**

- Recolección de datos para desarrollo de la investigación.
- Elaboración de marco teórico.
- Redacción de la investigación.

#### **3.2.3. Presentación y Evaluación**

- Presentación y corrección del informe de la investigación

### **3.3. Materiales y/o instrumentos**

- Materiales: Cinta métrica, Cámara digital, Libreta de campo, Formatos de evaluación.
- Instrumentos para Ensayo no destructivo: Martillo de rebote o esclerómetro.
- Laboratorio de Mecánica de suelos y pavimentos de la Universidad Privada de Tacna.
- Softwares de análisis estructural.

### 3.4. Población y/o muestra de estudio

El presente trabajo de investigación a realizar analizará y evaluará el estado actual del Pabellón “K” del Colegio 42250 Cesar Cohaila Tamayo ubicado en la Avenida Mariano Necochea 1444. del distrito tacneño de Ciudad Nueva, provincia de Tacna región Tacna, el cual brinda servicios educativos de nivel inicial, primario y secundario a la población escolar entre 3 y 16 años.

La población en la que se realizará el trabajo de investigación; será la estructura de la Institución Educativa pública con más de 15 años de construcción en el distrito de Ciudad Nueva.

La muestra que será estudiada será el pabellón “K” de la Institución Educativa pública Cesar Cohaila Tamayo, esta muestra ha sido seleccionado a conveniencia del investigador.

### 3.5. Operacionalización de variables

El esquema para la operacionalización de las variables se puede apreciar en la tabla 12 de la matriz de consistencia de anexo 1.

**Tabla 12**

*Operacionalización de variables*

Variable	Definición operacional	Dimensión	Indicador
Análisis y evaluación sísmico	Se realiza mediante la determinación previa de la resistencia a la compresión, unidades de albañilería, esfuerzo de fluencia y estudio de mecánica de suelos	Evaluación de Sistema estructural	Resistencia del concreto ( $f'c$ ) Unidades de Albañilería ( $f'm$ ) Esfuerzo de fluencia ( $f_y$ )
		Sismicidad en la zona	Demanda sísmica Tipología del suelo S2
Pabellón “K” de la Institución Educativa Cesar Cohaila Tamayo	Mediante la evaluación el comportamiento estructural y la Vulnerabilidad de la edificación se realizará una proposición de ampliación del pabellón.	Comportamiento estructural	Desplazamiento Lateral Máximo (cm) Deriva Lateral Máxima (%)
		Vulnerabilidad de la edificación	Nivel De Vulnerabilidad Alto, Medio, Bajo

Nota. Tabla de operacionalización de variables del análisis y evaluación sísmico del pabellón “K” de la Institución Educativa pública Cesar Cohaila Tamayo.

### 3.6. Técnicas de procesamiento de datos

En esta parte de la investigación se realizará la evaluación de la información de campo del tipo de estructura y características de construcción del pabellón “K” de la Institución Educativa Cesar Cohaila Tamayo.

#### 3.6.1. Ubicación

La Institución Educativa pública Cesar Cohaila Tamayo está ubicada en la Avenida Mariano Necochea 1444, del distrito tacneño de Ciudad Nueva, provincia de Tacna región Tacna. Geográficamente se encuentra a una Altitud de 681 msnm,  $-17^{\circ} 58' 24''$  Latitud sur y  $-70^{\circ} 13' 47''$  Longitud Oeste, Representado en la figura 9 y 10. la presente investigación se ubica en:

Región: Tacna

Provincia: Tacna

Distrito: Ciudad Nueva

Dirección: Avenida Mariano Necochea 1444

#### Figura 9

*Ingreso principal del colegio Cesar Cohaila Tamayo.*



*Nota.* Se visualiza el lado exterior del ingreso principal de la Institución Educativa pública Cesar Cohaila Tamayo.

## Figura 10

### Ubicación del colegio Cesar Cohaila Tamayo



Nota. Se aprecia la ubicación de la Institución Educativa Cesar Cohaila Tamayo.

### 3.6.2. Técnicas

Se utilizaron los siguientes métodos para recopilar datos del pabellón:

A través del método cuantitativo, se examinó la estructura del Pabellón "K" de la Institución Educativa pública Cesar Cohaila Tamayo mostrado en la figura 11, con el propósito de obtener los datos de campo tales como características y dimensiones estructurales para su posterior evaluación.

El pabellón "K" está formado por una estructura de Pórticos en el eje X-X y Albañilería Confinada en el eje Y-Y de un solo nivel edificada en el año 2008 con más de 15 años de antigüedad, el cual es ocupado por los alumnos y docentes del nivel secundario. Se coordinó con el director de la IE. el profesor Floro Laura Mamani Quispe para los permisos necesarios y para la evaluación estructural del pabellón "K". Con su aprobación se procedió a la evaluación situacional de la estructura y garantizar la seguridad de los estudiantes y docentes de la Institución Educativa pública Cesar Cohaila Tamayo, por encontrarse en una zona propensa a los sismos.

**Figura 11**

*Vista frontal pabellón "K"*



*Nota.* Se visualiza el lado frontal del pabellón "K" del colegio Cesar Cohaila Tamayo. Conformado por un sistema de Pórticos en el eje X-X y Albañilería Confinada en el eje Y-Y.

A través el método cualitativo, se procedió al reconocimiento visual de los ambientes del pabellón "K" y poder identificar las diferentes patologías que pudieran presentarse en la estructura mostrado en la figura 12.

**Figura 12**

*Zócalo perimetral exterior con presencia de eflorescencia de sales.*



*Nota.* Se aprecia la vista lateral, Zócalo perimetral exterior con eflorescencia de sales por la presencia de humedad en el piso.



### 3.6.3. Instrumentos

Los materiales utilizados para la recolección de datos fueron:

- **Planos**

Con los permisos previamente coordinados se realizó la visita a la institución educativa el 08 de septiembre, se realizó la medición de los elementos que constituyen la estructura tales como las columnas, vigas, muros de albañilería, losa aligerada unidireccionales, parapeto, puertas y ventanas, para posteriormente realizar los planos primigenios en planta y elevaciones principales con sus respectivos cortes mostrados en las figuras 14 al 18, Utilizando la wincha como herramienta para la medición y cámara digital mostrados en la figura 13, posteriormente se realizó los trabajos de procesamiento de datos en gabinete con la ayuda del softwares AutoCAD mostrados en el anexo 5.

#### Figura 13

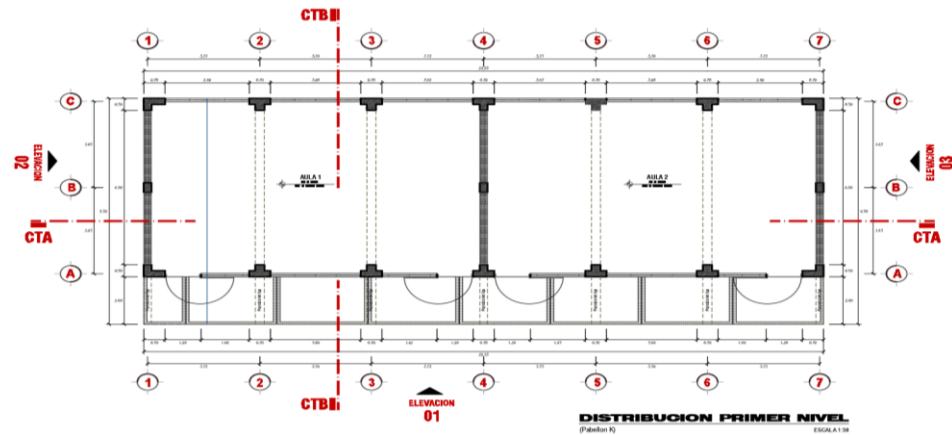
*Toma de medidas de columnas del pabellón "K"*



Nota. Se aprecia la toma de medidas de las columnas del pabellón "K" de los 2 ambientes, realizado con la ayuda de una wincha, en el colegio Cesar Cohaila Tamayo.

**Figura 14**

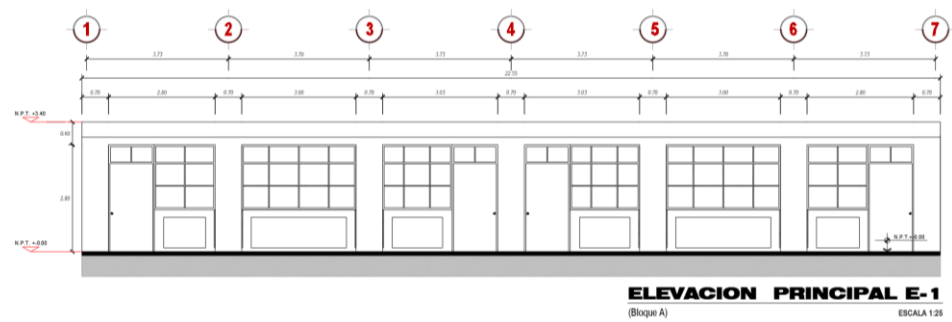
*Plano en planta del pabellón "K"*



*Nota.* Se aprecia el plano de arquitectura en planta del pabellón "K" de los 2 ambientes, realizado con la ayuda de una wincha en la Institución Educativa pública Cesar Cohaila Tamayo.

**Figura 15**

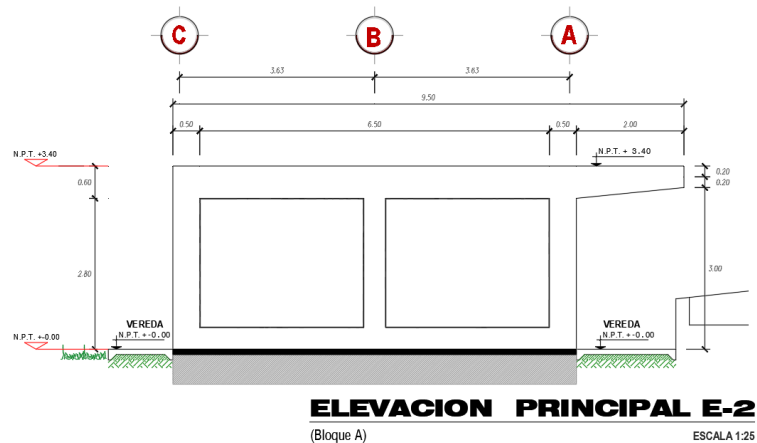
*Plano de elevación principal E-1 del pabellón "K"*



*Nota.* Se aprecia la elevación principal de los dos ambientes del pabellón "K".

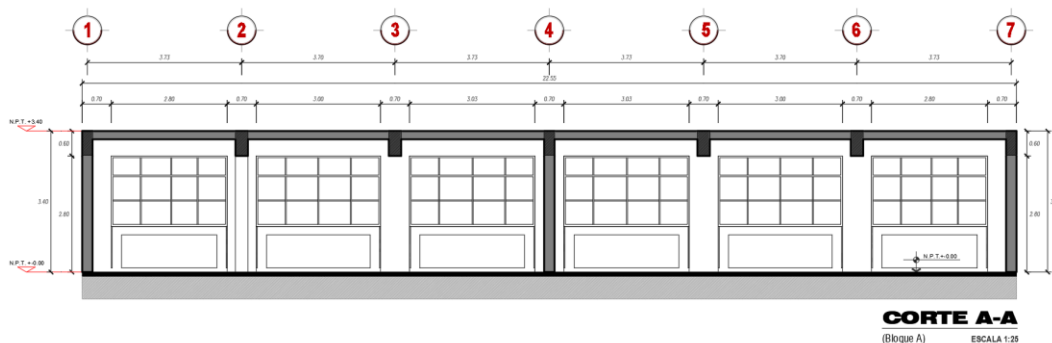
**Figura 16**

*Plano de elevación lateral E-2 del pabellón "K"*

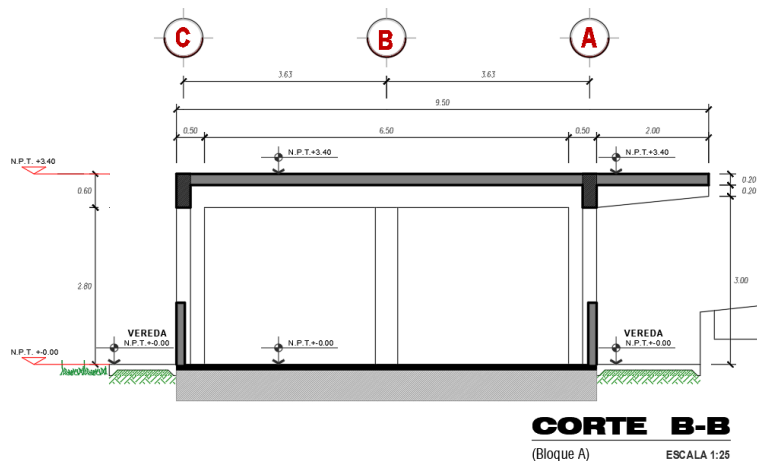


*Nota.* Se aprecia el plano de elevación lateral E-2.



**Figura 17***Plano de corte A-A del pabellón "K"*

*Nota.* Se aprecia el corte A-A de los dos ambientes del pabellón "K".

**Figura 18***Plano del Corte B-B- del pabellón "K"*

*Nota.* Se aprecia el plano de corte B-B del pabellón "K".

### - Ficha de evaluación e inspección visual rápida

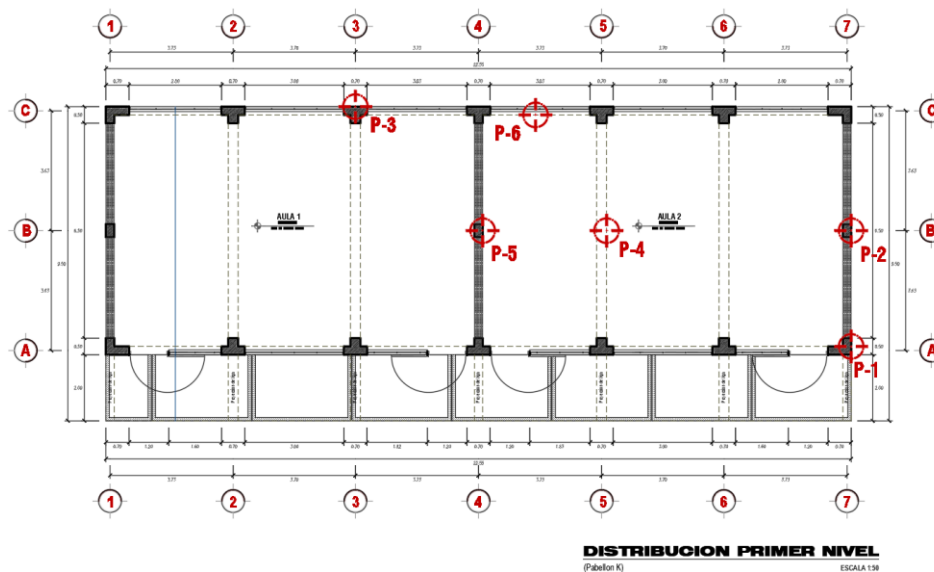
La ficha de inspección visual es un instrumento fundamental en la evaluación de la integridad estructural de edificios y estructuras ante posibles eventos sísmicos y otros desastres naturales. La ficha se utilizará para registrar los hallazgos durante la inspección de campo y ayudará a identificar posibles daños, defectos o condiciones de riesgo que puedan afectar la edificación

Cada elemento de la ficha representa una parte crítica de la estructura que debe ser evaluada, y se proporcionan categorías de calificación para registrar el estado de cada elemento inspeccionado. Los resultados de esta inspección contribuyen a determinar la seguridad de la estructura y las medidas de mitigación necesarias.



**Figura 20**

*Ubicación de las columnas y vigas que fueron ensayadas.*



*Nota.* Se aprecia lugares escogidos donde se realizó el ensayo del martillo de rebote en columnas P-1, P-2, P-3 y en vigas P-4, P-5 y P6.

**Figura 21**

*Ficha de ensayo de martillo de rebote.*

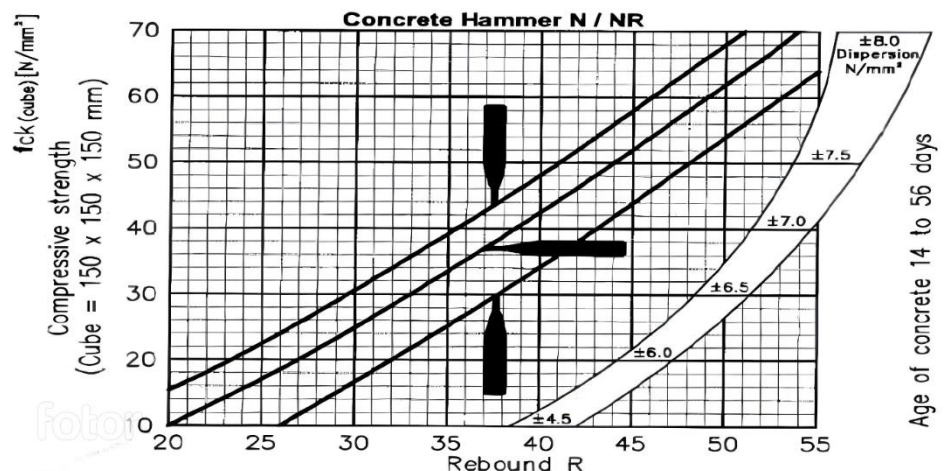
N°	Des. del elemento	LECTURA										Prom.	$\sigma$	P - $\sigma$	Resist. Kg/cm <sup>2</sup>
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
1	Columna C-1														
2	Columna C-2														
3	Columna C-3														
4	Columna C-4														
5	viga V-1														
6	viga V-2														
7	viga V-3														
8	viga V-4														

Promedio Kg./cm<sup>2</sup>

*Nota.* Se visualiza la ficha en el cual se registra los datos obtenidos por el ensayo de martillo de rebote.

**Figura 22**

Abaco de la curva del esclerómetro



Nota. Abaco perteneciente al esclerómetro Punzuar LTDA Serie HT225.

**Figura 23**

Modelo de esclerómetro usado en el ensayo.



Nota. Se aprecia el quipo utilizado Esclerómetro Punzuar LTDA Serie HT225.

**Figura 24**

*Retiro de pintura y delimitación del área del ensayo.*



*Nota.* Retiro la capa de pintura y base de los elementos estructurales para realizar el ensayo de esclerómetro.

**Figura 25**

*Toma de lecturas del ensayo de esclerómetro.*



*Nota.* Toma de 12 lecturas los cuales no presentan mucha variación.

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

### 4.1. Ensayo no destructivo – Ensayo del martillo de rebote esclerómetro

Con ayuda del ensayo del martillo de rebote se obtuvo la resistencia a la compresión del concreto existente mostrado en el anexo 2.

**Tabla 13**

*Resultados del Ensayo con Esclerómetro*

Nº	Des. de la estructura	Lecturas										Prom	$\sigma$	p - $\sigma$	Resist. Kg/cm <sup>2</sup>
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
1	Col C-1	31	32	32	31	34	31	33	32	33	34	32,3	1,16	31,1	255
2	Col C-2	34	30	31	32	32	31	34	31	31	33	31,9	1,37	30,5	221
3	Col C-3	34	31	32	31	34	33	33	34	32	31	32,5	1,27	31,2	260
4	viga V-1	33	34	34	31	32	30	34	33	32	30	32,3	1,57	30,7	252
5	viga V-2	30	33	34	32	31	32	30	34	34	31	32,1	1,60	30,5	250
6	viga V-3	32	30	34	30	33	32	33	30	31	32	31,7	1,42	30,3	245
Promedio Total														247,1	

*Nota.* Se visualiza los resultados de los cálculos de los datos obtenidos in situ.

Como se puede observar en estos resultados in situ, se calculó un promedio de los 6 elementos estructurales, como se muestra en la tabla 13, se aplicaron 12 golpes de martillo de rebote a cada muestra y se retiraron los 2 puntos que estaban más alejados de la media. Con el cual se obtuvo un valor promedio de  $f'c = 247,1 \text{ kg/cm}^2$ , se utilizó para el análisis una resistencia a la compresión de  $f'c = 210,00 \text{ kg/cm}^2$ .

### 4.2. Evaluación mediante la metodología FEMA 154 al pabellón “K”

Con la finalidad de efectuar la inspección rápida visual mediante una visita a campo se debe de identificar algunos parámetros necesarios para poder completar el formato de la metodología FEMA 154, y así obtener un puntaje de vulnerabilidad.

#### 4.2.1. Criterios de evaluación

##### a. Zona sísmica

La determinación de la zona sísmica se genera a partir de la clasificación geográfica de la zona de estudio y se considera los parámetros que ofrece la norma E.030 como

son el factor de zona (Z) y el perfil del suelo (S). Esto permitirá Identificar si la zona es de sismicidad baja, moderada o alta. La evaluación de la zona donde se encuentra el Pabellón "K" revela una sismicidad alta. Esto significa que la región experimenta frecuentes movimientos sísmicos significativos, por lo tanto, la estructura está expuesta a un mayor riesgo sísmico.

#### **b. Irregularidad en altura**

Al realizar la visita de campo se obtiene que la estructura es de un solo piso. Esto implica que la edificación se mantenga constante y homogénea en altura. Esto indica que la distribución de masas en altura es uniforme. Por lo tanto, se manifiesta la ausencia de irregularidades en altura y la ausencia de este valor la determinación del resultado final en el formato.

#### **c. Irregularidad en planta**

Según la visita de campo se consta que la estructura de un solo nivel y presenta una distribución en planta simple y uniforme. Debido a esto no se presentan irregularidades en planta y no se consideran como valores que intervengan en la puntuación final del formato.

#### **d. Tipología del sistema estructural**

Según los sistemas estructurales que define la metodología fema 154 y la inspección en visita de campo se obtiene que es un tipo de edificación C1 (MRF) correspondiente a Edificios con pórticos de concreto. Esto genera un dato para la cuenta final que se denomina "CUENTA BÁSICA". De esta caracterización se obtiene que el bloque "K" presenta una cuenta básica de 2,5 y se procederá a calcular los demás datos a partir de la columna principal. Por lo tanto, este dato es fundamental para determinar la cuenta final.

#### **e. Número de pisos de edificación**

La visita de campo ha revelado que el edificio cuenta con únicamente un piso construido. Siendo esta característica específica necesaria para determinar el parámetro de altura total de la edificación. El formato cuenta con 2 tipos de edificios de Media altura y Gran altura como se muestra en la tabla, por lo tanto, al considerarlo de un solo piso no modificara el resultado final de la cuenta.



#### **f. Año de construcción**

El año de construcción designado sirve para determinar los estándares de construcción que están vigentes al momento de realizar la edificación, para esto se realizó las preguntas correspondientes al personal encargado de la Institución Educativa este informa que el año de construcción del Pabellón “K” data de por lo menos el año 2008. Este dato permitirá determinar el parámetro de: pre- código/Año post Código. Se sabe que el RNE en su inciso E.030 (Diseño Sismorresistente) fue actualizado el 2006 por lo tanto se toma el parámetro Post Código pues esta fue construida con las bases regulares de construcción.

#### **g. Tipo de suelo**

El tipo de suelo de la estructura resultante del análisis del suelo en la que la infraestructura de la Institución Educativa Cesar Cohaila Tamayo del Distrito de Ciudad Nuevas se encuentra en función de la norma E.030 del Diseño Sismorresistente. Con esta norma clasificamos al suelo del tipo S3 (Suelos Blandos) y según la clasificación del FEMA 154 corresponde a un “Suelo Suave” Tipo E. Por lo tanto, el parámetro de tipo de suelo considerando la topología de construcción como C1 es de un valor de -1,2. Este dato será considerado para calcular la cuenta final S.

#### **h. Cuenta final “S”**

Determinado los puntajes de cada parámetro, se procede a realizar una suma aritmética para calcular el puntaje o cuenta final, como se expone en la ecuación 5. Para los valores que no intervienen, se considera un valor nulo. De esta manera se obtiene que el valor “S” es de:

$$S = 2,5 + 1,4 - 1,2 = 2,7$$

Siendo la cuenta final S= 3,3, se calcula que la probabilidad de colapso de la estructura según la ecuación 6 es de

$$P = \frac{1}{10^{2,7}} * 100 = 0,20 \%$$

De esto podemos inferir que la edificación presenta una vulnerabilidad baja con una probabilidad al colapso de 0,20 %. Esta vulnerabilidad se considera baja por ser mayor al valor de control 2,5



### **4.3. Análisis del Pabellón “K”**

Se utilizó el programa ETABS V20.3.0, en el cual se ingresó los datos obtenidos del pabellón “K” de la Institución Educativa Cesar Cohaila Tamayo.

#### **4.3.1. Propiedades de los materiales**

Para el análisis de la estructura se utilizó como resistencia a la compresión  $f_c = 210,00 \text{ kg/cm}^2$ . Basado en el ensayo del martillo de rebote en los diferentes elementos estructurales.

#### **4.3.2. Cargas por peso propio**

Se consideró el peso propio de losa aligerada unidireccional de  $h=0,20 \text{ m}$ , el peso de tabiquerías de sogá, el peso propio de elementos de concreto armado vigas y columnas.

Para realizar el análisis estructural se utilizó un modelo en tres dimensiones. En análisis asumió un comportamiento elástico. Para representar los elementos de concreto armado se utilizaron elementos frame. Los elementos no estructurales se han introducido en el modelo como solicitudes de carga por no aportar a la rigidez y resistencia a la edificación.

#### **4.3.3. Cargas vivas**

Se consideró para el análisis cargas vivas que provenientes de pesos no permanentes en los ambientes, estos incluyen a las personas, muebles, materiales y otros objetos móviles. Se consideró como sobrecarga en aulas  $250 \text{ kgf/m}^2$ , Sobrecarga en corredor y pasillos  $400 \text{ kgf/m}^2$  y sobrecarga en azotea  $100 \text{ kgf/m}^2$ .

#### **4.3.4. Propiedades del suelo**

Se consideró un suelo blandos - S3, según estudios anexo 4 de mecánica en la calicata C-8 realizado en el bloque de secundaria del colegio donde se obtuvo el perfil estratigráfico con clasificación SUCS SP-SM arenas mal graduadas y arena limosa a 3 m. de profundidad.

#### **4.3.5. Características de las estructuras**

- Se ingresaron al programa ETABS V20.3.0 las dimensiones de 4 tipos de columnas, detallados en la tabla 9.

**Tabla 14***Dimensiones de columnas*

Ítem	Dimensión (cm)
C-1	25 x 40
CL-1	25 x 70 x 50
CT-1	70 x 50 x 25
CT-2	70 x 50 x 30

*Nota.* En la tabla se visualiza las diferentes dimensiones de columnas obtenidos en campo.

- Se ingresaron al programa las dimensiones de 4 tipos de vigas, detallados en la tabla 10.

**Tabla 15***Dimensiones de vigas*

Ítem	Dimensión (cm)
VP-1	30 x 75
VP-2	25 x 65
VS-1	25 x 65
VB-1	40 x 20

*Nota.* En la tabla se visualiza las diferentes dimensiones de vigas obtenidos en campo.

- Se asignó en la base las restricciones por empotramiento para desplazamientos y rotación en las direcciones "X", "Y" y "Z".
- Se asignó la carga viva y peso propio.
- Se calculó la carga muerta para tabiquerías de soga de h=1,10 y 1,65m.
- Para compatibilizar los desplazamientos y distribuir los esfuerzos de acuerdo con la rigidez de la estructura, se asignó un diafragma rígido.
- Se utilizó para la estructura 6 modos de vibración.
- Dependiendo del coeficiente de reducción se asignó un espectro de diseño en los ejes "X" e "Y".

#### 4.3.6. Datos de los Materiales

La información sobre los materiales a utilizar se definió como se muestra en la tabla 16 a continuación.

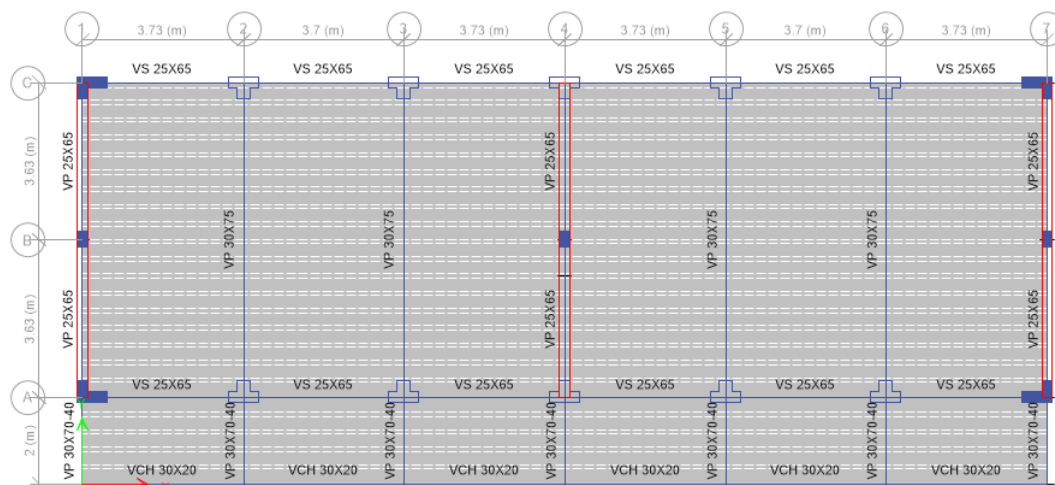
**Tabla 16.***Especificaciones técnicas de los materiales del pabellón*

<b>Concreto</b>			
Fuerza a la compresión	$F'_c =$	210	Kg/m <sup>2</sup>
Peso específico	$\gamma_c =$	2400	Kg/m <sup>3</sup>
Elasticidad	$E_c =$	217370,651	Kg/m <sup>2</sup>
<b>Mampostería</b>			
Fuerza a la compresión	$F'_m =$	65	Kg/m <sup>2</sup>
Peso específico	$\gamma_c =$	1800	Kg/m <sup>3</sup>
Elasticidad	$EC =$	17500	Kg/m <sup>2</sup>

*Nota.* En la tabla se visualiza las diferentes características de los materiales que forman parte del pabellón "K".

#### 4.3.7. Modelo del pabellón en ETABS.

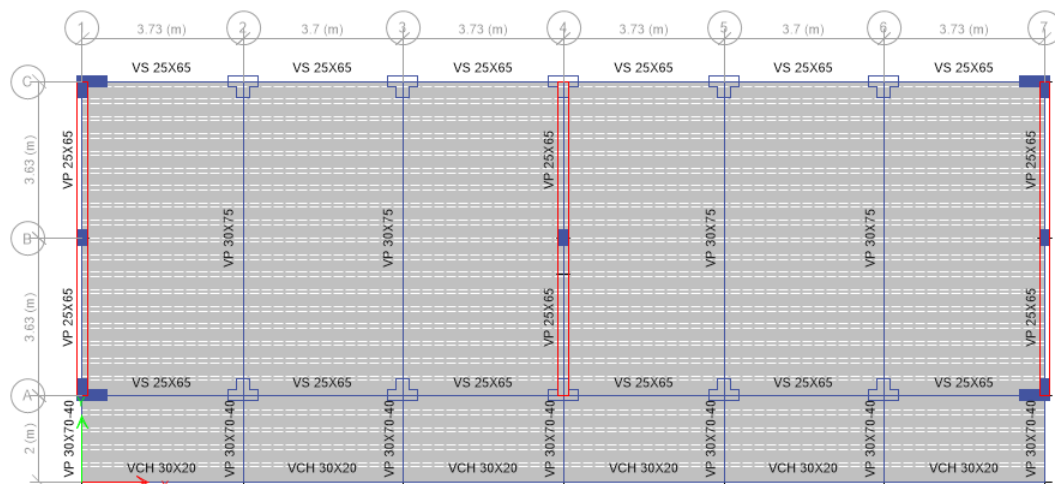
El modelo tridimensional en ETABS 2020.03.0 se realizó teniendo en cuenta la información de campo y el levantamiento primigenio arquitectónico, incorporando los resultados obtenidos en el ensayo de martillo de rebote representados en la figura 26 al 29.

**Figura 26***Vista en planta vigas y losas 1er nivel*

*Nota.* Se aprecia la vista en planta de vigas y losas aligeradas existentes en el primer nivel.

**Figura 27**

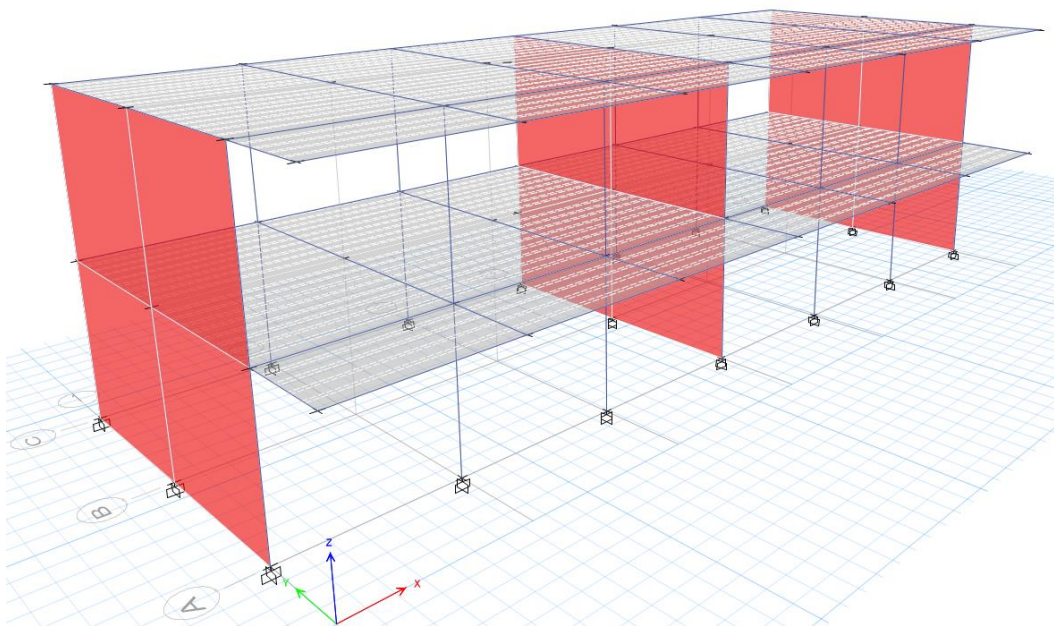
Vista en planta vigas y losas en el segundo nivel



Nota. Se aprecia la vista en planta de vigas y losas aligeradas propuesta del segundo nivel.

**Figura 28**

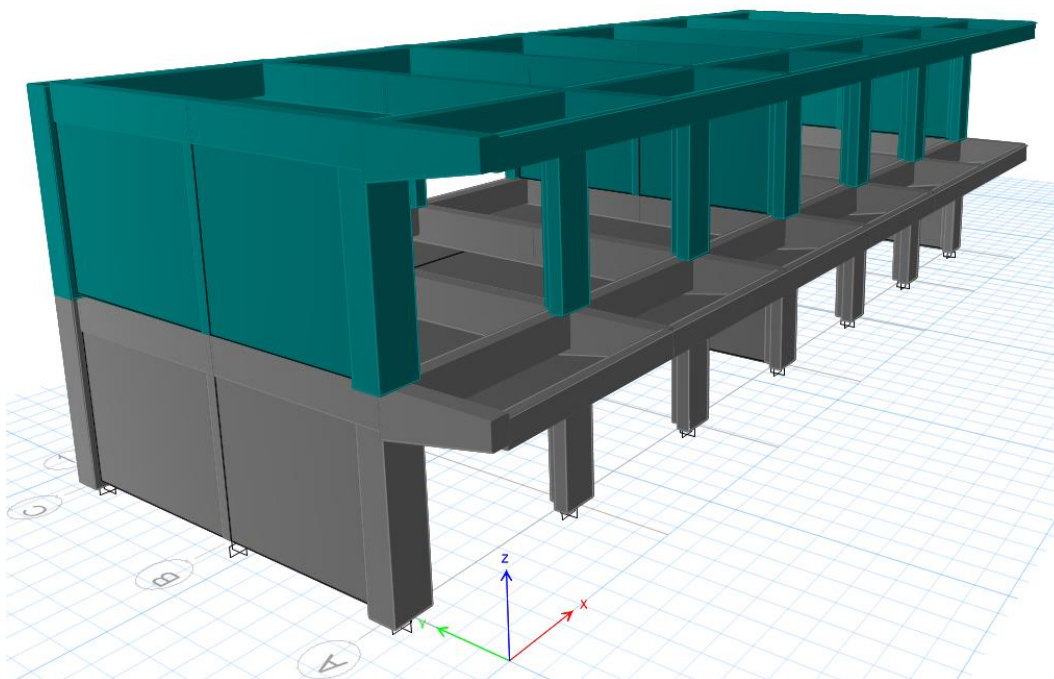
Vista en 3D vigas y losas y muros de albañilería en el primer y segundo nivel



Nota. Se aprecia la vista en 3D de vigas con las siguientes secciones para el análisis: VP (0,30x0,75), VS (0,25x0,65), losas aligeradas unidireccionales de espesor 20 cm y muro de albañilería en cabeza. para los sistemas estructurales de "Pórticos" en el sentido X-X y "Albañilería Confinada" en el sentido Y-Y.

**Figura 29**

Vista en 3D 1er existe y propuesta de 2do nivel



*Nota.* Se aprecia la vista en 3D del primer nivel existente y la propuesta del segundo nivel.

#### 4.3.8. Parámetros de diseño y Espectro de aceleraciones

Se ha tomado en cuenta las siguientes consideraciones respecto a la NTE 0.30.

**Tabla 17**

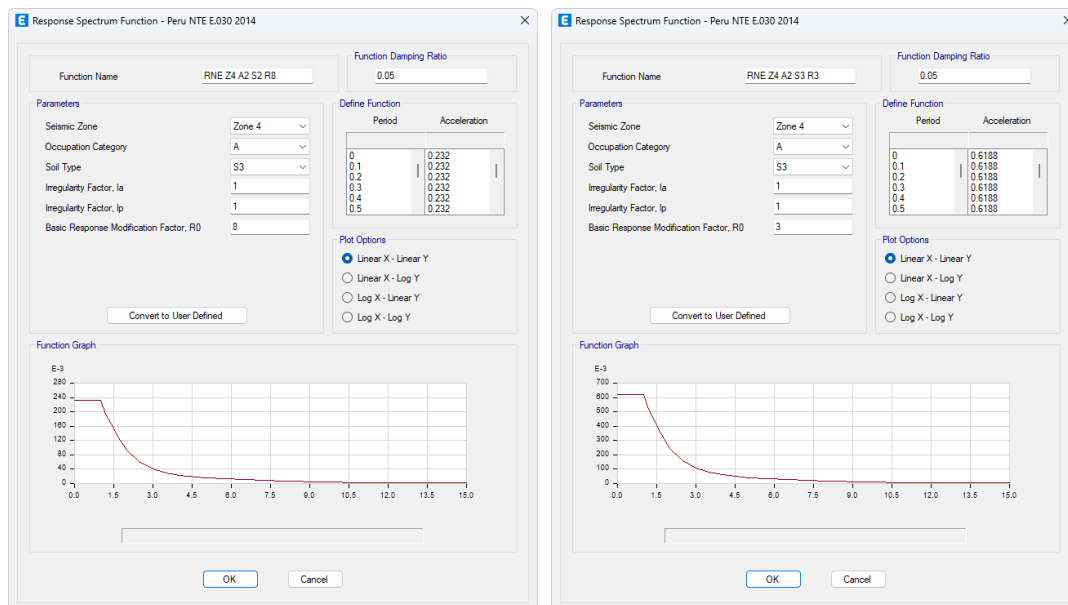
*Datos de parámetros sísmicos del Pabellón "K".*

	Descripción	Valor	Observación
Z	Factor de zona	0,45	zona 4
U	Factor de uso	1,5	categoría A2 Edificaciones Esenciales
S	Factor de suelo	1,10	Suelo Blandos
Rx	Coeficiente básico de reducción en el eje X	8	Sistema Pórticos
Ry	Coeficiente básico de reducción en el eje Y	3	Sistema Albañilería Confinada

*Nota.* Para poder calcular la aceleración espectral para cada una de las direcciones analizadas se utilizan espectro inelástico de pseudo - aceleraciones según la Norma E.030.

Figura 30

Espectro de aceleración en los ejes “X-X, Y-Y” según ETABS.



*Nota.* Se aprecia el espectro de aceleración obtenidos en el programa para los sentidos X, Y.

#### 4.3.9. Análisis modal de la estructura

**Masas de la estructura:** De acuerdo a lo establecido en la Norma de Diseño Sismo Resistente NTE E.030, se completó el análisis modal de la estructura teniendo en cuenta las cargas antes mencionadas. Para este análisis se tomó en cuenta el peso de la estructura el 100 % de la carga muerta, el 50 % de la carga viva y 25 % de carga viva en Azoteas, por ser una edificación del tipo A (ver figura 31 al 35).

Figura 31

Tabla de periodos de la Estructura según ETABS

Case	Mode	Period sec	Frequency cyc/sec	CircFreq rad/sec	Eigenvalue rad <sup>2</sup> /sec <sup>2</sup>
Modal	1	0.237	4.225	26.547	704.7416
Modal	2	0.105	9.507	59.7352	3568.2899
Modal	3	0.088	11.419	71.7475	5147.7068
Modal	4	0.082	12.222	76.7907	5896.8168
Modal	5	0.041	24.462	153.7003	23623.7847
Modal	6	0.034	29.265	183.8778	33811.0539

*Nota.* Se visualiza las frecuencias naturales y los modos de vibración de las estructuras calculados mediante el programa ETABS. Siendo los más representativos los primeros modos de vibración.

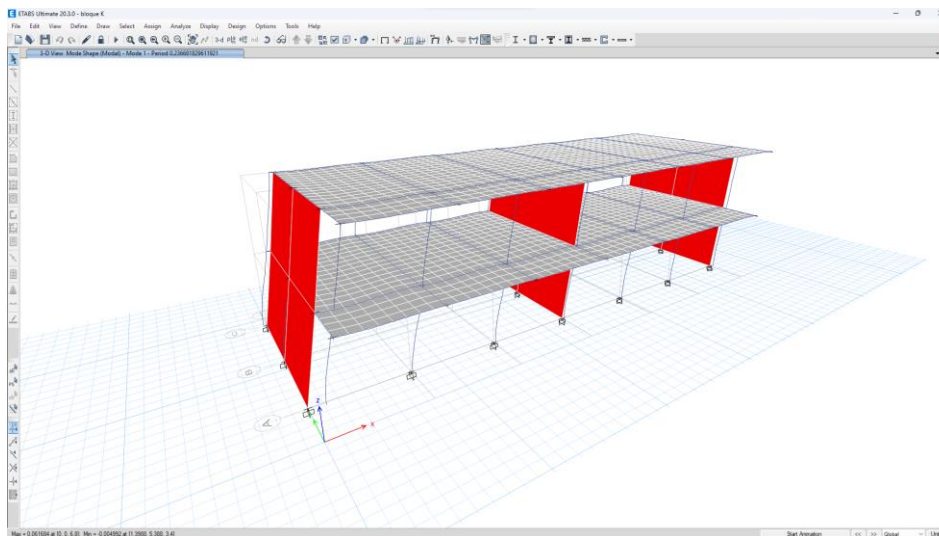
**Figura 32***Resumen de Periodos predominantes*

	Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ
	Modal	1	0.237	0.9012	0	0	0.9012	0	0	0	0.2273	0.0005
	Modal	2	0.105	0	0.9256	0	0.9012	0.9256	0	0.1922	0	0
	Modal	3	0.088	8.713E-06	0	0	0.9012	0.9256	0	0	0.0033	0.9266
	Modal	4	0.082	0.0988	0	0	1	0.9256	0	0	0.769	0.0022
	Modal	5	0.041	0	0.0744	0	1	1	0	0.8078	0	0
	Modal	6	0.034	4.941E-05	0	0	1	1	0	0	0.0004	0.0708

Record: << < 3 > >> of 6

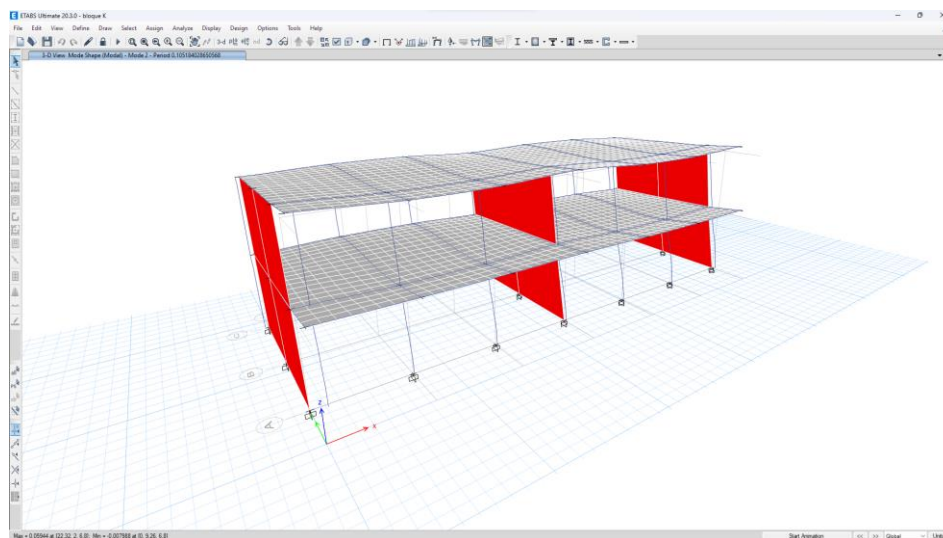
Add Tables... Done

*Nota.* Los modos de vibración predominantes son el Modal 1 en el sentido X-X, y el Modal 2 en el sentido Y-Y de los cuales se interpretan de la siguiente manera: desplazamiento en el eje X, desplazamiento en el eje Y, rotación en el eje Z.

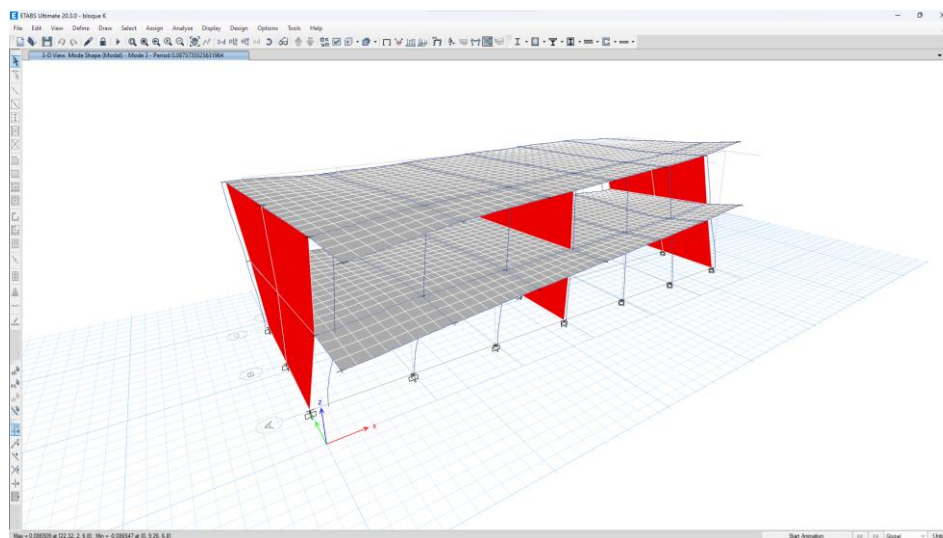
**Figura 33***Periodo de vibración en modo 1*

*Nota.* Se observa los modos de vibración del Modal 1 en el sentido X-X, tiene un periodo de 0,237 segundos.



**Figura 34***Periodo de vibración en Modo 2*

*Nota.* Se observa los modos de vibración del Modal 2 en el sentido Y-Y, tiene un periodo de 0,105 segundos.

**Figura 35.***Periodo de vibración en Modo 3*

*Nota.* Se observa los modos de vibración del Modal 3 en el sentido Z-Z, tiene un periodo de 0,086 segundos.

#### 4.3.10. Análisis dinámico

Fuerzas Cortantes de Carga Sísmica Dinámica de entrepiso.



**Figura 36**

Tabla de fuerzas cortantes de carga sísmica dinámica en el eje X-X del 1er y 2do nivel

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Location	P tonf	VX tonf	VY tonf	T tonf-m	MX tonf-m	MY tonf-m
Story2	SXX dinámico	LinRespSpec	Max	Top	0	57.69	0.01	295.99	0	0
Story2	SXX dinámico	LinRespSpec	Max	Bottom	0	57.69	0.01	295.99	0.02	196.14
Story1	SXX dinámico	LinRespSpec	Max	Top	0	98.49	0.01	508.12	0.02	196.14
Story1	SXX dinámico	LinRespSpec	Max	Bottom	0	98.49	0.01	508.12	0.06	525.12

*Nota.* Se observa los resultados con los parámetros referentes para la edificación a evaluar se tiene como cortante basal en el eje X-X por acción sísmica dinámica.

**Figura 37**

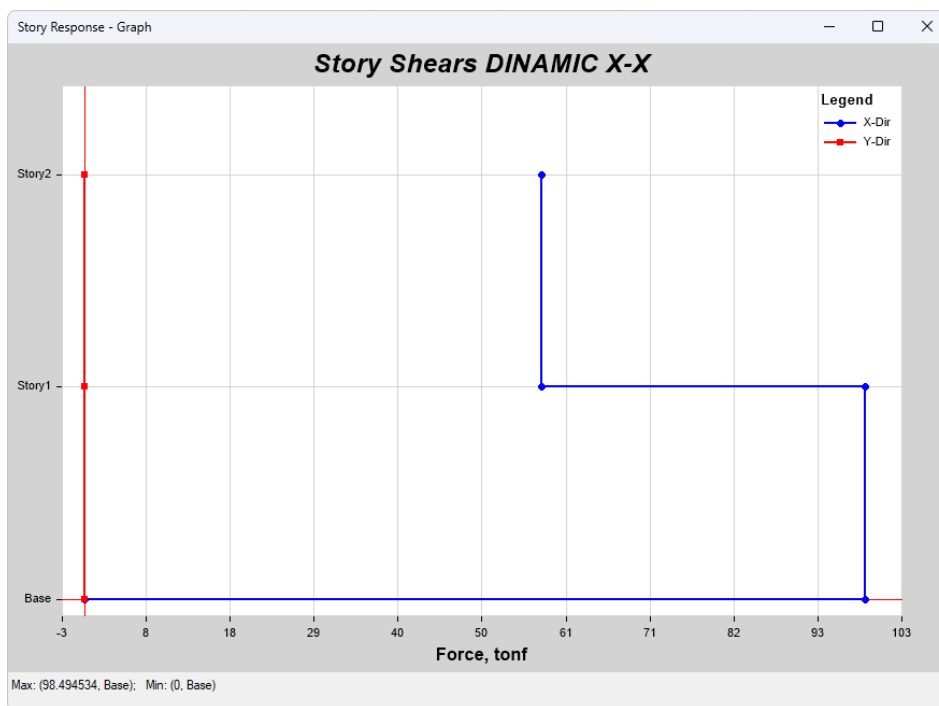
Tabla de fuerzas cortantes de carga sísmica dinámica en el eje Y-Y del 1er y 2do nivel

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Location	P tonf	VX tonf	VY tonf	T tonf-m	MX tonf-m	MY tonf-m
Story2	SYY dinámico	LinRespSpec	Max	Top	0	0.01	151.27	1857.21	0	0
Story2	SYY dinámico	LinRespSpec	Max	Bottom	0	0.01	151.27	1857.21	514.33	0.05
Story1	SYY dinámico	LinRespSpec	Max	Top	0	0.03	269.03	3303.15	514.33	0.05
Story1	SYY dinámico	LinRespSpec	Max	Bottom	0	0.03	269.03	3303.15	1417.1	0.1

*Nota.* Se observa los resultados con los parámetros referentes para la edificación a evaluar se tiene como cortante basal en el eje Y-Y por acción sísmica dinámica.

**Figura 38**

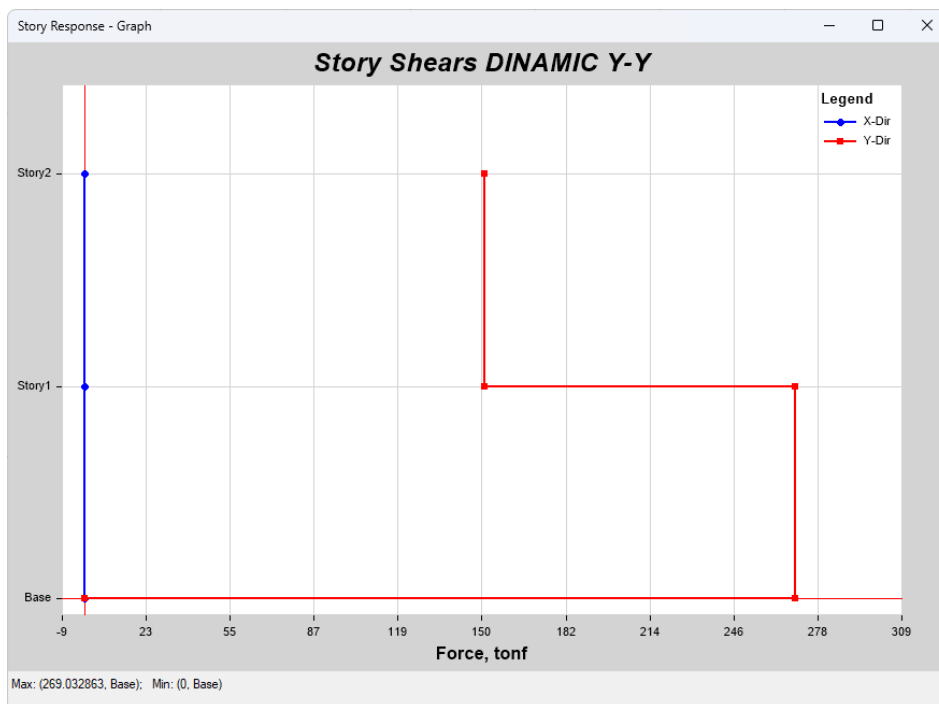
Diagrama de fuerzas cortantes en el eje X-X.



Nota. Se observa la fuerza cortante basal por acción sísmica dinámica en el eje X-X de 98,49 tn.

**Figura 39**

Diagrama de fuerzas cortantes en el eje Y-Y



Nota. Se observa la fuerza cortante basal por acción sísmica dinámica en el eje Y-Y de 269,0 tn.

### 4.3.11. Validación de la estructura

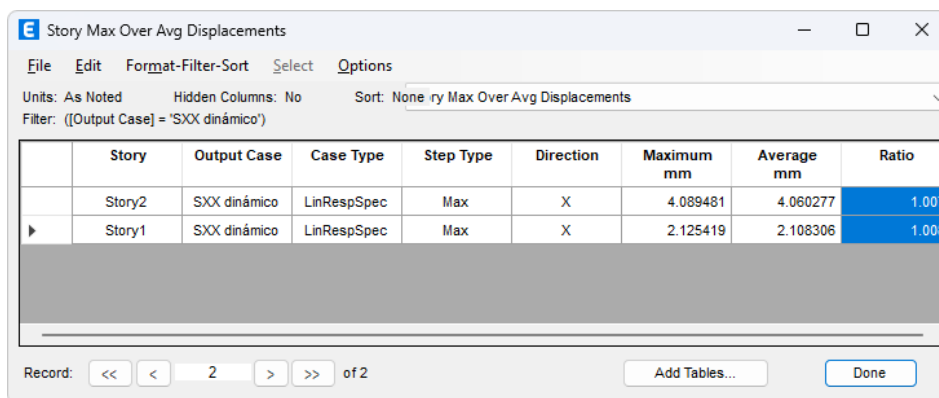
#### - Verificación y Evaluación de Irregularidades

Evaluación de Irregularidades en planta:

**Irregularidad torsional:** En los sentidos X-X e Y-Y, No presenta irregularidad torsional, las ratios son menores a 1,30.

#### Figura 40

Tabla de ratios en cada nivel en el eje X-X

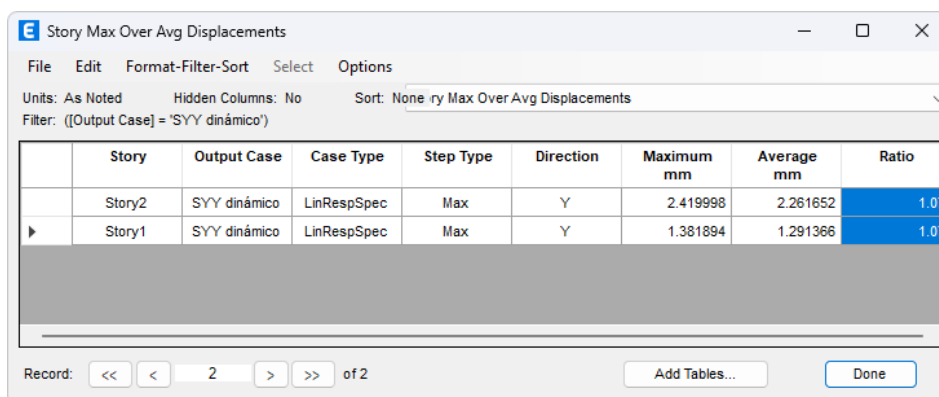


Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Maximum mm	Average mm	Ratio
Story2	SXX dinámico	LinRespSpec	Max	X	4.089481	4.060277	1.007
Story1	SXX dinámico	LinRespSpec	Max	X	2.125419	2.108306	1.008

*Nota.* Se observa la ratio mayor es de 1,008 siendo menor a 1,30 por acción sísmica dinámica en el eje X-X.

#### Figura 41

Tabla de ratios en cada nivel en el eje Y-Y



Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Maximum mm	Average mm	Ratio
Story2	SY Y dinámico	LinRespSpec	Max	Y	2.419998	2.261652	1.07
Story1	SY Y dinámico	LinRespSpec	Max	Y	1.381894	1.291366	1.07

*Nota.* Se observa que la ratio mayor es de 1,07 siendo menor a 1,30 por acción sísmica dinámica en el eje X-X.

**Irregularidad torsional extrema:** No presenta irregularidad extrema.

**Esquina entrante:** La estructura no presenta irregularidad por esquina entrante. Debido a que la geometría en planta es rectangular sin esquinas entrantes.

**Discontinuidad del diafragma:** En el diafragma de la estructura no se presentan aberturas, por lo tanto, no presenta irregularidad por discontinuidad del diafragma.

**Sistemas no paralelos:** No presenta sistemas no paralelos, debido a la orientación perpendicular entre elementos verticales

- **Evaluación de irregularidades en elevación:**

**Irregularidad de Rigidez – Piso Blando:** no presenta irregularidad de rigidez ni piso blando dado que los elementos verticales van desde el primer nivel hasta el segundo nivel.

**Tabla 18**

*Irregularidad de piso blando en ambas direcciones – pabellón K.*

Eje	Pisos	hi (m)	Ki (Tonf/m)	Cond 01>70%	Cond 02>80%	Obs 01
X-X	02	7	29 131,24		NA	
X-X	01	4	46 617,13	160%	NA	Regular
Y-Y	02	7	165 743,57		NA	
Y-Y	01	4	222 935,15	135%	NA	Regular

*Nota.* En la tabla se visualiza la rigidez de cada nivel para las dos condiciones.

**La condición 1** refiere a que la rigidez del entrepiso evaluado sea mayor a 70 % de la rigidez del entrepiso inmediato superior.

**La condición 2** No aplica, debido a que solo se tiene 2 niveles.

**Irregularidad de Masa o Peso:** La distribución de masa cumple con el máximo establecido en la norma E.030, debido a que cada piso de la estructura es similar por lo que no presenta irregularidad por masa.

**Irregularidad Geométrica Vertical:** No presenta irregularidad de geometría vertical, dado que los elementos verticales van desde el primero hasta el segundo nivel.

**Discontinuidad en los Sistemas Resistentes:** No presenta irregularidad por discontinuidad de los sistemas resistentes, dado que los elementos verticales van desde el primero hasta el último nivel.

#### 4.3.12. Evaluación de desplazamientos y Distorsiones

- **Desplazamientos**

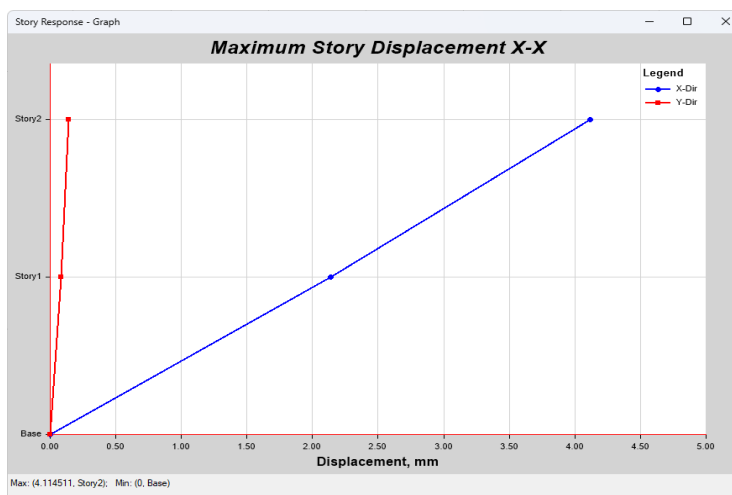
La edificación del bloque “K” en el eje X-X formado por sistema de Pórticos y el eje Y-Y por albañilería, siendo una estructura regular en ambas direcciones, el

desplazamiento se calcula multiplicando el desplazamiento máximo de cada nivel por 0,75R.

En las figuras 42 y 43 se visualiza los desplazamientos máximos en cada sentido de análisis.

**Figura 42**

*Diagrama de desplazamiento en el eje X-X.*



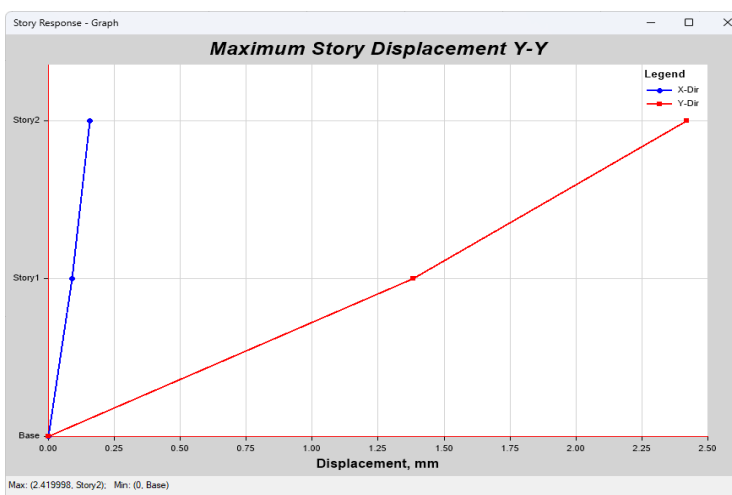
*Nota.* Esquema de desplazamientos máximos del primer y segundo nivel analizados en el eje X-X

$$\Delta_{\max} = 4,12\text{mm}$$

$$\Delta_{\max\text{-inelast-x}} = 0,75 \cdot R \cdot \Delta_{\max} = 24,69\text{mm}$$

**Figura 43**

*Diagrama de desplazamiento en el eje Y-Y.*



*Nota.* Esquema de desplazamientos máximos del primer y segundo nivel analizados en el eje Y-Y

$$\Delta_{\max} = 2,42\text{mm}$$

$$\Delta_{\max\text{-inelast-y}} = 0,75 \cdot R \cdot \Delta_{\max} = 5,45\text{mm}$$

## - Derivas de entrepiso

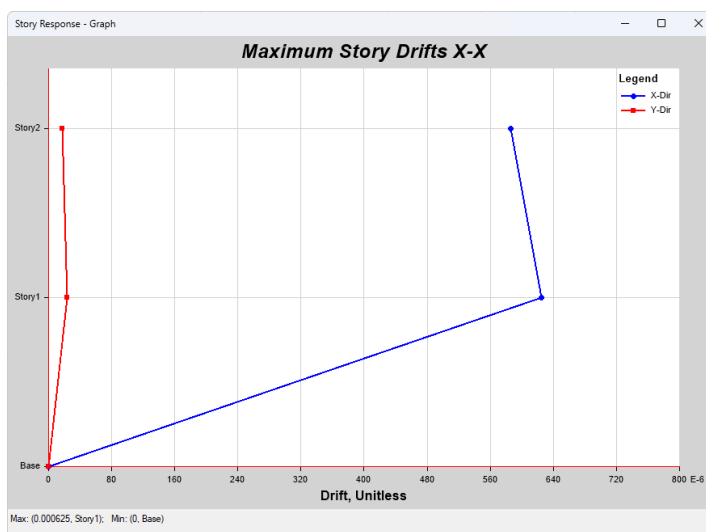
De acuerdo a los límites de distorsión de entrepiso de la Norma de Diseño Sismo Resistente E.030, se calcula multiplicando para estructuras regulares los desplazamientos laterales del análisis sísmico por 0,75R y Para estructuras irregulares por 0,85R.

La edificación del bloque “K” en el eje X-X formado por sistema de Pórticos donde los valores calculados no deben superar los límites de distorsión de entrepiso de 0,007 para concreto armado, para el eje Y-Y formado por albañilería de 0,005, siendo regulares en ambas direcciones de análisis.

En las tablas del 19 al 20 se visualizan las distorsiones de entrepiso de cada nivel y sentido de análisis.

**Figura 44**

*Diagrama de derivas en el eje X-X*



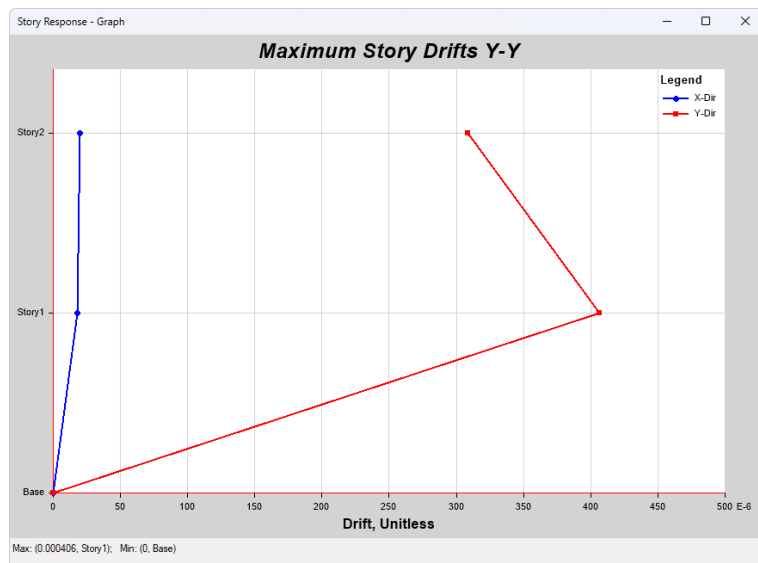
*Nota.* Diagrama de derivas del primer y segundo nivel analizados en el eje X-X.

**Tabla 19**

*Distorsiones de entrepiso (deriva) en el eje X-X*

Story	Location	X-Dir (mm)	Dir x 0,75 x R	Verificación
Story 2	Top	0,000586	0,0035	Cumple
Story 1	Top	0,000625	0,0038	Cumple

*Nota.* En la tabla se visualiza las derivas que están amplificados por 0,75R, debiendo ser estas menores que 0,007 en el sentido X-X, cumplen los límites definidos en la norma E 030.

**Figura 45***Diagrama de derivas en el eje Y-Y*

*Nota.* Diagrama de derivas del 1er y 2do nivel analizados en el eje Y-Y.

**Tabla 20***Distorsiones de entrepiso (deriva) en el eje Y-Y*

Nivel	Location	Y-Dir (mm)	Dir x 0.75 x R	Verificación
Story 2	Top	0,000309	0,0007	Cumple
Story 1	Top	0,000406	0,0009	Cumple

*Nota.* En la tabla se visualiza las derivas que están amplificadas por 0,75R, debiendo ser estas menores que 0.005 en Y-Y, cumplen los límites definidos en la norma E 030

## CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

La primera hipótesis en materia de estudio señala que: “El desplazamiento lateral máximo en la ampliación de la estructura existente está dentro de lo permitido.” Entonces podemos señalar. Se tiene resultados de desplazamiento laterales máximo de la ampliación, es decir el desplazamiento en la dirección X-X es 2,469 cm y el desplazamiento en la dirección Y-Y es 0,545 cm. observamos que la estructura presenta un desplazamiento máximo por debajo de lo permitido RNE E.030.

La Segunda hipótesis en materia de estudio señala que: “La deriva lateral máxima de la ampliación en la edificación está por debajo del nivel permitido por la Norma E.030 Diseño Sismorresistente” Entonces podemos señalar: Se tiene resultado deriva lateral máxima de la ampliación, es decir, la deriva en la dirección X-X es: 0,0038 para el primer piso de la estructura y 0,0035 para el segundo piso, la deriva en la dirección Y-Y, es: 0,0007 para el primer piso de la estructura y 0,0009 para el segundo piso. Según la evaluación sísmica, observamos que la estructura presenta un buen comportamiento sísmico y que el máximo desplazamiento relativo de entrepiso está por debajo de lo especificado en el artículo 32 del RNE E.030.

La tercera hipótesis señala que: “Se obtiene un nivel de vulnerabilidad Bajo en la edificación existente considerando la evaluación de sus componentes estructurales.” Mediante la inspección y la metodología FEMA 154 se determina que la estructura presenta una baja vulnerabilidad ante sismos potenciales, ya que este valor es de 2,7 sobrepasando el valor de control de 2,5 para edificaciones con una vulnerabilidad baja. Considerando las observaciones de campo se tiene que la estructura presenta patologías visibles como la eflorescencia por la presencia de humedad que no representan un daño significativo a la estructura.



## CONCLUSIONES

Se aplicó criterios de análisis y evaluación sísmico del pabellón “K” de la Institución Educativa Cesar Cohaila Tamayo, llegando a la conclusión que la estructura actual presenta un comportamiento sísmico adecuado para la ampliación del segundo nivel.

Se estimó el desplazamiento lateral máximo mediante un análisis sísmico del pabellón “K” de la Institución Educativa pública Cesar Cohaila Tamayo acorde a lo establecido en la RNE E.030. Los resultados de desplazamiento laterales obtenidos para los dos niveles son los siguientes: en la dirección X-X, se observó un desplazamiento máximo de 2,469 cm, mientras que en la dirección Y-Y el registro fue de 0,545 cm. Estos resultados indican que la estructura cumple con los requisitos especificados.

Se determinó la deriva lateral máxima habiéndose realizado el análisis sísmico del pabellón “K” de la Institución Educativa Cesar Cohaila Tamayo. La deriva máxima alcanzada para los dos niveles en la dirección X-X fue de: 0,0038 correspondiente al sistema de Pórticos y la deriva máxima en la dirección Y-Y, conseguida fue de: 0,0009 para el sistema albañilería confinada, los cuales no supera los límites de desplazamiento relativo de entrepiso especificados en el artículo 32 de RNE E.030, lo que confirma que la estructura cumple con los estándares requeridos

Se determinó el nivel de vulnerabilidad sísmica del pabellón “K” de la Institución Educativa Cesar Cohaila Tamayo, obteniéndose un nivel de vulnerabilidad baja para la edificación existente. Mediante la visita in situ y la metodología FEMA 154, se obtiene un valor de Cuenta final (S) de 2,7 superando el valor mínimo de 2,5 para estructuras de baja vulnerabilidad.

## RECOMENDACIONES

Para garantizar la capacidad y continuidad de los ambientes y servicios que otorga la Institución Cesar Cohaila Tamayo, se recomienda solicitar a la Municipalidad Distrital de Ciudad Nueva como ente encargado de gestionar la infraestructura de las entidades públicas, la oportuna implementación de un segundo nivel para el bloque "K" mediante la unidad encargada de la formulación y elaboración de un expediente técnico, debido a que la presente investigación comprueba la viabilidad de dicha ampliación. Este proceso deberá ser realizado y supervisado por expertos correspondientes a cada especialidad que garanticen el cumplimiento de las normas de construcción vigentes. Para esto se debe de considerar que la Institución Educativa pública se encuentra en una zona de alta sismicidad.

Para el profesional especializado del área y encargado de la elaboración del expediente, se recomienda cambiar el sistema estructural en el eje X-X en relación a la categoría y sistema estructural de las edificaciones especificados en el Artículo 17 de RNE E.030 y considerar los desplazamientos laterales de la estructura del pabellón "K" para establecer una junta sísmica o separación mínima cuando se presente el caso de colindar con alguna edificación, se deberá considerar el mínimo establecido en la norma correspondiente.

A los futuros investigadores se recomienda la aplicación de otros métodos cuantitativos que complementen la presente investigación y fortalezcan los resultados obtenidos durante el análisis estructural, en especial la obtención de las derivadas, pues estas sirven como parámetro fundamental de respuesta frente a los sismos.

Se recomienda a los alumnos y futuros profesionales que investiguen y apliquen distintos métodos cualitativos que permitan identificar con precisión las zonas más riesgosas de la ciudad de Tacna en el contexto de la vulnerabilidad sísmica. Esto contribuirá en la comprensión de la resiliencia de las edificaciones de Tacna frente a posibles eventos sísmicos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar Iza (2015). *Evaluación estructural mediante el FEMA - 154 del NEC y propuesta de reforzamiento de la Institución Honrar la Vida del D.M.Q.* Quito: Universidad Central del Ecuador.  
<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/5300>
- American Society for Testing and Materials, (ASTM) (2018), C-42 Standard Test Method for Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beams of Concrete.
- Chalco Quenta y Zegarra Hermoza (2022). *Evaluación estructural de un pabellón de la Institución Educativa José Joaquín Inclán, región Tacna, 2022.* Tacna: Universidad Privada de Tacna.  
<http://hdl.handle.net/20.500.12969/2859>
- Federal Emergency Management Agency, (FEMA) (2002). Rapid Visual Screening of buildings for potential Seismic a Handbook FEMA 154.
- Gamarra Dávila, (2020) *Análisis comparativo del comportamiento sísmico y del presupuesto entre el diseño tradicional y el diseño con la implementación de disipadores de energía de fluido viscoso del edificio "Residencial Santa Rosa"* Cusco: Universidad Andina del Cusco.  
<https://hdl.handle.net/20.500.12557/3693>
- Hananpa Mamani (2021). *Evaluación cualitativa y cuantitativa de la vulnerabilidad sísmica estructural de una infraestructura educativa aporticada de concreto armado.* Lima: Universidad Peruana Unión.  
<http://hdl.handle.net/20.500.12840/4452>
- Herrera Mesa, Manyoma Rentería y Duarte Ruiz (2019) *Evaluación de la vulnerabilidad estructural de las edificaciones indispensables del sector tres sectores educación ubicados en el municipio de Dosquebradas, Risaralda.* Colombia: Universidad Libre Seccional Pereira.  
<https://hdl.handle.net/10901/17871>
- Instituto Nacional de Defensa Civil. (2004). *Mapa de Peligros de la ciudad de Tacna.* Tacna: Dirección Regional de Defensa Civil Tacna.

- Instituto Nacional de Defensa Civil. (2006). *Programa de capacitación para la estimación del riesgo – PCER - Guía del Participante*. Lima.
- Lovera Martínez, (2016). *Esfuerzo de estructuras de concreto armado con aceros de grado 75 en el Perú*, Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Mendoza Berrios y Marino Ramos (2021). *Evaluación estructural para determinar el comportamiento sísmico del pabellón “B” de la Institución Educativa 42241 Hermógenes Arenas Yáñez, Tacna 2021*. Tacna: Universidad Privada de Tacna.  
<http://hdl.handle.net/20.500.12969/2094>
- Ministerio de Educación. (2017). *Plan Nacional de Infraestructura Educativa al 2025*. Lima.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), (2006). *E 020 Cargas*. Perú.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, (2018). *E 030 Diseño sismorresistente del reglamento nacional de edificaciones*. Perú.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, (2009). *E 060 Concreto Armado del Reglamento Nacional de Edificaciones*. Perú.
- Orellana Barrera (2009). *Determinación de la resistencia a compresión y el índice de rebote, por métodos de ensayo destructivo y no destructivo (ASTM C-39, C-805) y su correlación a concretos autocompactantes para vivienda en serie*. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Otazzi Pasino, (2004). *Material de Apoyo para la Enseñanza de los Cursos de Diseño y Comportamiento del Concreto Armado*, Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Panduro Rengifo y García Aguilar (2015). *Evaluación de la Vulnerabilidad sísmica y propuesta de reforzamiento de la I.E. Túpac Amaru II, Distrito de Chojata – General Sánchez Cerro – Moquegua*. Iquitos: Universidad Científica del Perú.
- Salazar Inoñan y Rodríguez Vásquez (2022). *Evaluación estructural y funcional para el mejoramiento de la infraestructura de la I.E. Santo Toribio de Mogrovejo, Zaña, Lambayeque*. Lambayeque: Universidad Señor de Sipán.
- Sanchez de Guzman, (1996). *Tecnología del concreto y del mortero*. Santafé de Bogotá.

San Bartolomé Ramos, Quiun y Silva Berrios, (2018), *Diseño y construcción de estructuras sismorresistentes de albañilería*. Fondo editorial Pontificia Universidad Católica del Perú.

Tavera Huarache. (2020). *Análisis y evaluación de los patrones de sismicidad y escenarios sísmicos en el borde occidental del Perú*. Lima.

Tavera Huarache, (2002). *Terremoto de la Región Sur de Perú del 23 de junio de 2001*, Lima.

*Twilight Instrumentos de medición. Martillo de prueba rebote mecánico HT-225. Ciudad de México*

Villegas Lanza et al. (2016). *Active tectonics of Peru: Heterogeneous interseismic coupling along the Nazca megathrust, rigid motion of the Peruvian Sliver, and Subandean shortening accommodation*. Advancing Earth and Space Science.


## **ANEXOS**

## ANEXO 1 MATRIZ DE CONSISTENCIA

**Análisis y evaluación sísmico del Pabellón "K" de la Institución Educativa Cesar Cohaila Tamayo, Tacna 2023.**

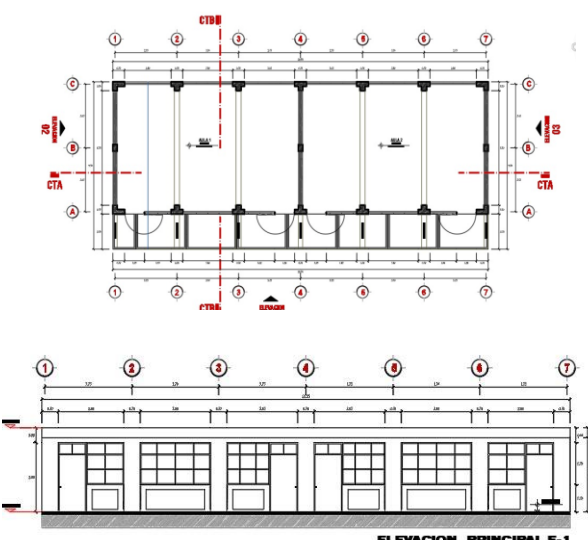

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
<b>Problema General</b>	<b>Objetivo General</b>	<b>Hipótesis General</b>	<b>V. Independiente</b>  <b>Análisis y evaluación sísmico</b>	Evaluación de Sistema estructural	Resistencia del concreto ( $f_c$ )	Tipo de Investigación: Investigación Aplicada  Nivel de Investigación: Nivel Aplicativo  Diseño de Investigación: Cuasi experimental
¿Cómo aplicar criterios de análisis y evaluación sísmico en el pabellón "K" de la institución educativa Cesar Cohaila Tamayo?	Aplicar criterios de análisis y evaluación sísmico en el pabellón "K" de la institución educativa Cesar Cohaila Tamayo.	De acuerdo a los criterios de análisis y evaluación sísmico se obtiene un buen comportamiento estructural en el Pabellón "K" de la Institución educativa Cesar Cohaila Tamayo.		Sismicidad en la zona	Unidades de Albañilería ( $f'm$ )	
			Esfuerzo de fluencia ( $f_y$ )			
			Demanda sísmica			
			Tipología del suelo S2			
<b>Problemas Específicos</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Hipótesis Específicas</b>	<b>V. Dependiente</b>  <b>Pabellón "K" de la Institución Educativa Cesar Cohaila Tamayo</b>	Comportamiento estructural	Desplazamiento Lateral Máximo (cm)	
1. ¿Cuál es el desplazamiento lateral máximo en la ampliación de la estructura existente?	1. Estimar el desplazamiento lateral máximo en la ampliación de la estructura existente	1. El desplazamiento lateral máximo en la ampliación de la estructura existente está dentro de lo permitido.			Deriva Lateral Máxima (%)	
2. ¿Cuál será la deriva lateral máxima de la ampliación en la edificación según la norma E.030 "Diseño Sismorresistente"?	2. Determinar la deriva lateral máxima de la ampliación en la edificación según la Norma E.030 "Diseño Sismorresistente".	2. La deriva lateral máxima de la ampliación en la edificación está por debajo del nivel permitido por la Norma E.030 "Diseño Sismorresistente"				
3. ¿Qué nivel de vulnerabilidad presenta la edificación existente considerando la evaluación de sus componentes estructurales?	3. Determinar la vulnerabilidad de la edificación existente previa evaluación de sus componentes estructurales.	3. Se obtiene un nivel de vulnerabilidad "Bajo" en la edificación existente considerando la evaluación de sus componentes estructurales.		Vulnerabilidad de la edificación		Nivel De Vulnerabilidad Alto, Medio, Bajo

## ANEXO 2 ENSAYO DEL MARTILLO DE REBOTE

	<p><b>UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA</b>          ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO UTILIZANDO EL          MARTILLO DE REBOTE SEGÚN NTP 339.181          ESCUELA PROFESIONAL DE ING. CIVIL          LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS          CONCRETOS Y PAVIMENTOS</p>																																																																																																																																																											
<p><b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO UTILIZANDO EL          MARTILLO DE REBOTE SEGÚN NORMA TECNICA PERUANA 339.181</b></p>																																																																																																																																																												
<p><b>TESIS</b> : "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN SÍSMICO DEL PABELLÓN "K" DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA CESAR COHAILA TAMAYO, TACNA 2023"</p> <p><b>UBICACIÓN</b> : INSTITUCIÓN EDUCATIVA CESAR COHAILA TAMAYO DEL DISTRITO DE CIUDAD NUEVA</p> <p><b>SOLICITANTE:</b> Bach. DILMER PAÚL PACOMPIA CONDORI          Bach. JAVIER PEDRO CAHUANA ALAVE</p> <p><b>ENSAYO</b> : ENSAYO DE ESCLEROMETRO IN SITU.</p> <p><b>FECHA</b> : Agosto 2023</p>																																																																																																																																																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Nº</th> <th rowspan="2">Descripción del elemento</th> <th colspan="11">LECTURAS TOMADAS</th> <th rowspan="2"><math>\sigma</math></th> <th rowspan="2">P - <math>\sigma</math></th> <th>Resist.</th> </tr> <tr> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>Prom.</th> <th>Kg/cm<sup>2</sup></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td>Columna C-1</td> <td>31</td><td>32</td><td>32</td><td>31</td><td>34</td><td>31</td><td>33</td><td>32</td><td>33</td><td>34</td><td>32.3</td> <td>1.16</td><td>31.1</td><td>255.0</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td>Columna C-2</td> <td>34</td><td>30</td><td>31</td><td>32</td><td>32</td><td>31</td><td>34</td><td>31</td><td>31</td><td>33</td><td>31.9</td> <td>1.37</td><td>30.5</td><td>220.6</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td>Columna C-3</td> <td>34</td><td>31</td><td>32</td><td>31</td><td>34</td><td>33</td><td>33</td><td>34</td><td>32</td><td>31</td><td>32.5</td> <td>1.27</td><td>31.2</td><td>259.9</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4</td> <td>viga V-1</td> <td>33</td><td>34</td><td>34</td><td>31</td><td>32</td><td>30</td><td>34</td><td>33</td><td>32</td><td>30</td><td>32.3</td> <td>1.57</td><td>30.7</td><td>252.0</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5</td> <td>viga V-2</td> <td>30</td><td>33</td><td>34</td><td>32</td><td>31</td><td>32</td><td>30</td><td>34</td><td>34</td><td>31</td><td>32.1</td> <td>1.60</td><td>30.5</td><td>250.1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">6</td> <td>viga V-3</td> <td>32</td><td>30</td><td>34</td><td>30</td><td>33</td><td>32</td><td>33</td><td>30</td><td>31</td><td>32</td><td>31.7</td> <td>1.42</td><td>30.3</td><td>245.2</td> </tr> <tr> <td colspan="14"></td> <td style="text-align: right;">Promedio</td> <td style="text-align: center;"><b>247.13</b></td> </tr> <tr> <td colspan="14"></td> <td></td> <td style="text-align: center;">Kg/cm<sup>2</sup></td> </tr> </tbody> </table>	Nº	Descripción del elemento	LECTURAS TOMADAS											$\sigma$	P - $\sigma$	Resist.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Prom.	Kg/cm <sup>2</sup>	1	Columna C-1	31	32	32	31	34	31	33	32	33	34	32.3	1.16	31.1	255.0	2	Columna C-2	34	30	31	32	32	31	34	31	31	33	31.9	1.37	30.5	220.6	3	Columna C-3	34	31	32	31	34	33	33	34	32	31	32.5	1.27	31.2	259.9	4	viga V-1	33	34	34	31	32	30	34	33	32	30	32.3	1.57	30.7	252.0	5	viga V-2	30	33	34	32	31	32	30	34	34	31	32.1	1.60	30.5	250.1	6	viga V-3	32	30	34	30	33	32	33	30	31	32	31.7	1.42	30.3	245.2															Promedio	<b>247.13</b>																Kg/cm <sup>2</sup>
Nº			Descripción del elemento	LECTURAS TOMADAS												$\sigma$	P - $\sigma$	Resist.																																																																																																																																										
	1	2		3	4	5	6	7	8	9	10	Prom.	Kg/cm <sup>2</sup>																																																																																																																																															
1	Columna C-1	31	32	32	31	34	31	33	32	33	34	32.3	1.16	31.1	255.0																																																																																																																																													
2	Columna C-2	34	30	31	32	32	31	34	31	31	33	31.9	1.37	30.5	220.6																																																																																																																																													
3	Columna C-3	34	31	32	31	34	33	33	34	32	31	32.5	1.27	31.2	259.9																																																																																																																																													
4	viga V-1	33	34	34	31	32	30	34	33	32	30	32.3	1.57	30.7	252.0																																																																																																																																													
5	viga V-2	30	33	34	32	31	32	30	34	34	31	32.1	1.60	30.5	250.1																																																																																																																																													
6	viga V-3	32	30	34	30	33	32	33	30	31	32	31.7	1.42	30.3	245.2																																																																																																																																													
														Promedio	<b>247.13</b>																																																																																																																																													
															Kg/cm <sup>2</sup>																																																																																																																																													
<p><i>NOTA:</i></p>																																																																																																																																																												



### ANEXO 3 FICHA DE INSPECCIÓN VISUAL RÁPIDA

Inspección Visual Rápida de Edificios con Amenazas Sísmicas Potenciales															
FEMA 154. Plantilla de colección de datos							Sismicidad ALTA								
							Dirección : Av. Mariano Necochea 1444 Ciudad Nueva								
							Otra Identificación:								
							N° de Pisos : 1			Año de Const: 2008					
							Inspectores : Bach. Dilmer Pacompia - Bach. Javier Cahuana								
							Área de construcción: 160.7 m <sup>2</sup>			Fecha: 12/09/2023					
Nombre de la edificación: Pabellon K de la I.E. Cesar Cohaila Tamayo															
Uso de la edificación : Institucion Educativa															
															
OCUPACIÓN				Tipo de suelo						Peligros No- Estructural					
Asambleas	Edific. Gobierno	Oficina	N° de Personas	A	B	C	D	E	F	Peligros No- Estructural					
Comerciales	Sitios Públicos	Residencia	0-10	Roca Dura	Roca Media	Suelo Denso	Suelo Duro	Suelo Suave	Suelo Pobre	chimenea no reforz.	Parapt.	revest. Pesado	otros		
Serv. Emerg.	Industrial	Escuela	X 101-1000												
<b>CUENTA BÁSICA, MODIFICADORES Y CUENTA FINAL "S"</b>															
TIPO DE EDIFICIO	W1	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RCSW)	S5 (URMINF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URMINF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM
CUENTA BÁSICA	4.4	3.8	2.8	3.0	3.2	2.8	2.0	2.5	2.8	1.6	2.6	2.4	2.8	2.8	1.8
Media altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0.3	0.4	N/A	0.4	0.4	0.4	0.4	0.2	N/A	0.2	0.4	0.4	0
Gran altura (>7 pisos)	N/A	N/A	0.6	0.8	N/A	0.8	0.8	0.6	0.8	0.3	N/A	0.4	N/A	0.6	N/A
Irregularidad Vertical	-2.5	-2.0	-1.0	-1.5	N/A	-1.0	-1.0	-1.5	-1.0	-1.0	N/A	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
Irregularidad en Planta	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
Pre-Código	0.0	-1.0	-1.0	-0.8	-0.6	-0.8	-0.2	-1.2	-1.0	-2.0	-0.8	-0.8	-1.0	-0.8	-0.2
Año Post Código	2.4	2.4	1.4	1.4	N/A	1.6	N/A	1.4	2.4	N/A	2.4	N/A	2.8	2.6	N/A
Suelo Tipo C	0.0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Suelo Tipo D	0.0	-0.8	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6
Suelo Tipo E	0.0	-0.8	-1.2	-1.2	-1.0	-1.2	-0.8	-1.2	-0.8	-0.8	-0.4	-1.2	-0.4	-0.6	-0.8
<b>CUENTA FINAL, S</b>	<b>2.7</b>														
COMENTARIOS: Se evidencia que no presenta irregularidad en altura o planta y se considera un sistema estructural aporricado.											<b>Requiere Evaluación Detallada</b>				
											<b>SI</b>		<b>NO</b>		

## **ANEXO 4 ESTUDIO DE SUELOS**

## PERFIL ESTRATIGRAFICO

PROYECTO : MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SERVICIO EDUCATIVO DE LA I.E. CESAR COHAILA TAMAYO DEL DISTRITO DE CIUDAD NUEVA - TACNA  
UBICACIÓN : I.E. CESAR COHAILA TAMAYO - DISTRITO DE CIUDAD NUEVA - TACNA - TACNA  
SOLICITA : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CIUDAD NUEVA  
FECHA : MAYO DE 2022

1.- DESCRIPCION DE LA CALICATA		2.- PERSONAL	
COORDENADAS : WGS 84 19 K 369672 - 8012319	ESTRATO : E-01	Profesionales :	Ing Andy José Rivera Sagastegui
CALCATA : C-08	PROFUNDIDAD : 3.0 m	Realizado :	Tec. Edwin Flores Chipana

### 3.- DATOS DEL PERFIL ESTRATIGRAFICO

PROFUNDIDAD (metros)	E	GRAFICO/ SIMBOLO	CLASIFICACION SUCS	DESCRIPCION VISUAL	DESCRIPCION VISUAL	PROFUNDIDAD (metros)
0.15 m	E - 0 1		SP - SM	Suelo de color beige con tonalidades claras, mezcla de limos, arenas, mal gradada, bajo contenido de humedad. Arenas limosas, conformantes de manera continua en todo el perfil de la calicata. El grado de compactación es bajo.		0.15 m
0.30 m						0.30 m
0.45 m						0.45 m
0.60 m						0.60 m
0.75 m						0.75 m
0.90 m						0.90 m
1.05 m						1.05 m
1.20 m						1.20 m
1.35 m						1.35 m
1.50 m						1.50 m
1.65 m						1.65 m
1.80 m						1.80 m
1.95 m						1.95 m
2.10 m						2.10 m
2.25 m						2.25 m
2.40 m						2.40 m
2.55 m	2.55 m					
2.70 m	2.70 m					
2.85 m	2.85 m					
3.00 m	3.00 m					

TIPO DE MUESTRA	CLASIFICACION	PANEL FOTOGRAFICO WGS 84 19 K 369672 - 8012319
-----------------	---------------	--

<p><b>PAVIMENTO</b></p> <p><b>BASE</b></p> <p><b>MUESTRA ALTERA</b></p> <p><b>TURBA OTROS SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS</b></p>	<p><b>GRAVAS LIMPIAS</b></p> <p><b>GW</b> GRAVA BIEN GRADUADA</p> <p><b>GP</b> GRAVA MAL GRADUADA</p> <p><b>GM</b> GRAVA LIMOSA</p> <p><b>GC</b> GRAVA ARCILLOSA</p>	<p><b>GRAVAS CON FINO</b></p> <p><b>SW</b> ARENA BIEN GRADUADA</p> <p><b>SP</b> ARENAS MAL GRADUADAS</p> <p><b>SM</b> ARENA LIMOSA</p> <p><b>SC</b> ARENA ARCILLOSA</p>	
<p><b>FORMA DE LOS AGREGADOS</b></p> <p><b>REDONDEADO</b></p> <p><b>SUB REDONDEADO</b></p> <p><b>SUB ANGULAR</b></p>	<p><b>LIMOS Y ARCILLAS MEDIA PLASTISIDAD</b></p> <p><b>ML</b> LIMO INORGANICO Y ARENAS MUY FINAS LIGERA PLASTISIDAD</p> <p><b>CL</b> ARCILLAS INORGANICAS DE PLASTISIDAD BAJA A MEDIA</p> <p><b>OL</b> LIMOS ORGANICOS Y ARCILLAS LIMOSAS DE BAJA PLASTISIDAD</p>	<p><b>LIMOS Y ARCILLAS ALTA PLASTISIDAD</b></p> <p><b>MH</b> LIMOS ORGANICOS ELASTICOS</p> <p><b>CH</b> ARCILLAS INORGANICAS DE PLASTISIDAD ALTA</p> <p><b>OH</b> ARCILLAS ORGANICAS DE PLASTISIDAD MEDIA A ALTA</p>	



**ENSAYO DE HUMEDAD NATURAL**

NORMA ASTM D 2216

**PROYECTO :** MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SERVICIO EDUCATIVO DE LA  
 I.E. CESAR COHAILA TAMAYO DEL DISTRITO DE CIUDAD  
 NUEVA - TACNA

**UBICACIÓN :** I.E. CESAR COHAILA TAMAYO - DISTRITO DE CIUDAD NUEVA- TACNA - TACNA

**SOLICITA :** MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CIUDAD NUEVA

**MATERIAL :** SUELO DE FUNDACIONES - ESTRATO 1

**FECHA :** MAYO 2022

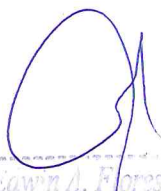
**COORDENADAS :**

**369672 E**

**8012319 N**

MUESTRA Nº 1			
Recipiente Nº		1	2
Peso del recipiente	gr.	212.5	198.5
Peso del recipiente + la muestra humeda	gr.	597.5	572.5
Peso del recipiente + la muestra seca	gr.	581.2	556.4
Peso del Agua	gr.	16.3	16.1
Peso de la muestra seca neta	gr.	368.7	357.9
Porcentaje de humedad	%	4.4	4.5
Promedio	%	4.5	



  
 Edwin A. Flores Chipana  
 Técnico Laboratorio



  
 Andy José Rivera Sagastegui  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 75160

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

NORMA MTC E107-1999 - ASTM D 422

**PROYECTO :** "MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SERVICIO EDUCATIVO DE LA I.E. CESAR COHAILA TAMAYO DEL DISTRITO DE CIUDAD NUEVA - TACNA"

**UBICACIÓN :** I.E. CESAR COHAILA TAMAYO - DISTRITO DE CIUDAD NUEVA- TACNA - TACNA

**SOLICITA :** MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CIUDAD NUEVA

**MATERIAL :** SUELO DE FUNDACIONES - ESTRATO 1

**COORDENADAS :** 369672 E

**FECHA :** MAYO 2022

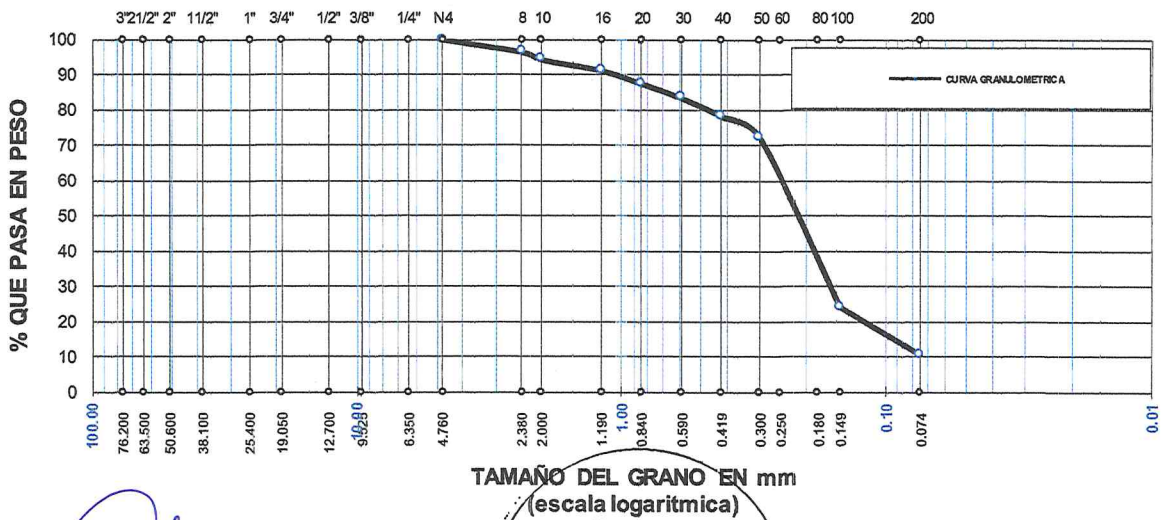
8012319 N

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. GRAD. "B"	DESCRIPCION DE LA MUESTRA																																																								
							<b>MUESTRA 08</b>																																																								
							<b>Límites de consistencia:</b>																																																								
							L.L. = 25.80																																																								
							L.P. = N.P																																																								
							I.P. = N.P																																																								
3"	76.200						<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td>D60</td> <td>0.26</td> <td>CU</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>D30</td> <td>0.17</td> <td>CC</td> <td>1.6</td> </tr> <tr> <td>D10</td> <td>0.07</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4"><b>% DE GRAVA</b></td> </tr> <tr> <td colspan="4"><b>% DE ARENA</b></td> </tr> <tr> <td colspan="4"><b>% DE FINOS</b></td> </tr> <tr> <td colspan="4"><b>Clasificación S.U.C.S.</b></td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">SP-SM</td> </tr> <tr> <td colspan="4"><b>Clasificación AASHTO</b></td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">A-3</td> </tr> <tr> <td colspan="4"><b>Peso de la Muestra:</b></td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">697.3 gr.</td> </tr> <tr> <td colspan="4"><b>OBSERVACIONES:</b></td> </tr> <tr> <td colspan="4">EL material es constituyente a relleno y capas de material orgánico.</td> </tr> </table>	D60	0.26	CU	4	D30	0.17	CC	1.6	D10	0.07			<b>% DE GRAVA</b>				<b>% DE ARENA</b>				<b>% DE FINOS</b>				<b>Clasificación S.U.C.S.</b>				SP-SM				<b>Clasificación AASHTO</b>				A-3				<b>Peso de la Muestra:</b>				697.3 gr.				<b>OBSERVACIONES:</b>				EL material es constituyente a relleno y capas de material orgánico.			
D60	0.26	CU	4																																																												
D30	0.17	CC	1.6																																																												
D10	0.07																																																														
<b>% DE GRAVA</b>																																																															
<b>% DE ARENA</b>																																																															
<b>% DE FINOS</b>																																																															
<b>Clasificación S.U.C.S.</b>																																																															
SP-SM																																																															
<b>Clasificación AASHTO</b>																																																															
A-3																																																															
<b>Peso de la Muestra:</b>																																																															
697.3 gr.																																																															
<b>OBSERVACIONES:</b>																																																															
EL material es constituyente a relleno y capas de material orgánico.																																																															
2 1/2"	63.500																																																														
2"	50.600																																																														
1 1/2"	38.100																																																														
1"	25.400																																																														
3/4"	19.050																																																														
1/2"	12.700																																																														
3/8"	9.525																																																														
1/4"	6.350																																																														
No4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00																																																										
No8	2.380	24.60	3.53	3.53	96.47																																																										
No10	2.000	15.40	2.21	5.74	94.26																																																										
No16	1.190	21.30	3.05	8.79	91.21																																																										
No20	0.840	25.80	3.70	12.49	87.51																																																										
No30	0.590	29.10	4.17	16.66	83.34																																																										
No40	0.419	35.10	5.03	21.70	78.30																																																										
No50	0.300	41.20	5.91	27.61	72.39																																																										
No60	0.250																																																														
No80	0.180																																																														
No100	0.149	335.40	48.10	75.71	24.29																																																										
No200	0.074	94.20	13.51	89.22	10.78																																																										
<b>BASE</b>		75.20	10.78	100.00	0.00																																																										
<b>TOTAL</b>		697.30	100.00																																																												
<b>% PERDIDA</b>																																																															



### CURVA GRANULOMETRICA

MALLAS U.S. STANDARD



*Edwin A. Flores Chipana*  
 Técnico Laboratorio

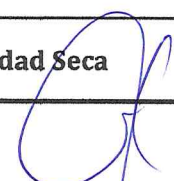


*Andy José Rivera Sagastegui*  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 75160



**ENSAYO DE DENSIDAD IN SITU**
**ASTM D 1556 - NTP E -117**
**PROYECTO : "MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SERVICIO EDUCATIVO  
 DE LA I.E. CESAR COHAILA TAMAYO**
**UBICACIÓN : I.E. CESAR COHAILA TAMAYO - DISTRITO DE CIUDAD NUEVA- TACNA - TACNA**
**SOLICITA : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CIUDAD NUEVA**
**MATERIAL : SUELO DE FUNDACIONES - ESTRATO 1**
**FECHA : MAYO 2022**


UBICACIÓN	UND	MATERIAL : SUELO DE FUNDACIONES - ESTRATO 1 - 19 K 369672 - 8012319
Profundidad	cm.	15.0
Peso de la muestra Humeda + Lata	gr.	3,011.5
Peso de la lata	gr.	0.0
Peso de la muestra humeda neta	gr.	3,011.5
Peso de la Arena + frasco	gr.	9,143.0
Peso de la Arena q' queda en frasco	gr.	4,729.0
Peso de la Arena en el embudo	gr.	1,696.5
Peso de la Arena en el hoyo	gr.	2,717.5
Densidad de la Arena	gr/cc.	1.42
Volumen del hoyo	cc.	1,913.7
Humedad	%	4.50
Densidad Humeda	gr/cc.	1.574
Densidad Seca	gr/cc.	1.506



Edwin A. Flores Chipana  
 Técnico Laboratorio




Andy José Rivera Sagasti  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 75200

Proyecto : "MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SERVICIO EDUCATIVO DE LA I.E. CESAR COHAILA TAMAYO DEL DISTRITO DE CIUDAD NUEVA - TACNA"

Solicitante : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CIUDAD NUEVA

Ubicación de Proyecto : I.E. CESAR COHAILA TAMAYO - DISTRITO DE CIUDAD NUEVA- TACNA - T.

Material : SUELO DE FUNDACIONES - ESTRATO 1

Identificación Profundidad: 3.0 m

Sondaje / Calicata : C-08

N° de Muestra : Muestra 08



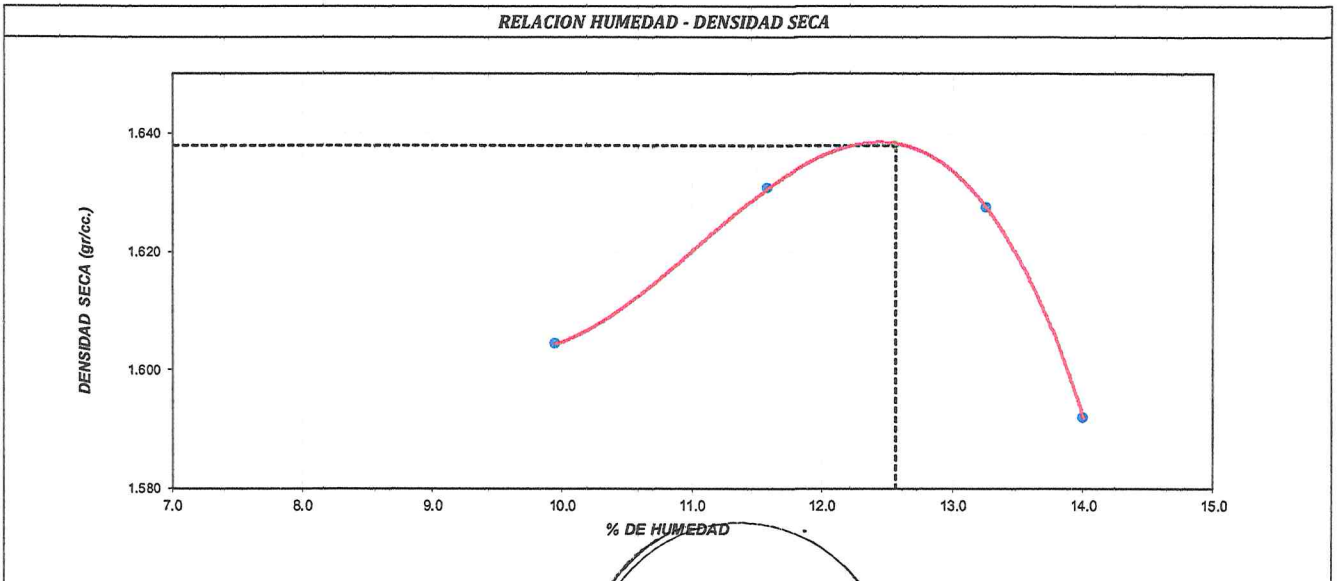
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR  
ASTM D1557 / ASTM D1883**

Volumen Molde 933.7 cm<sup>3</sup>  
Peso Molde 4257 gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	5,904	5,956	5,978	5,952	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	1,647	1,699	1,721	1,695	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1,764	1,820	1,843	1,815	
Recipiente Numero		0	0	0	0	
Peso de la Tara	gr.	167.0	167.0	167.0	167.0	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	369.2	372.1	410.4	428.2	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	350.9	350.8	381.9	396.1	
Peso del agua	gr.	18.3	21.3	28.5	32.1	
Peso del suelo seco	gr.	184	184	215	229	
Contenido de agua	%	9.95	11.59	13.26	14.01	
Densidad Seca	gr/cc	1.604	1.631	1.627	1.592	

Densidad Máxima Seca: 1.638 gr/cm<sup>3</sup>      Contenido Humedad Optima: 12.56 %

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**



OBSERVACIONES:

*[Handwritten signature]*

Edwin A. Flores Chipana  
Técnico Laboratorio



*[Handwritten signature]*

José Rivera Sagastiz  
INGENIERO CIVIL  
CIP 75160



**ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS**

ASTM D3080

Proyecto : "MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO EDUCATIVO EN LA I.E. CESAR A. COHAILA TAMAYO,  
: DISTRITO DE CIUDAD NUEVA - TACNA - TACNA

Solicitante : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CIUDAD NUEVA

Ubicación de Proyecto : DIS. DE CIUDAD NUEVA - PROV. TACNA - DEP. TACNA

Material : SUELO DE FUNDACION

Fecha de Ensayo: 2/06/2022

Turno: diurno

Código de Muestra : C-08

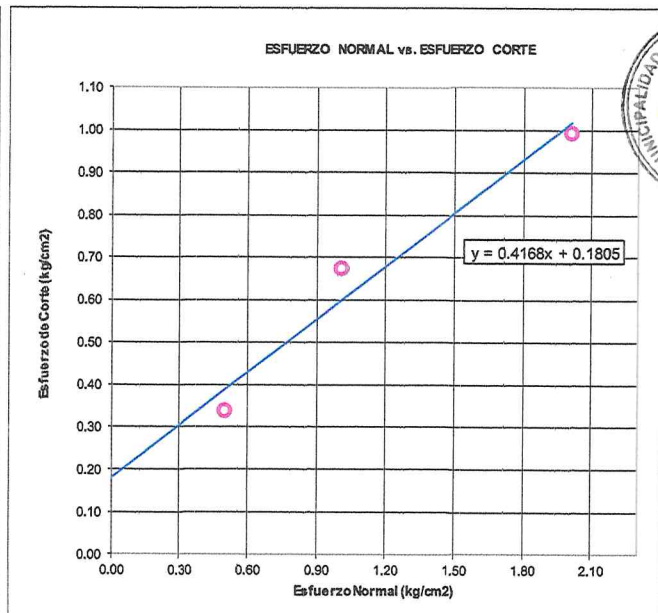
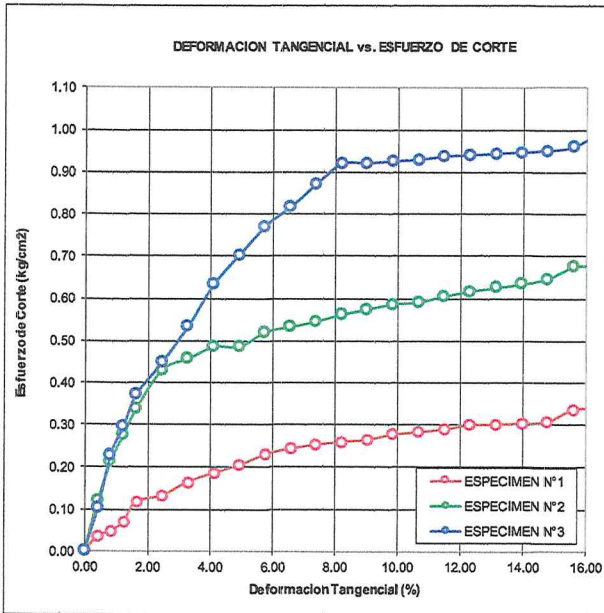
Sondaje / Calicata : C-08

Nº de Muestra : Nº - 01

Profundidad: 3 m

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS  
ASTM D3080**

VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min



**Resultados:**  
Cohesión  $c$  : 0.18 kg/cm<sup>2</sup>  
Angulo de fricción  $\phi$  : 22.6°

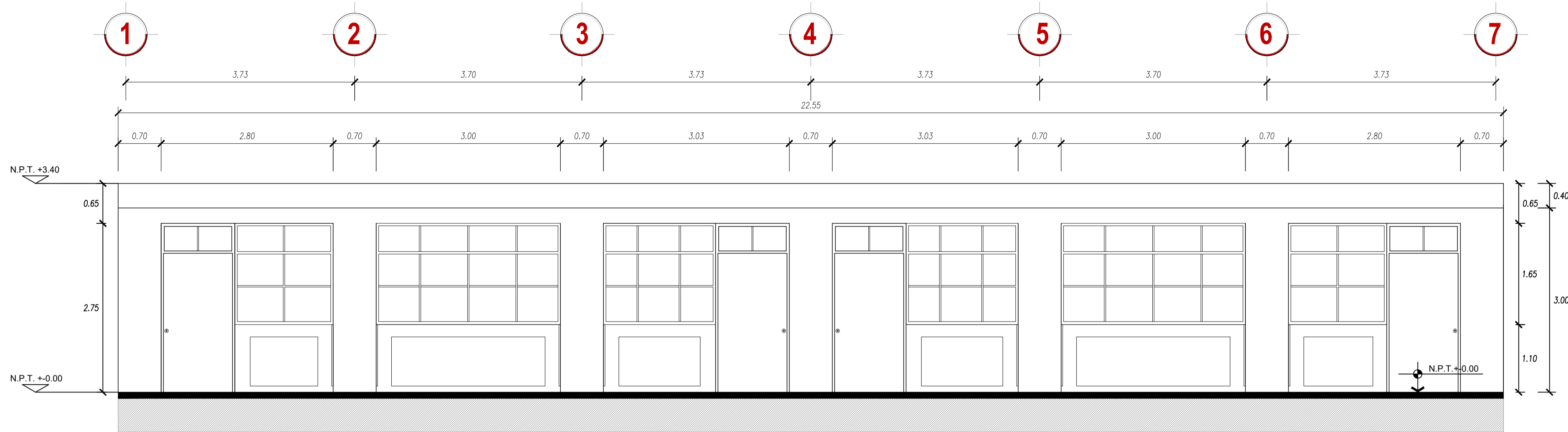
*Edwin A. Flores Chipana*  
Técnico Laboratorio  
Suelos Concretos y Pavimentos



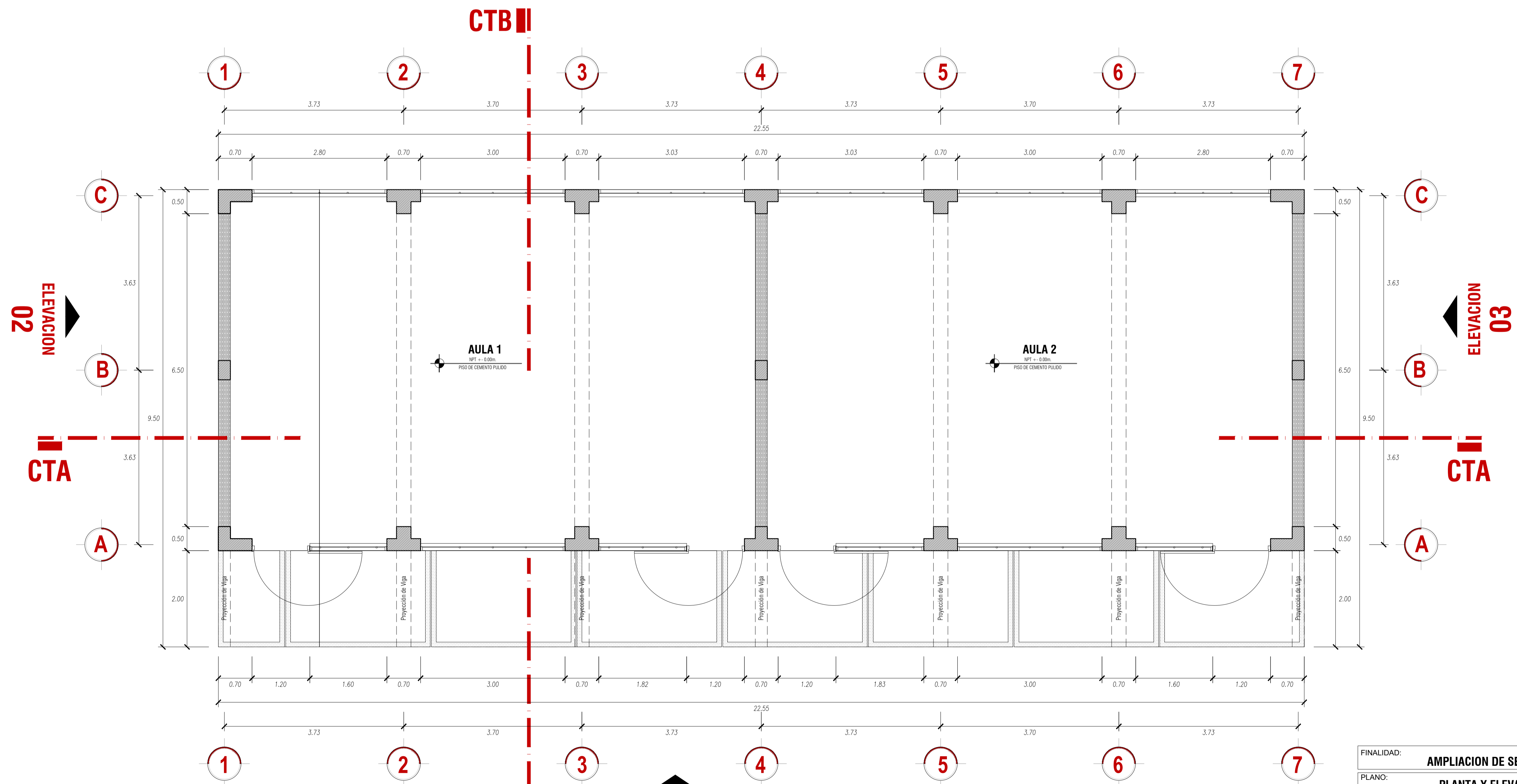
*Andy José Rivera Sagastegui*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 75160



**ANEXO 5 PLANOS**

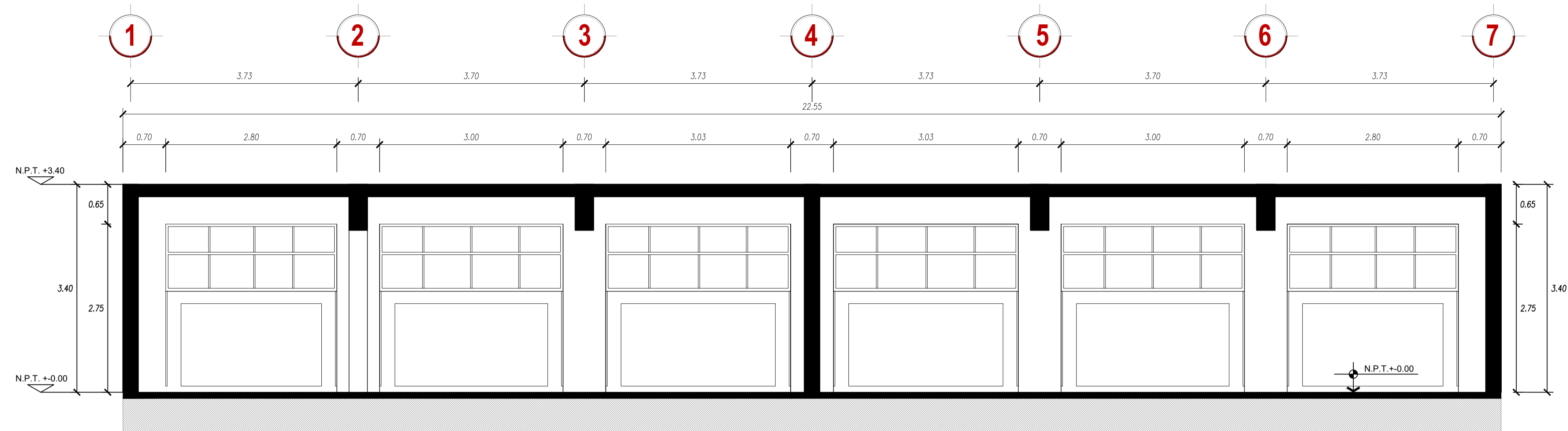


**ELEVACION PRINCIPAL E-1**  
(Bloque A) ESCALA 1:50

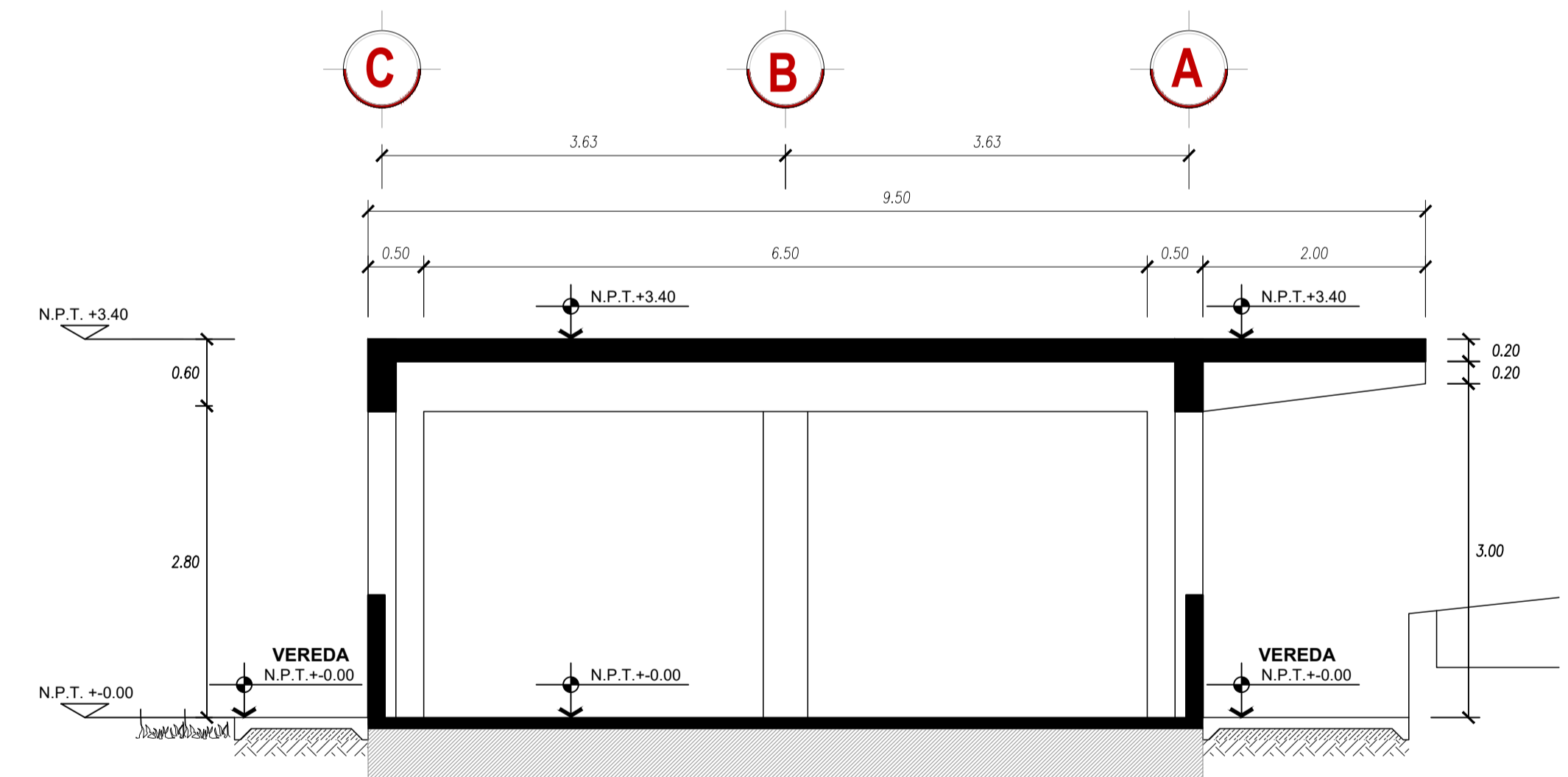


**DISTRIBUCION PRIMER NIVEL**  
(Pabellon K) ESCALA 1:50

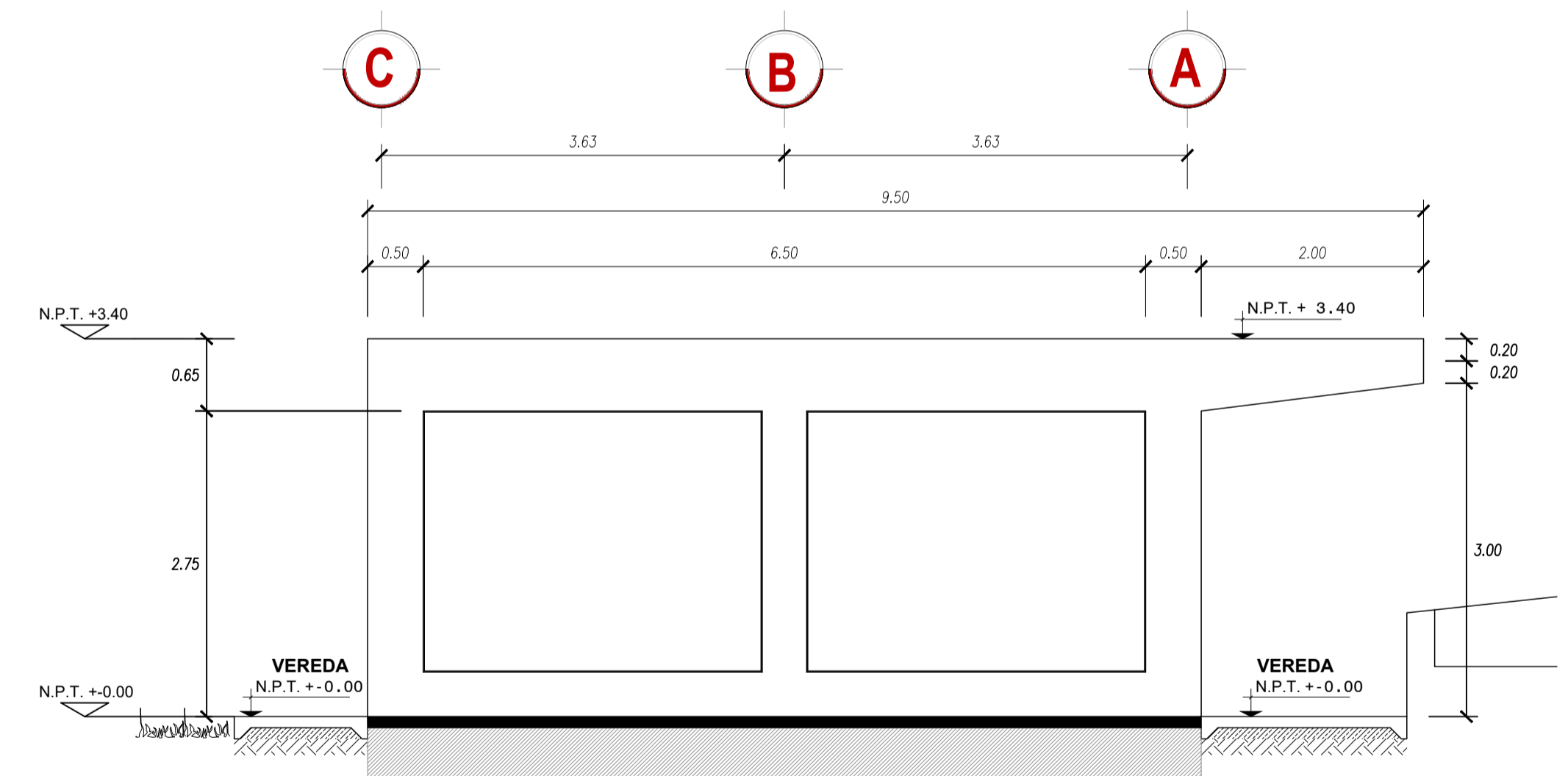
FINALIDAD:	AMPLIACION DE SERVICIO EDUCATIVO	PLANO:	A-1
PLANO:	PLANTA Y ELEVACION PRINCIPAL	PROFESIONAL RESPONSABLE:	CIP N°:
UBICACION:	AVENIDA MARIANO NECOCHA 1444. DEL DISTRITO DE CIUDAD NUEVA, PROVINCIA DE TACNA	ESC:	1:50
		FECHA:	AGOSTO 2023



**CORTE A-A**  
(Bloque A) ESCALA 1:50



**CORTE B-B**  
(Bloque A) ESCALA 1:50



**ELEVACION PRINCIPAL E-2**  
(Bloque A) ESCALA 1:50

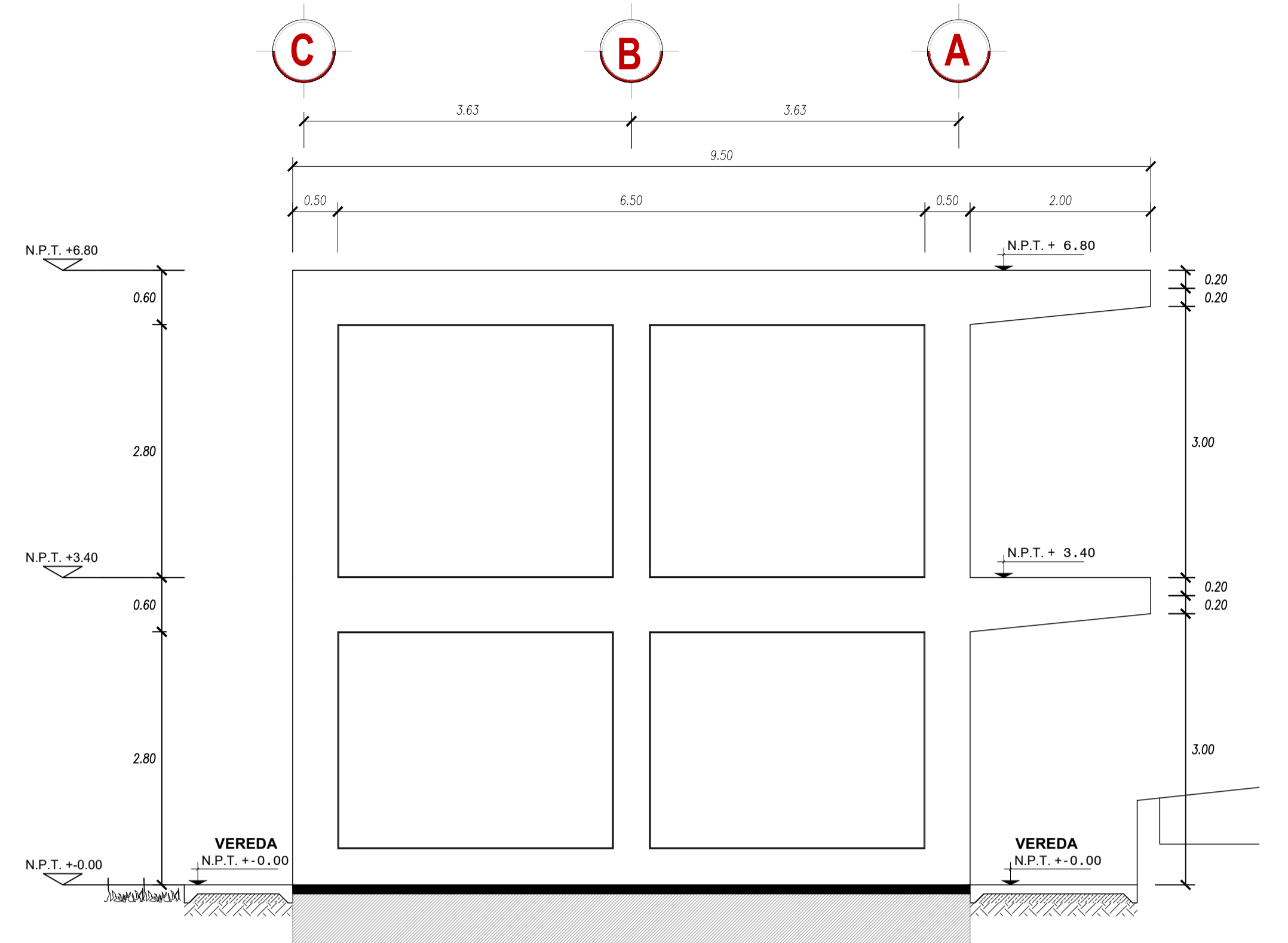
FINALIDAD:	<b>AMPLIACION DE SERVICIO EDUCATIVO</b>	PLANO:	<b>A-2</b>
PLANO:	<b>PLANTA Y ELEVACION PRINCIPAL</b>		
PROFESIONAL RESPONSABLE:		CIP N°:	
UBICACION:	AVENIDA MARIANO NECOCHEA 1444. DEL DISTRITO DE CIUDAD NUEVA, PROVINCIA DE TACNA		ESC: 1:50
			FECHA: AGOSTO 2023



**ELEVACION PRINCIPAL**

(Bloque A)

ESCALA 1:50



**ELEVACION PRINCIPAL**

(Bloque A)

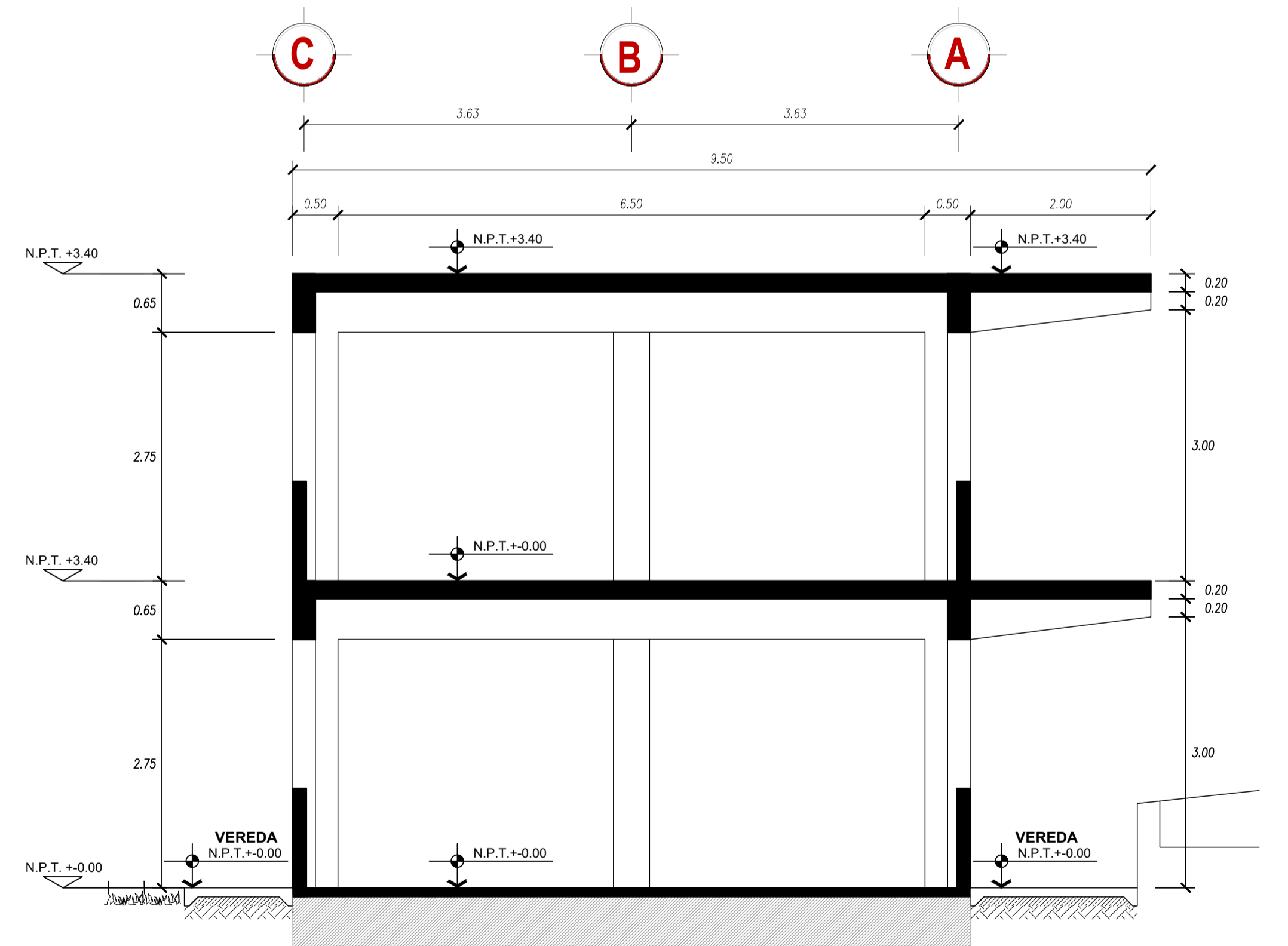
ESCALA 1:50



**CORTE A-A**

(Bloque A)

ESCALA 1:50



**CORTE B-B**

(Bloque A)

ESCALA 1:50

FINALIDAD:	<b>AMPLIACION DE SERVICIO EDUCATIVO</b>	PLANO: <b>A-3</b>
PLANO:	<b>PLANTA Y ELEVACION PRINCIPAL</b>	
PROFESIONAL RESPONSABLE:	CIP N°:	
UBICACION:	AVENIDA MARIANO NECOCHEA 1444. DEL DISTRITO DE CIUDAD NUEVA, PROVINCIA DE TACNA	ESC: 1:50
		FECHA: AGOSTO 2023