

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



TESIS

**“EVALUACIÓN ESTRUCTURAL PARA DETERMINAR EL
COMPORTAMIENTO SÍSMICO DEL PABELLÓN “1” DE LA
INSTITUCIÓN EDUCATIVA SAN JOSÉ FE Y ALEGRÍA N°40,
TACNA 2022”**

**PARA OPTAR:
TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR:
Bach. SANDRA KATTY PÉREZ AYCA**

**TACNA – PERÚ
2022**

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

“EVALUACIÓN ESTRUCTURAL PARA DETERMINAR EL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DEL PABELLÓN “1” DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA SAN JOSÉ FE Y ALEGRÍA N°40, TACNA 2022”

Tesis sustentada y aprobada el 18 de junio del 2022; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE: Mtro. EDGAR HIPÓLITO CHAPARRO QUISPE

SECRETARIA: Mag. ANGELY PAOLA VALLE CASTRO

VOCAL: Mag. ALFONSO OSWALDO FLORES MELLO

ASESOR: Mtra. DINA MARLENE COTRADO FLORES

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

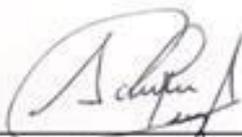
Yo Sandra Katty Pérez Ayca, en calidad de: Grado Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificado con DNI 00506792

Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor de la tesis titulada: *“Evaluación estructural para determinar el comportamiento sísmico del Pabellón “1” de la Institución Educativa San José Fe y Alegría N°40, Tacna 2022”*, la misma que presente para optar el: *título profesional de Ingeniero Civil*.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra los derechos de terceros.
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a *la universidad* cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a *la universidad* y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como cauda del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de las tesis, libro y/o invento. De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Tacna 18 de junio del 2022



Bach. Sandra Katty Pérez Ayca

DNI 00506792

DEDICATORIA

Dios,

Por permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis padres,

Aunque ya no estén conmigo físicamente, me brindaron su amor incondicional, siendo un ejemplo de perseverancia y buenos valores, siempre vivirán en mi corazón.

A mis hermanos,

Quienes confiaron en mí, quienes me brindaron comprensión, amor, sabios consejos y ayuda en los momentos difíciles que sin ellos nunca hubiera podido concluir estasis.

Sandra Katty Pérez Ayca

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Privada de Tacna por ser guía durante mi vida universitaria, al igual de los profesores, que han sabido compartirsus conocimientos.

A mi asesora Mtra. Dina Marlene Cotrado Flores por compartir sus conocimientos, paciencia, apoyo, amistad y hacer posible el desarrollo de la presente investigación.

Al señor Prof. Hernán Chiri Pérez, director de la Institución Educativa Fey Alegría, quien nos brindó todas las facilidades necesarias en cuanto a información y permisos para el ingreso a dicha Institución Educativa.

A mi familia, por ser los principales promotores de este sueño, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que me han inculcado.

A todas las personas, que de algunamanera me apoyaron.

Sandra Katty Pérez Ayca

ÍNDICE GENERAL

PÁGINA DEL JURADO.....	ii
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
ÍNDICE GENERAL.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.1. Descripción del problema.....	2
1.2. Formulación del problema.....	2
1.2.1. Problema General.....	2
1.2.2. Problemas específicos.....	3
1.3. Justificación del problema.....	3
1.3.1. Desde el punto de vista sísmico.....	3
1.3.2. Desde el punto de vista normativo.....	3
1.3.3. Desde el punto de vista de social.....	3
1.4. Objetivos.....	4
1.4.1. Objetivo General.....	4
1.4.2. Objetivo Específicos.....	4
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 estudio.....	5
2.2. Bases teóricas.....	8
2.2.1. Sismicidad en el Perú.....	8
2.2.2. Sismicidad en la Región de Tacna.....	10
2.2.3. Criterios de Estructuración.....	11
2.2.4. Evaluación Estructural.....	11
2.2.5. Sistemas Estructurales.....	13

2.2.6.	Propiedades del Concreto Endurecido	14
2.2.7.	Peligro Sísmico	15
2.2.8.	Vulnerabilidad Sísmica.....	18
2.2.9.	Periodo Fundamental de Vibración	18
2.2.10.	Modos de Vibración	18
2.2.11.	Aceleración Espectral	19
2.2.12.	Fuerza Cortante en la Base	19
2.2.13.	Respuesta Sísmica	20
2.2.14.	Análisis y diseño (norma de Concreto Armado E060)	21
2.2.15.	Ensayo no destructivo.....	23
2.3.	Definición de términos.....	25
2.3.1.	Sismos.....	25
2.3.2.	Subducción	25
2.3.3.	Estructura.	26
2.3.4.	Rigidez.....	26
2.3.5.	Reforzamiento Estructural.....	26
2.3.6.	Deformaciones.....	26
2.3.7.	Resistencia	26
2.3.8.	Fisuras.....	26
2.3.9.	Desprendimientos	27
2.3.10.	Esclerómetro.....	27
2.3.11.	Patologías Estructurales	27
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO.....		28
3.1.	Tipo y nivel de la investigación	28
3.1.1.	Tipo de Investigación	28
3.1.2.	Nivel de la Investigación.....	28
3.2.	Población y/o muestra de estudio.....	28
3.2.1.	Población.....	28
3.2.2.	Muestra.....	28
3.3.	Operación de variables	29
3.4.	Técnicas e instrumentos para recolección de datos.....	30
3.4.1.	Ubicación.....	29
3.4.2.	Técnicas.....	32
3.4.3.	Instrumentos	36
3.5.	Procesamiento y análisis de datos	46
CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....		47
4.1.	Ensayo no destructivo – ensayo del esclerómetro	47

4.2.	Evaluación del pabellón “1”	48
4.2.1.	Datos de los materiales.....	49
4.2.2.	Modelo del pabellón 1 en etabs v18.1.1	50
4.2.3.	Diafragmas rígidos	51
4.2.4.	Parámetros de diseño y espectro de aceleración	52
4.2.5.	Modos y periodos de vibración de la estructura.....	55
4.2.6.	Resultados análisis modal.....	56
4.2.7.	Peso sísmico.....	57
4.2.8.	Cortante basal.....	58
4.2.9.	Desplazamientos y derivas	59
4.2.10.	Irregularidad en planta,	62
4.2.11.	Diagrama de momento flector y diagrama de fuerza cortante.....	64
4.2.12.	Áreas de acero.....	66
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN.....		67
5.1.	Hipótesis específica general.....	67
5.1.1.	Respuesta a la hipótesis general	67
5.2.	Hipótesis específica 1	67
5.2.1.	Respuesta a la Hipótesis 1.....	67
5.3.	Hipótesis específica 2	68
5.3.1.	Respuesta a la Hipótesis 2.....	68
5.4.	Hipótesis específica 3	68
5.4.1.	Respuesta a la Hipótesis 3.....	68
CONCLUSIONES.....		69
RECOMENDACIONES.....		70
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		71
ANEXOS		75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Componentes de zona Z	16
Tabla 2. Factores de suelo S	16
Tabla 3. Periodo T_p y T_l	16
Tabla 4. Categoría de las edificaciones y factor “U”	17
Tabla 5. Sistemas Estructurales.....	18
Tabla 6. Límites para la Distorsión de Entrepiso.....	20
Tabla 7. Matriz de Operacionalización de Variable Independiente.....	29
Tabla 8. Matriz de Operacionalización de Variable Dependiente	30
Tabla 9. Fichas de Almacenamiento de Datos	42
Tabla 10. Resultados del Ensayo del Esclerómetro.....	47
Tabla 11. Dimensiones de las columnas	49
Tabla 12. Dimensiones de vigas	49
Tabla 13. Propiedades de los elementos estructurales.....	49
Tabla 14. Parámetros Sísmicos del Pabellón 1	53
Tabla 15. Valores de Espectro de Diseño para la dirección XX	54
Tabla 16. Valores de Espectro de Diseño para la dirección YY	55
Tabla 17. Modos y Periodos de vibración de la estructura.....	56
Tabla 18. Masa del Pabellón “1” por piso	57
Tabla 19. Fuerza Cortante dinámica	58
Tabla 20. Comprobación de fuerza cortante mínima	58
Tabla 21. Fuerza Cortante estática	59
Tabla 22. Límites para la distorsión del entrepiso según norma E,030	60
Tabla 23. Distorsiones de entrepiso en Sismo X-X.....	60
Tabla 24. Distorsiones de entrepiso en Sismo Y-Y.....	61
Tabla 25. Irregularidad Torsional Dirección X.....	62
Tabla 26. Irregularidad Torsional Dirección Y.....	61
Tabla 27. Irregularidad Torsional Extrema Dirección X.....	63
Tabla 28. Irregularidad Torsional Extrema Dirección Y	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Subducción entre placa nazca y sudamericana	8
Figura 2. Reporte sísmico	9
Figura 3. Conocimiento del peligro sísmico	10
Figura 4. Sismicidad de acuerdo a la Norma del 2003 y 2018.....	10
Figura 5. Distribución estructural irregular.....	11
Figura 6. Estructura de concreto armado	13
Figura 7. Resistencia a la Compresión.....	14
Figura 8. Resistencia a la Tracción	15
Figura 9. Las cuatro zonas sísmicas.....	15
Figura 10. Modos de vibración de una edificación	19
Figura 11. Deriva de entrepiso de un edificio	20
Figura 12. Representación del esclerómetro	24
Figura 13. Exteriores de la Institución Educativa San José Fe y Alegría	31
Figura 14. Ubicación de la Institución Educativa San José Fe y Alegría.....	31
Figura 15. Vista exterior del Pabellón “1”	32
Figura 16. Fisuras columnas 1er nivel.....	33
Figura 17. Fisura en Columnas 2do nivel.....	33
Figura 18. Zócalos con presencia de sales	34
Figura 19. Desprendimiento de concreto	34
Figura 20. Fisura en muro.....	35
Figura 21. Fisura en pisos	35
Figura 22. Plano en planta del 1er piso	36
Figura 23. Plano en planta del 2do piso	37
Figura 24. Plano de cortes A-A	37
Figura 25. Plano de cortes C-C.....	38
Figura 26. Plano de cortes B-B	38
Figura 27. Inspección del pabellón 1, en segundo nivel	39
Figura 28. Inspección del pabellón 1, en primer nivel.....	39
Figura 29. Ficha de Inspección Visual de Fallas Estructurales.....	40
Figura 30. Ubicación de puntos Ensayados en columnas y vigas	41
Figura 31. Ubicación de puntos en columnas	41
Figura 32. Abaco para el cálculo de resistencia con esclerómetro (HT225)	43
Figura 33. Resistencias del concreto utilizando el esclerómetro.....	43

Figura 34. Esclerómetro	44
Figura 35. Piedra abrasiva	44
Figura 36. Ensayo del esclerómetro en viga.....	45
Figura 37. Ensayo del esclerómetro en columna	45
Figura 38. Vista en planta 1er nivel	50
Figura 39. Vista en planta 2do nivel.....	50
Figura 40. Vista del modelo en 3D.....	51
Figura 41. Vista del diafragma rígido del 1er nivel	51
Figura 42. Vista del diafragma rígido del 2do nivel	52
Figura 43. Espectro de aceleración en los ejes "X"	52
Figura 44. Espectro de aceleración en los ejes "Y"	53
Figura 45. Periodo de vibración en Modo 01	56
Figura 46. Desplazamiento en el Eje X.....	61
Figura 47. Diagrama de momento flector (Envolvente).....	65
Figura 48. Diagrama de momento cortante (Envolvente).....	65
Figura 49. Área de acero primer nivel	66
Figura 50. Área de acero segundo nivel	66

RESUMEN

Esta tesis de investigación se llevó a cabo porque existen preocupaciones sobre la seguridad de este tipo de edificios. Por lo tanto, se llevó a cabo una evaluación estructural del Pabellón “1” de la Institución Educativa San José Fe y Alegría N°40, la cual cuenta con más de 23 años de vida y tiene un sistema de pórtico en X y en Y en una zona de alta sísmica. En primer lugar, se realizó un análisis mediante fichas de inspecciones visuales de la estructura, encontrando varias patologías estructurales como eflorescencia, fisuras en muros desprendimientos del concreto en vigas y columnas. Se procedió a realizar el levantamiento del pabellón “1”, realizando los planos de planta, corte y elevación, con los datos obtenidos en campo. Seguidamente, se ejecutó el ensayo no destructivo con el esclerómetro, donde se tomaron datos de las diferentes áreas de los elementos estructurales como son las vigas y columnas, ya que la infraestructura es a porticada, al cual se aplicó un coeficiente de confianza siendo la nueva resistencia promedio $f'c = 210,00 \text{ kgf/cm}^2$. Para concluir con la evaluación y análisis se realizó el modelado en el programa del ETABS V18.1.1, del cual se obtuvo el análisis sísmico del Pabellón “1” de la Institución Educativa San José Fe y Alegría obteniendo la deriva máxima en X de 0,015614 en el primer nivel, y en Y se obtuvo deriva máxima de 0.021945, ambos valores están por encima del límite de 0.007 para edificaciones de concreto armado, por tanto, se concluye que el pabellón “1” de la Institución educativa San José Fe y Alegría, no cumplen con las distorsiones admisibles según norma E-030 Diseño Sismorresistente.

Palabra clave: Evaluación estructural, vulnerabilidad, propiedades mecánicas, inspección

ABSTRACT

This research thesis was carried out because there are concerns about the safety of this type of buildings. Therefore, a structural evaluation of Pavilion "1" of the San José Fe y Alegría Educational Institution N°40, which is more than 23 years old and has an X and Y gantry system in a high seismic zone, was carried out. First, an analysis was carried out using visual inspection sheets of the structure, finding several structural pathologies such as efflorescence, cracks in walls, and detachment of concrete in beams and columns. Pavilion "1" was surveyed, making floor plans, cut and elevation drawings, with the data obtained in the field. Then, the non-destructive test was performed with the sclerometer, where data were taken from the different areas of the structural elements such as beams and columns, since the infrastructure is an arcade, to which a confidence coefficient was applied being the new average resistance $f'c = 210.00 \text{ kggf/cm}^2$. To conclude with the evaluation and analysis, the modeling was performed in the ETABS V18.1.1 program, from which the seismic analysis of Pavilion "1" of the San José Fe y Alegría Educational Institution was obtained obtaining the maximum drift in X of 0.015614 in the first level, and in Y maximum drift of 0.021945, both values are above the limit of 0.007 for reinforced concrete buildings, therefore, it is concluded that Pavilion "1" of the San José Fe y Alegría Educational Institution does not comply with the allowable distortions according to standard E-030 Seismic Resistant Design.

Keyword: Structural assessment, vulnerability, mechanical properties, inspection.

INTRODUCCIÓN

La Ciudad de Tacna ubicada en el Sur del Perú, se encuentra en una zona de alto riesgo sísmico debido al fenómeno de Subducción de la Placa de Nazca y Placa Sudamericana. Recurriendo a la estadística histórica se tiene conocimiento de movimientos sísmicos de importancia con magnitudes mayores a 8 grados en la escala de Richter como los del año 1604, 1833, 1868 y 1877.

Por eso es tan importante un correcto análisis y diseño, ya que un evento sísmico de gran magnitud puede causar daños en las edificaciones, así como pérdidas económicas y humanas, que son fundamentales y, lo que es más importante, realizar el análisis en edificaciones con una vida útil en exceso de 20 años, así como en los pabellones de la institución educativa San José Fe y Alegría. La Institución Educativa San José Fe y Alegría viene albergando una gran cantidad de alumnos, profesores y personal administrativo, la que fue construida en referencia a la norma antigua, donde no se ha considerado un diseño sísmico obligatorio. Es por ello que se eligió realizar la evaluación de uno de los pabellones (pabellón 1). El actual trabajo de investigación tiene como finalidad contribuir con la sociedad, del cual se ha realizado el estudio sísmico, determinando como se encuentra en la actualidad dicha estructura frente a un evento sísmico. Para la evaluación estructural del Pabellón "1", se tuvo que identificar aspectos que pudieran afectar significativamente la vulnerabilidad de los elementos estructurales. Se realizan análisis sísmicos con el fin de conocer su posible comportamiento dinámico y los parámetros indicados en la Norma E030 vigente.

Dicho trabajo de investigación se ha estructurado en 5 capítulos: En el primer Capítulo, se describe el planteamiento y formulación del problema, justificación del problema, los objetivos e hipótesis. En el segundo Capítulo, se mencionan los antecedentes que tuvieron similitud con el presente proyecto de investigación, bases teóricas y definición de términos. En el tercer Capítulo, se describe el marco metodológico el tipo y diseños del proyecto de investigación, se describió también las variables dependiente e independiente, se consideró las técnicas e instrumentos para el procesamiento y análisis de datos para la preparación del informe de tesis. En el cuarto Capítulo, presentación de los resultados por cada objetivo específico después de hacer el ensayo. En el quinto Capítulo, se menciona en la discusión de resultados según la hipótesis general y específicas. Y por finalizar se menciona cuatro conclusiones, cuatro recomendaciones, las referencias bibliográficas y los anexos que se realizaron en la presente tesis.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del Problema

El Perú está ubicado en las regiones central y occidental de América del Sur, en el Cinturón de Fuego del Pacífico, una zona de mayor actividad sísmica en la Tierra, en la que ocurre un 85% de sucesos sísmicos y activación de volcanes. La probabilidad de que ocurra un terremoto en Perú en cualquier momento es muy alta y, de ocurrir, podría desencadenar una serie de desastres.

En la ciudad de Tacna no se registran sismos mayores desde el 23 de junio de 2001. La ocurrencia de sismos es un fenómeno natural que siempre nos ha acompañado y nos seguirá acompañando en el futuro, a la fecha se vienen registrando sismos leves concurrente los que generan pánico entre los estudiantes y el personal docente, ya que en cualquier momento podría ocurrir un sismo de gran magnitud donde puede resultar en daños parciales o totales a la edificación y por ende afecta la capacidad de cumplir con los objetivos para los cuales ha sido diseñada la estructura.

La Institución Educativa San José Fe y Alegría N°40, fue fundada 1990 y con los años ha ampliado su infraestructura. La Infraestructura actual se mejoró en 1998, es decir, el pabellón 1, teniendo en este momento una antigüedad de 24 años y viene resistiendo los diferentes sismos presentados hasta el momento.

Existe gran cantidad de construcciones en el sur del Perú, que no cuentan con una estructura adecuada, no están en capacidad de responder adecuadamente ante posibles sismos de gran magnitud.

En la presente tesis, ante el peligro de que ocurra un evento sísmico a gran escala y prevaleciendo la seguridad estudiantil, se desarrolla el siguiente proyecto de investigación nombrado "Evaluación estructural para determinar el comportamiento sísmico del pabellón "1" de la institución educativa san José fe y alegría n°40, Tacna 2022".

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema General

PE1 ¿Cuál es la Evaluación estructural del Pabellón "1" de la Institución Educativa San José Fe y Alegría N°40?

1.2.2. Problemas Específicos

- a. ¿Cuáles son las propiedades mecánicas de los elementos que componen la estructura del pabellón “1” de la Institución Educativa San José Fe y Alegría N°40?
- b. ¿Cuál es el comportamiento Sísmico del pabellón “1” de La Institución Educativa San José Fe y Alegría N°40?
- c. ¿Cuál es la respuesta en condiciones de servicio de los elementos estructurales del pabellón “1” de la Institución Educativa San José Fe y Alegría N°40?

1.3. Justificación del Problema

1.3.1. Desde el Punto de Vista Sísmico

En la norma NTP E030, nos indica en el mapa de zonificación sísmica que Tacna está considerada en la zona 4 que vendría hacer la de mayor sismicidad.

1.3.2. Desde el Punto de Vista Normativo

Se identifica que las edificaciones como Instituciones educativas, instituciones superiores, están consideradas en la categoría “A”, por lo que deben preservarse para protección y refugio ante cualquier evento sísmico que pudiera ocurrir.

1.3.3. Desde el Punto de Vista de Social

La realización de la presente investigación es de interés colectivo, ya que se contribuye con una investigación relevante referente al comportamiento sísmico de la Institución Educativa San José Fe y Alegría N°40, y así poder evitar pérdidas humanas.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Evaluar Estructuralmente el pabellón “1” de la Institución Educativa San José Fe y Alegría N°40.

1.4.2. Objetivo Específicos

- a. Determinar las propiedades mecánicas de los elementos que componen la estructura del pabellón “1” de la Institución Educativa San José Fe y Alegría N°40.
- b. Realizar el análisis sísmico del pabellón “1” de la Institución Educativa San José Fe y Alegría N°40, según la norma de diseño sismorresistente.
- c. Determinación de la respuesta en condiciones de servicio de los elementos estructurales del Pabellón “1” de la Institución Educativa San José Fe y Alegría N°40.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

El pabellón “1” de la Institución Educativa San José Fe y Alegría N°40 tiene un comportamiento inadecuado.

1.5.2. Hipótesis específicas

- a. Las propiedades mecánicas de los elementos que conforman la estructura del pabellón “1” de la Institución Educativa San José Fe y Alegría N°40 inciden negativamente en el comportamiento sísmico de la estructura.
- b. Los resultados del análisis sísmico del pabellón “1” de la Institución Educativa San José Fe y Alegría N°40, no siguen los parámetros de la norma E. 030.
- c. La respuesta de los elementos estructurales del pabellón “1” de la Institución Educativa San José Fe y Alegría N°40 no cumple las condiciones de servicio de la norma E.060 de concreto armado.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

Muñoz y Tapara (2020) en su tesis titulada “Evaluación del Comportamiento Sísmico de una Estructura con Irregularidad de Piso Blando, mediante un Análisis Estático No Lineal para una Edificación de 8 Pisos “, Este estudio evalúa la sismicidad de las estructuras que exhiben irregularidades de suelo blando y cuantifica la respuesta estructural para analizar la rigidez, ductilidad, sobrerresistencia y puntos de rendimiento del edificio. Por lo tanto, el objetivo es determinar cambios en el comportamiento sísmico de estructuras con irregularidades en suelo blando mediante análisis estático no lineal. El modelado 3D se realiza utilizando el programa ETABS. Del análisis estático no lineal, se determina la curva de carga según las recomendaciones de la norma ATC40. Esto le permite calcular la rigidez, la ductilidad y la sobrerresistencia de su estructura. Además, el nivel de desempeño sísmico considerando el estándar ATC4113. Los datos obtenidos se comparan con los resultados de estructuras ordinarias para evaluar cambios en el comportamiento de estructuras que presentan desniveles en terrenos blandos durante un sismo. Como resultado del análisis, se encontraron las siguientes fluctuaciones. La rigidez varía entre 52,17% y 56,86% para el primer entrepiso en las direcciones X e Y, respectivamente. Ductilidad a 0,19 y 0,29 en las direcciones de análisis X e Y. Se puede concluir que la sobrerresistencia en las direcciones de análisis X e Y es de 32,59 % y 26,53 %, y el PowerPoint no cambia en la dirección de análisis X. Pero en la dirección del análisis, Y cambia de la seguridad de la vida en una estructura irregular a la seguridad del trabajo inmediato en un edificio normal. Finalmente, al interpretar estos resultados, se debe tener en cuenta que la muestra representa el sistema estructural de la placa.

Flores y Puma (2021) en su tesis titulada “Evaluación estructural sísmica del pabellón “A” de la institución educativa parroquial San Martín de Porres, Tacna 2021” El objetivo principal del estudio es evaluar el comportamiento estructural sísmico del pabellón “A”, el cual presenta importantes defectos en comparación con otros pabellones. En primer lugar, se realizó el análisis estructural y la evaluación. Aquí, I.E.P. Está construido sin personal profesional y tiene más de 40 años. A continuación, realizamos pruebas de esclerómetro (pruebas no destructivas) en varios elementos estructurales. Esto dio como resultado una resistencia promedio

de $f'c = 158.19 \text{ kgf/cm}^2$. El modelado es I.E.P. Realizado en software ETABS utilizando el pabellón "A" en. San Martín de Porres tiene una deriva máxima en la dirección X de 0.013242 y una deriva máxima en la dirección Y de 0.00932, se concluye que tiene un comportamiento sísmico estructural insuficiente según la norma E.030. Esto está más allá del límite permisible, además de fallas estructurales en la estructura.

Pérez (2019), realizó la tesis de posgrado titulada "Evaluación del desempeño sísmico en edificaciones esenciales mediante la aplicación del análisis inelástico por desplazamientos" Este trabajo se realizó aplicando análisis estático (pushover), cuyo método de diseño está basado en el desplazamiento de estructuras. Los resultados obtenidos muestran deformación de elementos estructurales, concentración de masa en modo de vibración, desplazamiento máximo, refuerzo longitudinal y lateral, secciones transversales de elementos estructurales determinadas por modelación estructural y análisis sísmico estático, y parámetros dinámicos. Se concluye que usando análisis estático incremental (pushover), la estructura se desempeñó bien sin dañar la estructura, con un comportamiento elástico y una aceleración equivalente a los sismos frecuentes, resulta que tiene el desempeño funcional cuando la estructura se daña. E.030 Espectro de respuesta superior al estándar, pero inferior a 0,9 g de aceleración. Este es un requisito que hace que la estructura se derrumbe.

Choque y Luque (2019), "Análisis estático no lineal y evaluación del desempeño sísmico de un edificio de 8 niveles diseñado con la norma E.030" Esta metodología permite determinar la capacidad de una estructura para un requerimiento espectral particular de un sismo estándar o real y hacer predicciones sobre el comportamiento sísmico de la estructura. Los resultados obtenidos muestran deformación de elementos estructurales, concentración de masa en modo de vibración, desplazamiento máximo, refuerzo longitudinal y lateral, secciones transversales de elementos estructurales determinadas por modelación estructural y análisis sísmico estático, y parámetros dinámicos. Se concluye que usando análisis estático incremental (pushover), la estructura se desempeñó bien sin dañar la estructura, con un comportamiento elástico y una aceleración equivalente a los sismos frecuentes, resulta que tiene el desempeño funcional cuando la estructura se daña. E.030 Espectro de respuesta superior al estándar, pero inferior a 0,9 g de aceleración. Este es un requisito que hace que la estructura se derrumbe.

Cárdenas (2019), "Diseño estructural de un edificio multifamiliar de concreto armado de cinco pisos", el objetivo del proyecto que se realizó en la ciudad de Lima, analizó y diseñó de manera general los elementos estructurales clave de un edificio de cinco pisos de hormigón armado para edificios de apartamentos de acuerdo con la normatividad vigente y los requisitos sísmicos tradicionales. Con base en los resultados de la investigación, se concluyó que se tomaron medidas de carga y se creó un modelo del edificio en ETABS, tomando en cuenta todas las cargas (viva o muerta) presentes en el edificio. En segundo lugar, los resultados de medición de carga calculados manualmente y los resultados obtenidos por el modelo son similares y, por lo tanto, cercanos o idénticos a los resultados reales. En el análisis sísmico, la duración básica de la vibración del edificio es de 0,246 segundos en la dirección XX y de 0,494 segundos en la dirección YY. Se concluye que estos resultados son aceptables ya que hay losas de 5,01 m a 4,77 m de largo en la dirección XX, que es mucho más rígida que la dirección YY donde hay disponibles losas de menor longitud (1,20 m).

Arocutipa (2017) en su tesis titulada "Estudio de riesgo sísmico en el distrito de ciudad nueva-Tacna". El objetivo del estudio fue investigar las amenazas sísmicas en la zona de Ciudad Nueva Tacna. La región suroeste del Perú se ubica en la zona de subducción del altiplano de Nazca y del altiplano sudamericano, zona de alta actividad sísmica. Debido a estas condiciones, el riesgo sísmico es mayor. Como resultado se obtuvo un modelo de 98 edificios según su diseño. Los estudios de peligrosidad sísmica ocurridos en Nueva Tacna muestran que la ciudad se encuentra en una zona de alta sismicidad, por lo que el ingeniero inspeccionará las edificaciones, ya que el principal objetivo es encontrar los tipos de defectos que se muestran en el hogar de muchas familias, y así poder restablecer con capacidad de resistencia.

Huapaya (2017), en su tesis titulada "Evaluación de los indicadores de comportamiento sísmico de edificios con sistema a porticado a través del método estático no lineal" en esta investigación, El objetivo primordial de este trabajo es evaluar la resistencia y la ductilidad como indicadores del comportamiento sísmico con el fin de comprender el comportamiento más realista de las edificaciones y comparar los resultados de las normas de seguridad sísmica con los valores de las normas de seguridad sísmica E030. Los resultados de estos estudios muestran que a medida que aumenta el período básico de la estructura, igualmente lo hace el exceso de resistencia, pero no vemos una tendencia clara a mostrar una tendencia

polinomial clara en ambas direcciones, como en el caso de la ductilidad. Además, cuanto más largo es el ciclo básico, menor es la ductilidad. Se concluye que el valor de la sobrerresistencia Ω , es dependiente del periodo fundamental de la estructura y el rango de capacidad portante de la estructura es superior al rango de requisitos exigidos por la norma de diseño sísmico E030, y el esfuerzo cortante último que muestra la curva de capacidad portante de la estructura es superior al esfuerzo cortante de diseño dado por la norma. Diseño sísmico peruano E030.

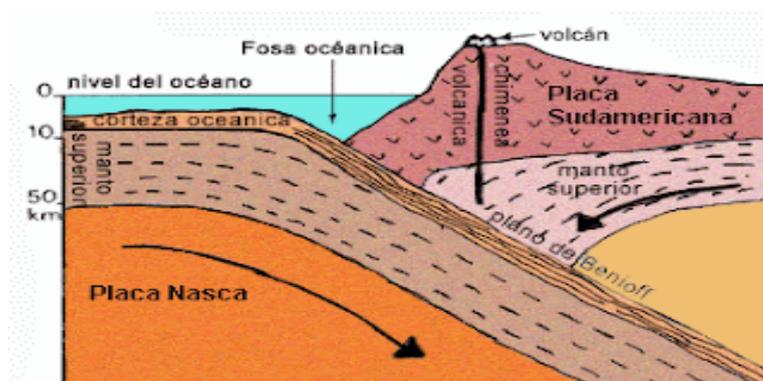
2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Sismicidad en el Perú

La Placa de Nazca subduce por debajo bajo Sudamérica, un proceso que se cree es la principal fuente de actividad sísmica en el territorio peruano, tal como se puede apreciar en la Figura 1. La segunda fuente sismogénica, en cambio, es producto de movimientos y deformaciones corticales, caracterizados por sismos en los extremos de la Cordillera y subandinos de los Andes, que luego desaparecen por completo en la Llanura Amazónica (Tavera, 2014).

Figura 1

Subducción entre Placa Nazca y Sudamericana



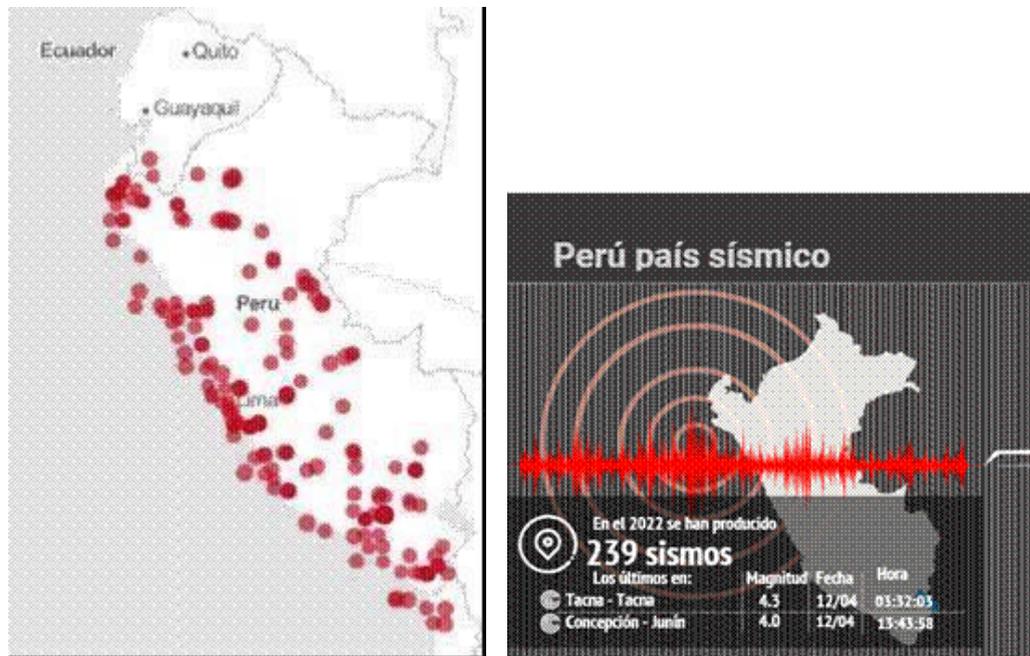
Nota. Centro de estudios y prevención de desastres

El Perú es un país muy sísmico, y es solo cuestión de tiempo para que un terremoto mayor vuelva a ocurrir, con foco en diferentes profundidades y epicentros en algún lugar de nuestro territorio. Sin embargo, en escenarios posteriores a grandes sismos en áreas urbanas, el principal problema no son los sismos, sino los terrenos de alto riesgo como se visualiza la Figura 2. En estas circunstancias, la historia del desastre se vuelve a contar en cada ciudad, y ante esta realidad, es solo

cuestión de tiempo (Hernando Tavera).

Figura 2

Reporte sísmico

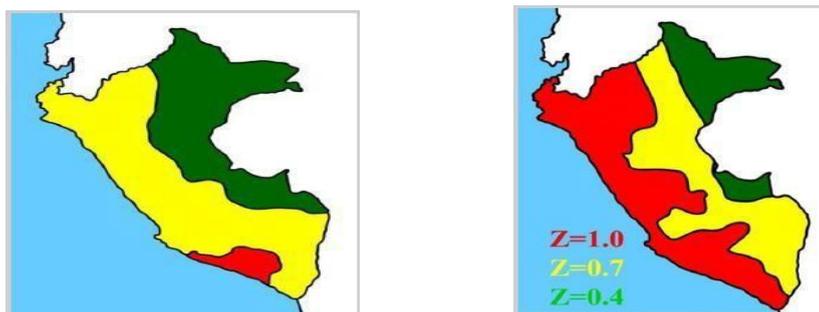


Nota. Mapa de las zonas de peligro sísmico. Extraído del Instituto Geofísico del Perú (2022).

2.2.1.1. Peligro sísmico y las normas peruanas

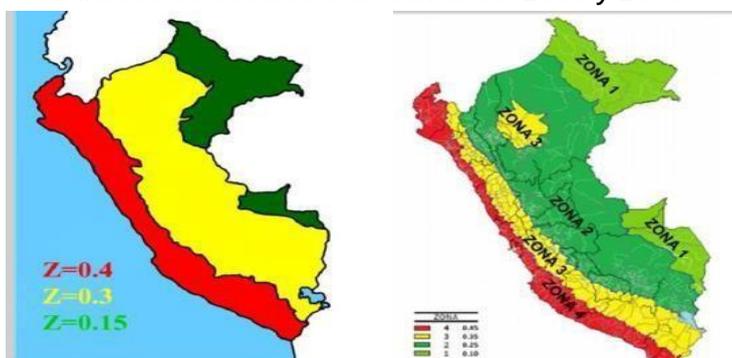
Los desastres sísmicos causados por movimientos de tierra se basan en la ubicación de los edificios relacionados con las líneas de falla, las regiones y las características geológicas y geotécnicas del sitio. Los peligros sísmicos deben definirse como espectros de respuesta de aceleración determinados de manera probabilística o determinista o registros de historial de tiempo (ASCE/SEI 41-17, 2017).

En los años sesenta, la sismicidad de fondo se diagnosticó dentro de la selva, sin embargo, la sismicidad máxima dentro del país se atribuyó sólo al departamento de Arequipa (Figura tres, izquierda). El Reglamento Nacional de Construcciones de 1977 reconoce una sismicidad notablemente similar a lo largo de la costa y parte de la sierra y divide el territorio peruano en 3 zonas sísmicas a las que asigna valores relativos de sismicidad de 1,0, cero,7 y cero,4 (Figura 3, derecha).

Figura 3*Conocimiento del peligro sísmico*

Nota. En el período de los 60, grafico de la izquierda y según la norma de 1977 lasismicidad, grafico de la derecha.

Gracias a la investigación de la peligrosidad sísmica que comenzó a desarrollarse dentro del país después del conocido 1997, la componente Z corresponde a un precio de aceleración relacionado con terremotos con un período de retorno de 475 años. En las normas de 1997 y 2003 Z correspondía a la aceleración en roca madre (Figura 4, izquierda), dentro de la norma actual (2018) Z corresponde a la aceleración prevista en suelo verdadero (Muñoz, 2020).

Figura 4*Sismicidad de acuerdo a la Norma del 2003 y 2018*

Nota. Sismicidad de acuerdo a la norma del 2003 (izquierda) y según Norma del 2018 (derecho)

2.2.2. Sismicidad en la Región de Tacna

La ciudad de Tacna está posicionada en el Cinturón de Fuego del Pacífico, una zona de alta actividad sísmica. Según la historia sísmica de los últimos quince años se ha producido una cadena de terremotos que a menudo han precipitado la destrucción total de las ciudades (Alva et al., 2020).

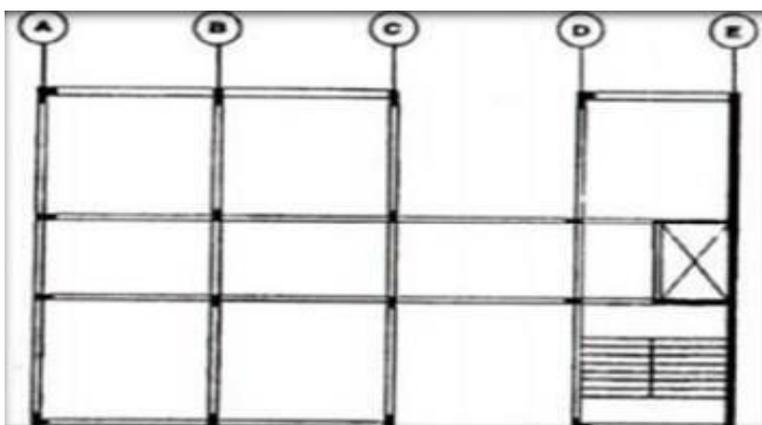
La ocurrencia de grandes terremotos dentro de la zona sur del Perú con periodos dentro del orden de 100 años, incluyendo el terremoto negativo del trece de agosto de 1868 de valor 9.0Mw. Este terremoto originó una intensidad máxima de IX según la escala de Mercalli modificada e indujo daños en un lugar que se extiende desde la metrópoli de Ica en Perú hasta Tarapacá, Chile. La duración de la ruptura producida por el terremoto fue del orden de 500 km y dio lugar a un tsunami (TaveraHuarache, 2002).

2.2.3. Criterios de Estructuración

Según Blanco Blasco (1994), cuanto más confusa es la estructura, más difícil es pronosticar su comportamiento durante un terremoto. Es por esta razón, que se recomienda una estructura que sea lo más simple posible para que la idealización requerida para el análisis sísmico sea cercana a la estructura real. Igualmente, los elementos no estructurales generan esfuerzos en elementos que no están diseñados para estas condiciones, por lo que es necesario evitar distorsionar la distribución de esfuerzos considerada, como se muestra en la Figura 5. La simplicidad es el criterio principal para lograr estructuras sísmicas. Simétrica, resistente y dúctil, continuidad y uniformidad estructural y, finalmente, rigidez lateral.

Figura 5

Distribución estructural irregular



Nota. Planta irregular con rigidez en uno de los lados.

Sustraído de Blanco Blasco (1994).

2.2.4. Evaluación Estructural

En la construcción de una estructura, se realizan varias tácticas para determinar los rasgos y condiciones de la estructura que se traduce en una

secuencia de procesos de pruebas de laboratorio, a través de medidas de evaluación, control, inspección de cálculos de construcción. Dueñas (2019).

El método más común para evaluar una estructura es a través de la evaluación analítica el uso de los requisitos actuales de la norma E.030 y E.060 para el hormigón armado. Para establecer la nación de corte de la forma, se debe realizar un análisis matemático ante cargas gravitacionales y sísmicas (Aguilar Chanini & Aguilar Escobar, 2017).

2.2.4.1. Intervención Ocular.

El enfoque de la prueba está en la percepción visual no destructiva de todos los componentes posibles del edificio para determinar la condición real del edificio y, por lo tanto, su estabilidad. Esto ayuda a identificar evidencia de elementos de comportamiento dañinos que pueden o no estar presentes en la estructura documentada. Para realizar esta tarea, es necesario establecer una metodología, estándares y un formato de inspección. Se realizó un recorrido por el Pabellón 1, reportando daños en edificios que ponen en peligro a los estudiantes (grietas, derrumbes, hundimientos de tierra, eflorescencias, etc.).

2.2.4.2. Mediciones Experimentales.

Se trata de pruebas realizadas con muestras obtenidas en campo o en el laboratorio. Las pruebas experimentales son más complejas y difíciles que los modelos analíticos. Además, pueden requerir mucho tiempo y podrían no proporcionar los datos que se quieren reconocer. En algunos casos, podría ser necesario realizar investigaciones experimentales y modelos analíticas al mismo tiempo (Cortes Sánchez, 1990).

2.2.4.3. Modelos Analíticos.

Los modelos analíticos conducen a conclusiones relativamente confiables y brindan resultados numéricos que pueden reducir el tiempo de resolución de problemas. Hasta cierto punto, los modelos analíticos altamente sofisticados intentan aprovechar algunas capacidades estructurales que existen en un caso concreto (Cortes Sánchez, 1990).

2.2.5. Sistemas Estructurales

Según norma E.030 especifica sistemas estructurales seguros en hormigón armado, metal, mampostería, madera para establecer el elemento de descuento de la presión sísmica, para especificar el desplazamiento lateral máximo permisible y sólo aceptar su uso consistente con la importancia y la zona de un edificio.

2.2.5.1. Estructuras de Concreto Armado

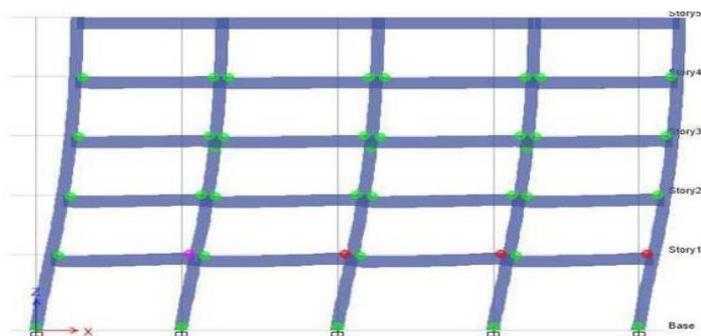
Todos los elementos de hormigón armado que componen el sistema estructural sismorresistente efectúan la Norma Técnica E.060 de Hormigón Armado del Reglamento Nacional de Edificación.

2.2.5.2. Pórticos.

Por lo menos el 80% de la fuerza cortante en la base actúa sobre las columnas de los pórticos. En caso se tengan muros estructurales, estos se diseñan para resistir una fracción de la acción sísmica total de acuerdo con su rigidez, como nos muestra el pórtico en la Figura 6 (Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente).

Figura 6

Estructura de Concreto Armado



Nota. Nos muestra el desplazamiento y movimiento del pórtico. Fuente. CJE de ingenieros (2018).

2.2.5.3. Estructuras de Albañilería

Incluye tabiques de ladrillo que pueden estar sujetos mediante sistemas de hormigón armado. La técnica de construcción también implica la creación de una

conexión dentada entre el muro y las columnas de confinamiento (Barrueto Zamora, 2019).

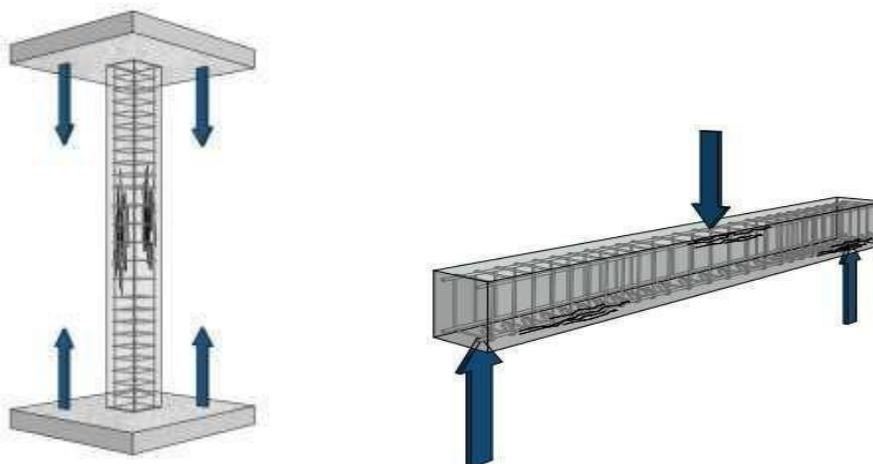
2.2.6. *Propiedades del Concreto Endurecido*

2.2.6.1. Resistencia a la Compresión.

Se refiere a las secciones las cuales reciben el esfuerzo axial de compresión que actúa sobre el centro de gravedad debido a la desviación aleatoria e incontrolable del punto de acción de la carga. Se muestran las fisuras por compresión en la Figura 7 (Laguna y Mamani, 2019).

Figura 7

Resistencia a la Compresión

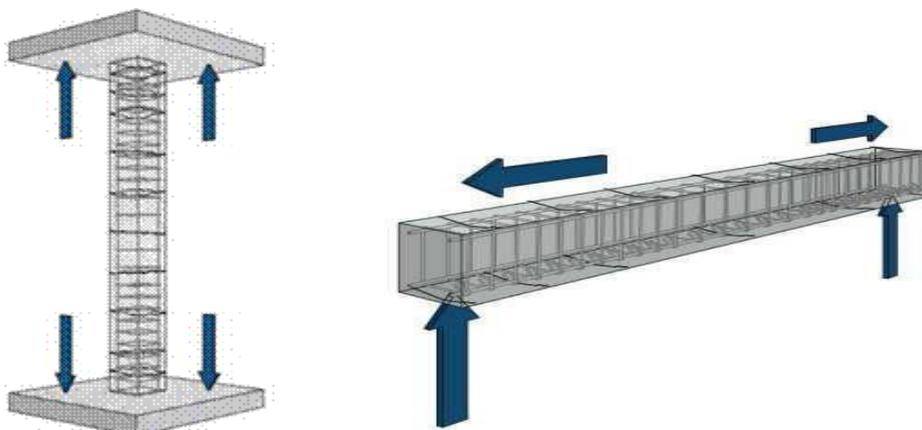


Nota. Se puede observar las fisuras por compresión.

Extraído del Manual de Técnicas de Rehabilitación y Reforzamiento en Columnas y Vigas de Hormigón Armado deterioradas (2017).

2.2.6.2. Resistencia a la Tracción

Esta es la fuerza o tensión máxima que recibe la estructura antes de que ocurra una ruptura. Por decir, si hay un hundimiento de los cimientos que provoca una caída que puede tener un impacto significativo en la estructura. En la figura 8, se muestra la detección de fisuras por tracción. (Laguna & Mamani, 2019).

Figura 8*Resistencia a la Tracción*

Nota. Se muestra la detección de fisuras por tracción. Citado del Manual de rehabilitación y tecnología de barras de refuerzo para columnas y vigas (2017).

2.2.7. Peligro Sísmico

2.2.7.1. Zonificación

Se considera que el territorio nacional se divide en cuatro zonas, como se indica en la Figura 9. La zonificación propuesta esta basa principalmente en la distribución espacial de la sismicidad localizada, las características generales de las acciones sísmicas y su atenuación con la distancia epicentral, así como la información neotectónica. En el Anexo II se incluye la lista de provincias y distritos afines a cada sector. (Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente).

Figura 9*Las cuatro zonas sísmicas*

Nota. Norma E030 Diseño sismorresistente .

A cada zona se le asigna un factor Z como se comprueba en la Tabla 1. Este factor se interpreta como la máxima aceleración horizontal en suelo rígido con un diez por ciento de posibilidad de ser superada en 50 años. El aspecto Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad (Norma E.030 Diseño Sismorresistente).

Tabla 1

Componentes de zona Z

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

Nota. Norma E030 Diseño sismorresistente

2.2.7.2. Parámetros de Sitio (S, TP y TL)

Se considera el tipo de perfil que mejor describa las condiciones locales, utilizándose los correspondientes valores del factor de amplificación del suelo S y de los períodos TP y TL dados en las Tablas 2 y 3. (Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente).

Tabla 2

Factores de suelo S

zona/suelo	So	S1	S2	S3
Z4	0,80	1,00	1,05	1,10
Z3	0,80	1,00	1,15	1,20
Z2	0,80	1,00	1,20	1,40
Z1	0,80	1,00	1,60	2,00

Nota. Norma E030 Diseño sismorresistente

Tabla 3

Periodo Tp y Tl

ZONA	S0	S1	S2	S3
Tp	0,3	0,4	0,6	1,0
Tl	3,0	2,5	2,0	1,6

Nota. Norma E030 Diseño sismorresistente

2.2.7.3. Factor de Amplificación Sísmica (C)

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

$$T < T_p \quad C=2,5 \quad (1)$$

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

$$T > T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2}\right) \quad (3)$$

2.2.7.4. Categoría de las Edificaciones y Factor de uso (U)

Cada edificación se clasifica según lo indicado en las categorías Tabla 4, y el factor de uso (U), se obtiene según clasificación definido en la Tabla 4. Para construcciones que en la base se considere aislamiento sísmico se considerara U = 1. (Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente).

Tabla 4

Categoría de las edificaciones y factor "U"

Categoría	Descripción	Factor U
	A1: Establecimientos del sector salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.	Ver nota 1
A Edificaciones Esenciales	<p>A2: Edificaciones esenciales para el manejo de las emergencias, el funcionamiento del gobierno y en general aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. Se incluyen las siguientes edificaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> •Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. •Puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias de pasajeros, sistemas masivos de transporte, locales municipales, centrales de comunicaciones. •Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. •Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. •Instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. •Edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. •Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado. 	1,5

Nota: Extraído de la Norma E030 Diseño sismorresistente

2.2.7.5. Sistemas Estructurales y Coeficiente Básico de Reducción

El proceso de diseño se divide en el tipo de material utilizado y el sistema de procesamiento sísmico en cada dirección de prueba "x" e "y", como se muestra en la Tabla 5. Cuando en la dirección de prueba, la edificación tiene un objeto más de un procesamiento sistema, se considerará el R0 más bajo (Norma E030 Diseño sismorresistente).

Tabla 5
Sistemas Estructurales

Sistema Estructural	Coeficiente Básico de Reducción RO
Acero:	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	7
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	8
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	6
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
Concreto Armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería	3
Madera	7

Nota 1. Según la Norma técnica E030 diseño sismorresistente

2.2.8. Vulnerabilidad Sísmica

La vulnerabilidad es el nivel de daño a una estructura causado por un evento sísmico con características específicas. Estas estructuras se pueden categorizar como "más vulnerables" o "menos vulnerables" a eventos sísmicos (Vizconde Campo, 2004).

2.2.9. Periodo Fundamental de Vibración

El principal tiempo de construcción es el tiempo que tarda en hacer un ciclo completo, cuando experimenta vibración sin coerción. Su rigidez es importante porque de ella depende la densidad de la fuerza sísmica generada por la estructura. (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2016).

2.2.10. Modos de Vibración

Los modos de vibración pueden decidirse mediante un método de evaluación que considere bien los rasgos de rigidez y la distribución de masas.

En la Figura 10, los edificios, al igual que varios cuerpos materiales, tienen diferentes enfoques de vibración bajo cargas dinámicas que, en ocasión de un sismo, pueden afectarlo en mayor o menor medida. Estos enfoques de vibración se denominan modos de vibración (Arancibia, 2013).

Figura 10

Modos de vibración de una edificación.



Nota. De la forma sencilla, las estructuras oscilan de un lado a otro. Este es llamado modo fundamental o modo 1.

2.2.11. Aceleración Espectral

2.2.12. Fuerza Cortante en la Base

En la base de la estructura la fuerza cortante total, de acuerdo a la dirección considerada, está determinada por la siguiente fórmula: (Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente).

$$V = \frac{Z.U.C.S}{R} \cdot P \quad (6)$$

2.2.13. Respuesta Sísmica

2.2.13.1. Desplazamiento Lateral.

Es la diferencia de desplazamiento de los pisos entre la altura de estos, es millas reconocida porque el entrepiso.

Los desplazamientos laterales para los sistemas rectangulares se calculan multiplicando por 0,75R el resultado recibidas de la evaluación lineal y elástica con las demandas sísmicas disminuidas, y para los sistemas irregulares, los desplazamientos laterales se calculan multiplicando por 0,85R los efectos obtenidos de la evaluación lineal y elástica con los resultados sísmicos reducidas (Sencico, Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente, 2020).

En la Tabla 6 se aprecia los Límites de distorsión de entre pisos, así como en la figura 11

Tabla 6

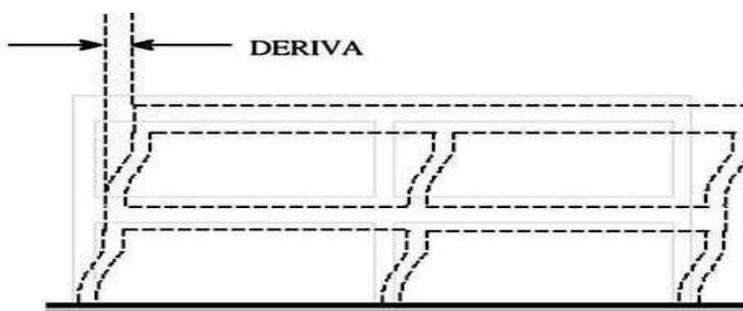
Límites para la Distorsión de Entrepiso

Material predominante	(Δ_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: Norma E030 diseño sismorresistente.

Figura 11

Deriva de Entrepiso de un Edificio



Nota. Se aprecia los límites de distorsión. (Fundamentos para la Mitigación de Desastres, 2004).

2.2.14. Análisis y diseño (norma de Concreto Armado E060)

2.2.14.1. Métodos de diseño

Para el diseño de los sistemas de hormigón armado se utilizará la resistencia de diseño. Se proporcionarán resistencias de diseño adecuadas (ΦR_n) a todas las secciones de los elementos estructurales, de acuerdo con las disposiciones de esta

Norma, el uso de los factores de carga (amplificación) y los elementos de reducción de resistencia, Φ . Se demostrará que la respuesta de los factores estructurales bajo situaciones portantes (deflexiones, agrietamiento, vibraciones, etc.) se limitan a valores tales que el comportamiento es de primer orden (Sencico, Norma Técnica E.060 Hormigón Armado, 2009).

2.2.14.2. Cargas

Las estructuras se diseñarán para resistir todas las cargas que puedan actuar sobre ella en algún momento de su vida útil.

Las cargas serán las estipuladas dentro de la Norma Técnica de la Edificación E.020 Cargas, con los descuentos por sobrecarga permitidos en la misma, y los movimientos sísmicos serán los prescritos en la Norma Técnica de la Edificación E.030 Diseño Sismorresistente. (Sencico, Norma Técnica E.060 Concreto Armado, 2009).

2.2.14.3. Métodos de análisis

Todos los elementos estructurales se diseñarán para hacer frente a la mayor parte de los efectos producidos con la ayuda de las cargas amplificadas, determinadas mediante la evaluación estructural, suponiendo una reacción elástica lineal de la estructura (Sencico, Norma Técnica E.060 Concreto Armado, 2009).

2.2.14.4. Resistencia y de servicio

Las estructuras deberán cumplir con todos los requisitos de esta Norma, para garantizar una conducta adecuada bajo cargas de servicio. (Sencico, Norma Técnica E.60 Concreto Armado, 2009).

a. Resistencia requerida

La resistencia requerida para cargas muertas (CM) y cargas vivas (CV) será como mínimo:

$$U = 1,4 \text{ CM} + 1,7 \text{ CV} \quad (7)$$

$$U = 1,25 (\text{CM} + \text{CV} + \text{CVi}) \quad (8)$$

$$U = 0,9 \text{ CM} \pm 1,25 \text{ CVi} \quad (9)$$

$$U = 1,25 (\text{CM} + \text{CV}) + \text{CS} \quad (10)$$

$$U = 0,9 \text{ CM} \pm \text{CS} \quad (11)$$

b. Evaluación de la resistencia de estructuras existentes

Si hay dudas sobre la protección de una forma o de alguno de sus factores, o si se necesitan datos sobre la capacidad de carga de una estructura en servicio para establecer sus límites de carga, se puede realizar una evaluación de la resistencia estructural tanto por medio de la evaluación, como por medio de la prueba de carga, o por medio de un agregado de cada uno de los enfoques.

Si se conocen bien las consecuencias de una deficiencia de resistencia y es posible medir los materiales y las dimensiones necesarias, basta con una evaluación analítica de la resistencia basada principalmente en dichas mediciones.

Si la duda sobre la seguridad de un elemento o de la totalidad de una forma implica el deterioro de la forma y si la reacción encontrada durante la toma de carga satisface los criterios de reconocimiento, se permite que la forma o una parte de ella permanezca en soporte durante un periodo de tiempo distinto. En estos casos, se deben realizar re opiniones periódicas (Sencico, Norma Técnica E.060 Concreto Armado, 2009).

c. Propiedades de los elementos estructurales

Si las dimensiones y propiedades del material deseado se determinan por medidas o ensayos, se puede incrementar el valor del coeficiente de reducción de resistencia (Φ) con respecto a los valores dados en 9.3, pero este no deberá ser mayor a: Flexión sin carga axial 1,00, Tracción axial con o sin flexión 1,00, Compresión axial con o sin flexión: 0,85 – 0,90, Cortante o torsión 0,90, Aplastamiento del concreto 0,85. (Sencico, Norma Técnica E.060 Concreto Armado, 2009).

d. Sistema resistente a fuerzas laterales

Se refiere al conjunto de elementos estructurales que poseen resistencia a las acciones ocasionadas por los movimientos telúricos. De acuerdo a la NTE E.030 Diseño Sismorresistente, se reconocen los siguientes sistemas estructurales en edificaciones de concreto armado: Pórticos $R = 8$, Dual $R = 7$, Muros Estructurales $R = 6$ (Sencico, Norma Técnica E.060 Concreto Armado, 2009).

2.2.15. Ensayo no destructivo

Los métodos de endurecimiento superficial no destructivos son procedimientos no invasivos que investigan las propiedades de resistencia de los materiales. Dos tipos de determinación técnica de la dureza de la superficie del hormigón son el método de indentación y el método de restauración. Estos métodos intentan explotar las correlaciones empíricas entre las propiedades de resistencia del concreto y la dureza de la superficie medida por punción o rebote. Creció en los años treinta (Jones, 1969)

La prueba del esclerómetro o índice de rebote se realiza mediante el uso del llamado esclerómetro que es una prueba no dañina, para comparar la resistencia del hormigón, como se aprecia en la Figura 12 (Carlos Sanjuan;2014).

Esta comprobación fue diseñada en los años 40, por el ingeniero suizo Ernest Schmidt y patentada como Martillo de Schmidt, siendo su tasa de "R" (índice de rebote) una unidad adimensional que relaciona la dureza del suelo del hormigón con su resistencia de forma experimental (Carlos Sanjuan;2014).

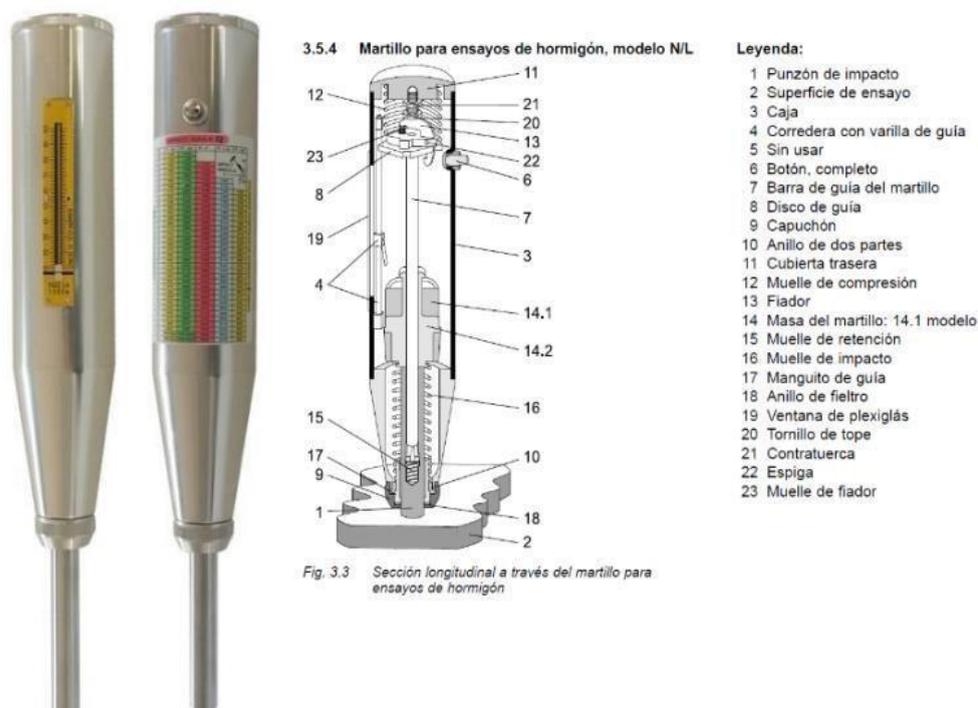
Este ensayo, es una prueba para estimar la resistencia a la compresión del hormigón, siendo propenso a variaciones. Dicho esto, es de lejos una técnica que genera una fiabilidad aplicable.

Las evaluaciones del esclerómetro tienen una variante crítica de hasta $\pm 15\%$ dentro del costo de la resistencia en mezcla similar, por lo que podemos anticipar una precisión en el índice de rebote de $\pm 15/\sqrt{n}\%$ con una confianza del 95%.

Los principales factores que afectan el éxito del escaneo no destructivo son la profundidad de penetración, la resolución vertical y horizontal, la variabilidad de las propiedades físicas, la relación señal-ruido y la información sobre la estructura (McCann & Forde, 2001).

Figura 12

Representación del Esclerómetro



Nota. Se identifica las características del esclerómetro. (Martillo Schmidtesclerómetro, 2016).

2.2.15.1. Marco normativo

NTP 339.181 (2013) Método de ensayo con esclerómetro para que determine el número de rebote a través del concreto endurecido.

- Este ensayo se emplea para la evaluación de la uniformidad del concreto in situ, para delimitar zonas de concreto deteriorados en una estructura, así también para estimar como se fue desarrollando de la resistencia.
- Este ensayo podría afectarse por la humedad superficial que pueda tener el concreto, la profundidad de carbonatación.
- Para confirmar la calibración del equipo, el martillo debe dar una variedad de rebote de 80 ± 2 .
- El componente a ensayar debe tener un espesor mínimo de 10 cm.
- La comprobación debe evitarse en masas de concreto que contengan barras de refuerzo con no menos de 2 cm de recubrimiento.
- La zona de comprobación debe tener un diámetro mínimo de 15 cm.
- Es necesario asegurarse de que los elementos de hormigón estén libres de

residuos de yeso y mortero, tengan su superficie lisa y pulida, y estén libres de polvo y agua superficial. Se debe pulir la superficie si fuese necesario para alisar la superficie de prueba, pero tenga en cuenta que las superficies muy lisas suelen tener más rebotes que otro tipo de acabados.

- Para realizar la prueba, coloque el martillo de rebote perpendicular al elemento de concreto y presione hasta que el acero se suelte y golpee el elemento de concreto. El equipo tendrá en cuenta la velocidad de la devolución, la cual está relacionada con la dureza del concreto. Este valor se compara con el número físico impreso en el equipo y, en el caso de los martillos digitales, se muestra inmediatamente en la pantalla.
- En cada prueba, se deben leer 10 lecturas, que deben tener como mínimo 1 pulgada de separación.
- Para hallar un valor de rebote representativo, debe quitar las lecturas que difieren en al menos 6 unidades del promedio y promediar las lecturas restantes. Sin embargo, si se descartan más de dos lecturas, deberá volver a ejecutar la prueba.
- Verifique si hay abolladuras en la superficie de concreto después del impacto, y si la superficie se rompe o el concreto se desgarró a través del espacio de aire en la superficie, no hay factor de corrección, así que deseche la lectura y use otra lectura.
- La NTP indica que este método no debe ser utilizado como base para la aceptación o rechazo, consideramos necesario realizar una investigación para determinar el margen de error y su confiabilidad.

2.3. Definición de Términos

2.3.1. Sismos

Vibración o sacudida de la corteza resultado de las ondas sísmicas generadas por un lanzamiento inesperado de energía elástica almacenada dentro de la corteza y el manto superior de la tierra (Bertero, 2000).

2.3.2. Subducción

El proceso mediante el cual una placa estructural de litosfera densa y veloz es empujada debajo de otra placa menos densa hasta que el manto la absorbe por completo (Tavera Huarache, 1993).

2.3.3. Estructura

Todo tipo de estructuras que constan de uno o más elementos interconectados y están diseñadas para resistir los efectos de las diversas fuerzas que actúan sobre ellas (Almirón & Yndigoyen, 2019).

2.3.4. Rigidez

Un elemento de la estructura es la capacidad de soportar cargas sin perder la forma ni mantener la conectividad (Torres, 2014).

2.3.5. Reforzamiento Estructural

Usos, técnicas y métodos de diferentes materiales para fortalecer estructuras para prevenir futuros accidentes (Nicasio & Oquendo, 2017).

2.3.6. Deformaciones

2.3.7.

Desplazamientos que se producen dentro de la forma debido a cualquier situación de carga (Calle Nizama, 2017).

2.3.8. Resistencia

Energía máxima alcanzada por una muestra de hormigón o mortero sometida a una carga axial. (Aldana & Pilco, 2020).

2.3.9. Fisuras.

La separación incompleta entre dos o más partes, con o sin espacios, se denomina fisura. Se identifica con los siguientes adjetivos según su dirección, ancho y profundidad: vertical, horizontal, vertical, diagonal o aleatorio.

2.3.10. Desprendimientos.

Deterioro del hormigón o armadura por corrosión, ya sea por falta de revestimiento o por falta de protección del hormigón por revestimiento. Cuando se

oxida, ejerce presión sobre el revestimiento y lo agrieta. (Jiménez Cáceres, 2018).

2.3.11. Esclerómetro

Un esclerómetro es un instrumento manual de peso aproximado de 2 kg, de accionamiento mecánico el cual tiene una fuerte energía de impacto y su funcionamiento es de características sencillas

Un esclerómetro es un aparato manual de unos 2 kg, de funcionamiento mecánico, que tiene una fuerza de impacto excesiva y unos rasgos de trabajo sencillos (Carlos Sanjuan, 2014).

2.3.12. Patologías Estructurales

Estudio sistemático de los procedimientos y rasgos de las "enfermedades" o "defectos y daños" que puede sufrir el hormigón, sus causas, efectos y remedios. En concreto, se entiende por patología aquella parte de la robustez que se refiere a los síntomas, posibles razones y pronóstico del deterioro que sufren los sistemas de hormigón. (Rivva, 2006)

2.3.12.1. Clases de Patologías

(Broto C. 2005). Cada lesión es uno de los signos de un problema constructivo, es decir, el síntoma último del proceso patológico. Conocer el tipo de lesión es el punto de partida para las investigaciones patológicas y es de suma importancia ya que de su identificación depende la elección correcta del tratamiento. Según el tipo y la naturaleza del proceso patológico, se pueden dividir en tres grandes familias: físicas (Humedad, erosión y suciedad.), mecánicas (deformaciones, grietas, fisuras y desprendimientos) y químicas (eflorescencias, oxidaciones y corrosiones). Estas patologías también suelen ocurrir por el diseño, los materiales, la construcción (Jiménez Cáceres, 2018)

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y nivel de la Investigación

3.1.1. Tipo de Investigación

El presente trabajo de investigación es de tipo explicativo, ya pretende descubrir las razones de un problema de la estructura de una Institución educativa acorde a las normas vigentes.

3.1.2. Nivel de la Investigación

El diseño de investigación será integrativo, ya que se busca analizar, comparar y evaluar los resultados recibidos de la investigación con las regulaciones normativas vigente, la estructura de la Institución educativa no sufrirá cambios dentro de las propiedades mecánicas de los elementos estructurales ni se verá afectada estructuralmente, se usarán técnicas que consisten en recolección de datos insitu, uso de fichas, el apoyo de programas de softwares para lograr resultados.

3.2. Población y Muestra de Estudio

3.2.1. Población

Según Tamayo (2003), delimita la población como un conjunto de todos los factores de estudio que pueden formar parte del entorno espacial en la zona donde se desarrolla el trabajo de investigación.

La población sería la Institución educativa San José Fe y Alegría de la Ciudad de Tacna que cuenta con más de 20 años de antigüedad.

3.2.2. Muestra

Conforme a Hernández (2014) la muestra representa una parte de la población, considerada como distintiva de la misma.

La muestra en esta investigación sería el Pabellón "1" de la Institución Educativa San José Fe y Alegría

3.3. Operación de Variables

Se muestra la matriz de operación de variables independientes y dependientes.

Tabla 7

Matriz de Operacionalización de Variable Independiente

Variable	Indicadores	Definición Operacional	Unidad de Medida
Evaluación estructural del Pabellón "1" de las Institución Educativa San José Fe y Alegría N°40.	<ul style="list-style-type: none"> • Características geométricas de la edificación 	Parámetros para determinar el análisis sísmico.	Adimensional
	<ul style="list-style-type: none"> • Parámetros sísmicos 	Indica los parámetros que definen al material según su naturaleza.	Nominal:
	<ul style="list-style-type: none"> • Propiedades mecánicas del concreto 	Capacidad para soportar una carga por unidad de área. Es un parámetro que singulariza el comportamiento elástico.	1. Resistencia a la compresión (kg/m ²) 2. Módulo de elasticidad (kg/m ²) 3. Peso volumétrico (kg/m ³)
	<ul style="list-style-type: none"> • Parámetros Sísmicos 	Configuración estructural en función a materiales predominantes y estructuración	Factor de suelo Factor de uso Coeficiente de reducción
	<ul style="list-style-type: none"> • Cargas y sobrecargas 	Peso propio o inducido que soporta una estructura	Kilogramo por centímetro cuadrado (Kg/cm ²)
	<ul style="list-style-type: none"> • Patologías de elementos estructurales 	Indica los defectos y deformaciones que puede sufrir una estructura correctamente diseñada	Pandeo Vibraciones Filtraciones de Agua Uso de Material no Estructural

Tabla 8*Matriz de Operacionalización de Variable Dependiente*

Variable	Indicadores	Definición Operacional	Unidad de Medida
Comportamiento estructural del pabellón "1" de la Institución Educativa San José Fe y Alegría N°40	Periodo y modo de vibración	Indica el tiempo que tarda una estructura en completar una oscilación	Segundos (S)
	• Desplazamiento y distorsión	Máximo desplazamiento relativo de entrepiso	Centímetro (cm)
	• Fuerza cortante y momento flector	Fuerza lateral total consecuencia de fuerzas inerciales	Toneladas (Tn)
	• Áreas de acero	Se va a verificar si cumple con las condiciones de servicio.	Adimensional

3.4. Técnicas e Instrumentos Para la Recolección de Datos

La presente investigación se inicia con una inspección visual y previa recopilación de datos del Pabellón "1" de la Institución Educativa San José Fe y Alegría N°40, con el fin de reconocer el tipo de estructura, así como las características con las que fue construida.

3.4.1. Ubicación

La Institución Educativa San José Fe y Alegría N°40 se encuentra ubicada en la calle Arias Araguez 1310, Provincia y Departamento de Tacna. Geográficamente se ubica a 577msnm Altitud 17°59'10" Latitud Sur y 70°14'22" Latitud Oeste, representado en la Figura 13. El predio de la investigación se localiza:

Región : Tacna
 Provincia : Tacna
 Distrito : Tacna
 Dirección : Arias Araguez 130

Figura 13

Exteriores de la Institución Educativa San José Fe y Alegría



Nota. Se aprecia la parte exterior frontal de la Institución Educativa San José Fe y Alegría.

Figura 14

Ubicación de la Institución Educativa San José Fe y Alegría



Nota. Se aprecia la ubicación satelital de la Institución San José Fe y Alegría

3.4.2. Técnicas

Para recopilar los datos de la edificación se usó las siguientes técnicas:

3.1.1.1. Observación

Se reconoció la estructura de la institución educativa San José Fe y Alegría Pabellón “1” mostrada en la Figura 15, con la finalidad de verificar y obtener las características y dimensiones de la estructura para su evaluación.

El Pabellón “1” cuenta con una estructura a porticada de dos niveles y una escalera, la que fue construida en el año 1998 con más de 23 años de antigüedad. El uso del pabellón está destinado para aulas de nivel primario. Se converso con el director del colegio Hernán Chiri Pérez, para realizar la evaluación estructural del pabellón “1” dándome visto bueno, con la finalidad de conocer la situación actual de la estructura y proteger la seguridad de los estudiantes y profesores de la Institución Educativa San José Fe y Alegría, ya que por su antigüedad han ocurrido sucesos como sismos de gran magnitud entre otros desmanes de la naturaleza.

Figura 15

Vista Exterior del Pabellón “1”



Nota. Se puede observar la parte frontal del 1er y 2do nivel del Pabellón “1” de la institución educativa San José Fe y Alegría.

3.1.1.2. Registro de Información mediante inspección visual

Se realizó la inspección visual de todos los ambientes del primer nivel y segundo nivel que se denominó como pabellón 1, con el fin de identificar las patologías estructurales que pudiera haber, realizando las anotaciones en fichas técnicas. Como se detalla en la Figura 16 y 17 se muestra Fisuras en columnas, Figura 18 se muestra los Zócalos con Presencia de Sales, Figura 19 se muestra el Desprendimiento de concreto, Figura 20 las Fisura en Muro y en la Figura 21 las Fisuras en Pisos.

Figura 16

Fisuras Columnas 1er nivel



Nota. Se puede apreciar fisuras en columnas del 1er nivel correspondiente al eje A-A./1-1

Figura 17

Fisura en Columnas 2do nivel



Nota. Se puede apreciar las fisuras en columnas del 2do piso correspondiente del eje A-A/5-5.

Figura 18

Zócalos con Presencia de Sales



Nota. Se observa la presencia de humedad genera eflorescencia en el muro en el 1er nivel.

Figura 19

Desprendimiento de concreto



Nota. Se puede apreciar desprendimiento de concreto en las vigas y columnas.

Figura 20*Fisura en Muro*

Nota. Se puede observar las fisuras en juntas del concreto con el ladrillo

Figura 21*Fisura en Pisos*

Nota. Nos muestra fisura en el piso de concreto en las aulas del 1er nivel.

3.4.3. Instrumentos

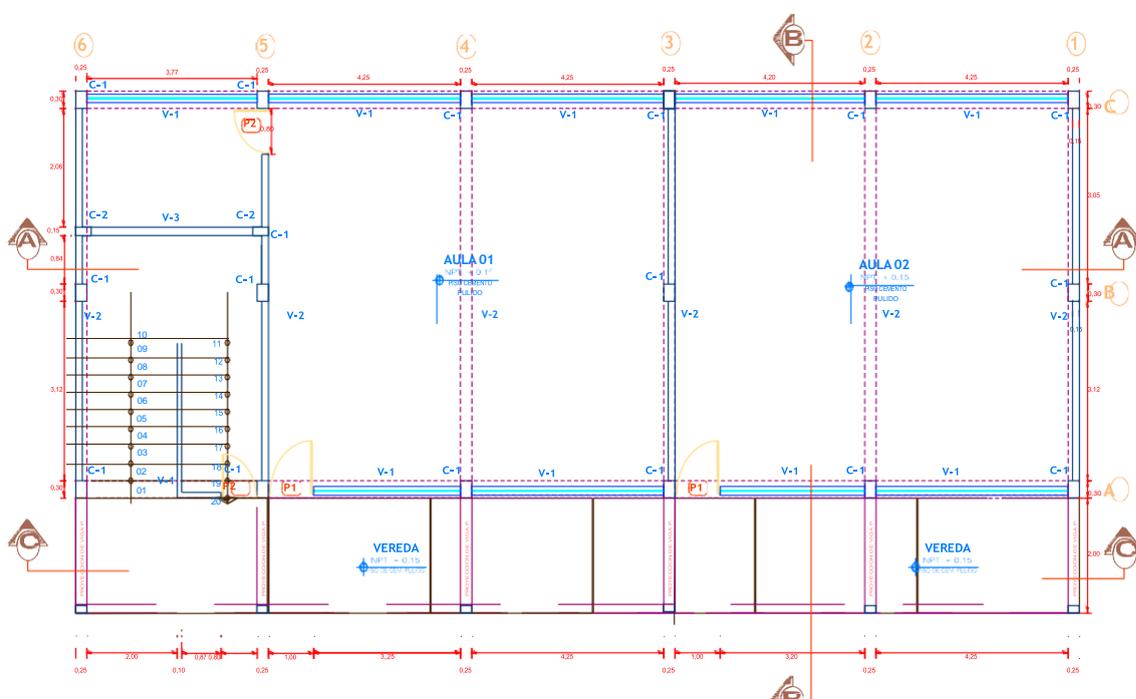
Los instrumentos utilizados para la recopilación de datos fueron:

3.4.3.1. Planos

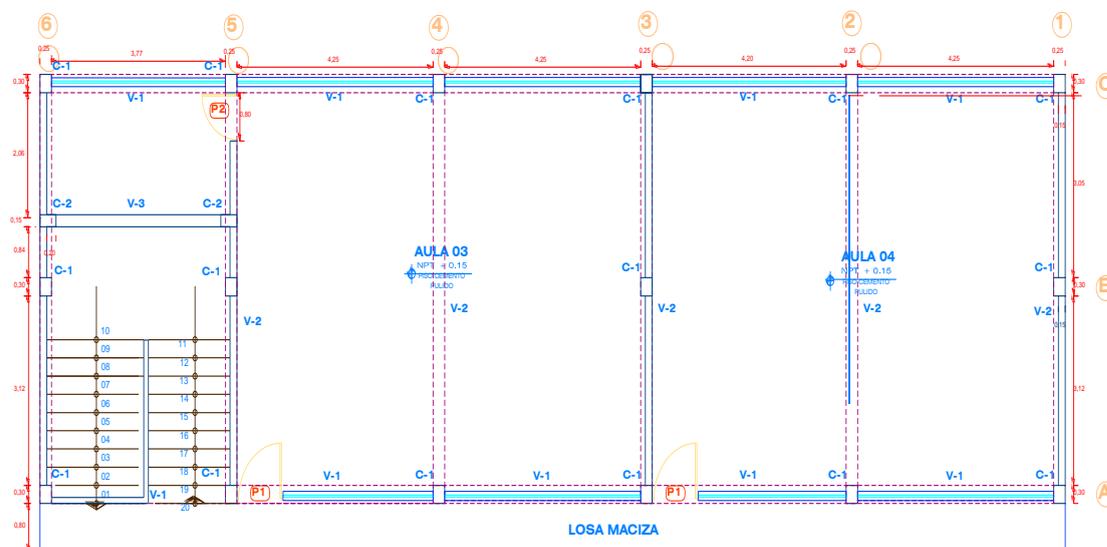
Con fecha 26 de febrero del 2022 se visitó la Institución Educativa previa coordinación con el director del colegio, se realizó la inspección ingresando a todos los ambientes del Pabellón "1" expuestos en la Figura 22 y 23, se procedió a realizar el metrado respectivo de los elementos estructurales como son las columnas, vigas, muro de albañilería, losa aligerada, parapeto, veredas, puertas, ventanas y la escalera, para dibujar los planos de planta, elevación y corte mostradas en la Figura 24, 25 y 26. Se utilizó las siguientes herramientas como wincha, ficha de inspección y cámara fotográfica, procesando las medidas tomadas en campo y proceder a llevarlas a gabinete utilizando la aplicación de softwares AutoCAD.

Figura 22

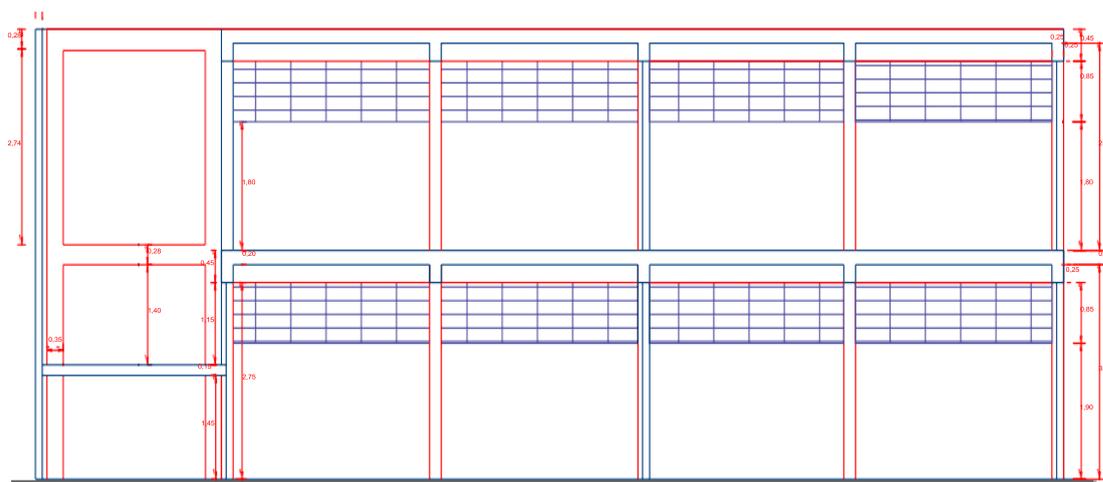
Plano en Planta del 1er piso



Nota. Se muestra el plano de arquitectura del Pabellón "1" del primer nivel, realizado con el método de winchado, la que cuenta con 2 aulas y 2 cuarto de almacenamiento.

Figura 23*Plano en Planta del 2do piso*

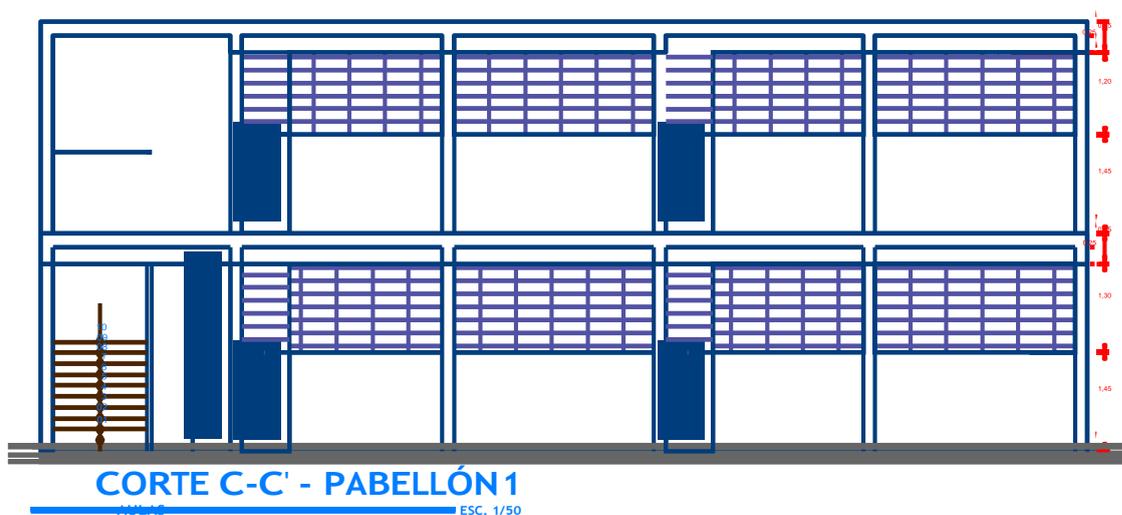
Nota. Se muestra el plano de arquitectura del Pabellón "1" del segundo nivel, realizado con el método de medición con wincha, la que cuenta con 2 aulas y 1 cuarto de almacenamiento.

Figura 24*Plano de Cortes A-A*

CORTE A-A' - PABELLÓN 1
AULAS ESC. 1/50

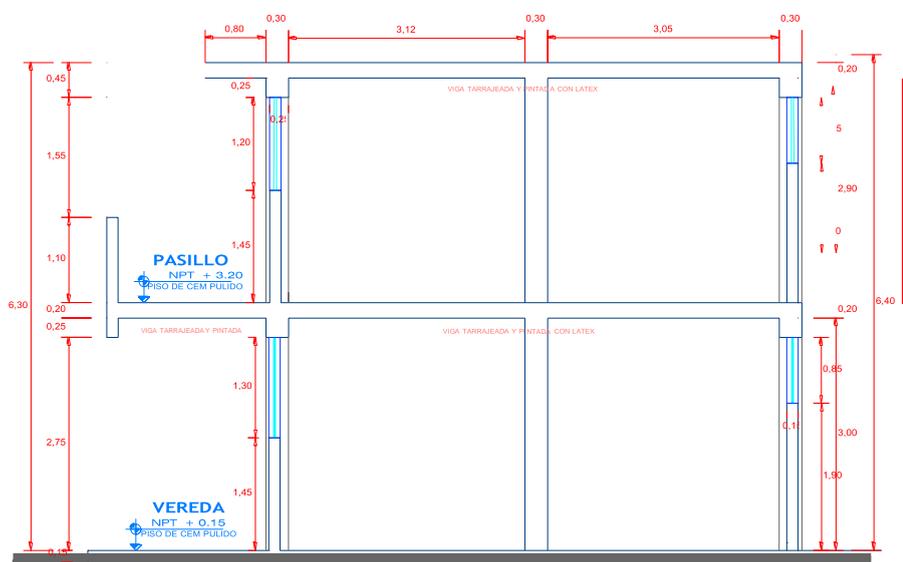
Nota. Se puede apreciar el plano de corte A-A, del Pabellón "1" realizado con el método de winchado.

Figura 25
Plano de Cortes C-C



Nota. Se puede apreciar el plano de cortes C-C, en el Pabellón “1” realizado con el método de winchado.

Figura 26
Plano de Cortes B-B



Nota. Se muestra el plano con los cortes B-B realizados en el Pabellón “1” realizado con el método de medición con wincha.

Para realizar el trabajo en el Software AutoCAD, se fue a medir el Pabellón 1, de la Institución Educativa, como se muestra en la Figura 27 y 28 expuestas a continuación:

Figura 27

Inspección del pabellón 1, en segundo nivel



Nota. Medición del parapeto y ventana con wincha metálica.

Figura 28

Inspección del pabellón 1, en primer nivel



Nota. Medición de la vigas y columnas utilizando wincha metálica.

3.4.3.2. Ficha de Inspección visual de Fallas Estructurales

Para realizar la inspección sensorial de fallas existentes en la edificación, se utilizará la ficha que se muestra en la figura 29, la cual fue de elaboración propia, para ello se usó de base formatos aprobados normativamente, extrayendo así lo necesario para realizar mi inspección. Este procedimiento nos ayuda a registrar la información de las actuales fallas externas que viene mostrando la estructura (pabellón 1), el objetivo es que quede registrado como antecedente en el trabajo de investigación, mostrando las patologías del edificio en cada una de sus partes en que se visualizó el daño, según la importancia de los daños detectados, se evaluará la intervención y se prescribirá la necesidad de la misma en la ficha denominada Ficha de Inspección Visual de fallas estructurales mostrada en la Figura 29.

Realizando el recorrido de los ambientes del pabellón 1 de la institución educativa, se prescribió en las fichas el tipo de material predominante, tipo de falla estructural, datos técnicos, observaciones y/o comentarios, los que fueron adjuntados en los anexos, identificando las tipologías encontradas en la estructura entre ellas las fisuras, eflorescencia, desprendimiento de concreto.

Figura 29

Ficha de Inspección Visual de Fallas Estructurales

FICHA DE INSPECCION VISUAL DE PATOLOGIAS ESTRUCTURALES								
UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA								
TESIS								
COLEGIO								
UBICACIÓN			MATERIAL PREDOMINANTE	EJE X		EJE Y		
EVALUADOR				CONCRETO ARMADO		CONCRETO ARMADO		
FECHA		HORA		ALBAÑILERIA		ALBAÑILERIA		
TIPO DE FALLA ESTRUCTURAL			DATOS TECNICOS					
			ELEMENTO		DIMENSIONES			
					b(cm)	h(cm)	L(cm)	
			COLUMNA					
			VIGA					
			LOSA ALIGERADA					
MURO								
OBSERVACIONES Y/O COMENTARIOS								
TESISTA				FIRMA				
			NOMBRE					

Nota. Elaboración propia

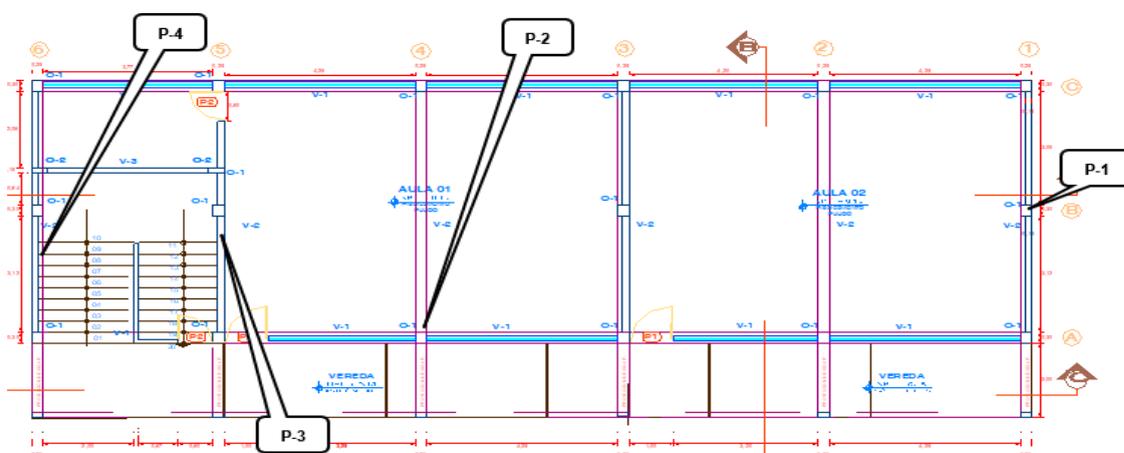
3.4.3.3. Ficha de Almacenamiento de Datos de la dureza del concreto

Para la realización del presente estudio se recogió los valores que indicaba el equipo (Esclerómetro) no destructivo, vaciando los cálculos en una ficha creada

para el acopio de valores obtenidas por el ensayo, con el objetivo de hallar el valor tentativo de la resistencia del concreto f'_c . Este análisis se realizó en el pabellón "1" que consta de dos niveles, el primer piso aula 1 y 2, en el segundo piso aula 3 y 4, así como la escalera donde se cuenta con una junta sísmica. Se selecciono 6 puntos al inicio, intermedio y final para realizar el ensayo en vigas y columnas detallado en los puntos indicados en la Figura 30. Se realizaron 6 puntos para el ensayo en cada pórtico seleccionado.

Figura 30

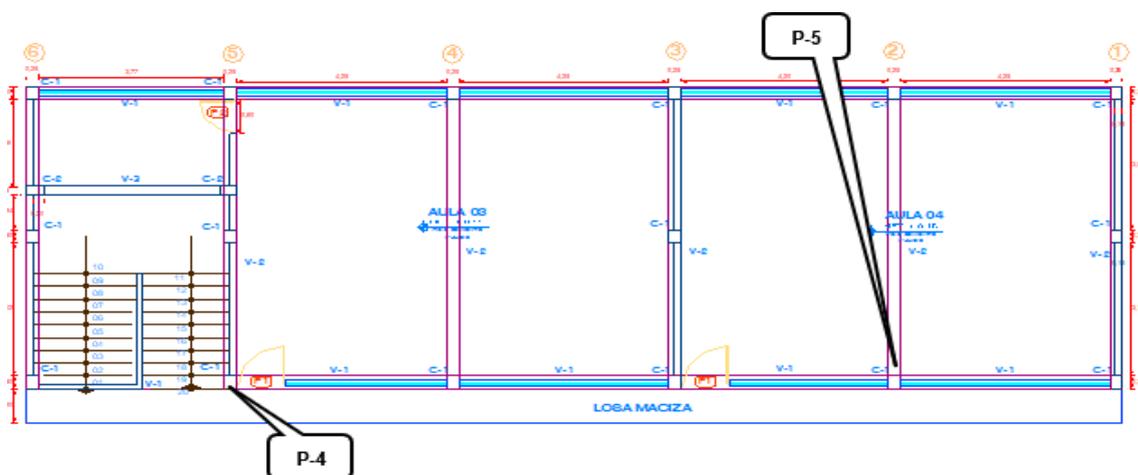
Ubicación de Puntos Ensayados en Columnas y Vigas



Nota. Se muestra los puntos P1 y P2 en columnas, P3 y P4 en vigas, donde se realizó las lecturas del ensayo del esclerómetro.

Figura 31

Ubicación de Puntos en Columnas



Nota. Se muestra los puntos P4, P5 en columnas, donde se realizó las lecturas del ensayo del esclerómetro.

El día 19 de marzo del 2022, se procedió a realizar el ensayo del esclerómetro en la institución educativa San José Fe y Alegría, con autorización del director de la Institución y con apoyo de personal técnico, se procedió a realizar el ensayo sobre el elemento estructural, preparando la superficie seleccionada para la zona de prueba, efectuando el pulido utilizando la piedra abrasiva para proceder a realizar una cuadrícula de 0,15m x 0,15m para las columnas y vigas, para lo cual no fue necesario picar ya que no estaban tarrajeados, aplicando la Tabla 9 para el vaciado de datos obtenidos en el ensayo y la utilización del Abaco de la Figura 32.

Tabla 9

Fichas de Almacenamiento de Datos

Nº	DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA	LECTURAS TOMADAS										PROM. U	σ	U - σ	Resist. kg./cm ²
		L-1	L-2	L-3	L-4	L-5	L-6	L-7	L-8	L-9	L-10				
1	COLUMNA PRIMER PISO														
2	COLUMNA SEGUNDO PISO														
3	VIGA														
4	COLUMNA PRIMER PISO														
5	COLUMNA SEGUNDO PISO														
6	VIGA														

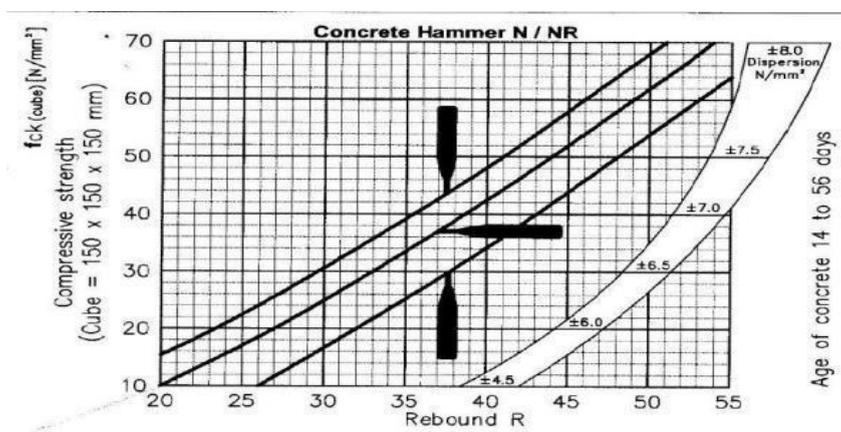
Valor promedio: kg./cm²
F'c por abaco (psi): kg./cm²

Página 1

Nota. Se aprecia la ficha donde se realizarán las lecturas obtenidas del ensayo de esclerómetro.

Figura 32

Abaco para el cálculo de resistencia con esclerómetro (HT225)



Nota. Obtenido del manual de usuario del equipo esclerómetro (HT225)

Otra opción para la evaluación de los datos obtenidos está de acuerdo al cuadro Figura 33, donde nos indica cada valor según el índice de rebote, podemos aproximar el resultado a una resistencia de acuerdo a la norma ASTM-C805.

Figura 33

Resistencias del Concreto utilizando el Esclerómetro

	IMPACT ANGLE α					
	R	$\alpha - 90^\circ$	$\alpha - 45^\circ$	0°	$\alpha + 45^\circ$	$\alpha + 90^\circ$
	20	125	115			+90°
	21	135	125			
	22	145	135	110		
	23	160	145	120		
	24	170	160	130		-45°
	25	180	170	140	100	-90°
	26	198	185	158	115	
	27	210	200	165	130	105
	28	220	210	180	140	120
	29	238	220	190	150	138
	30	250	238	210	170	145
	31	260	250	220	180	160
	32	280	265	238	190	170
	33	290	280	250	210	190
	34	310	290	260	220	200
	35	320	310	280	238	218
	36	340	320	290	250	230
	37	350	340	310	265	245
	38	370	350	320	280	260
	39	380	370	340	300	280
	40	400	380	350	310	295
	41	410	400	370	330	310
	42	425	415	380	345	325
	43	440	430	400	360	340
	44	460	450	420	380	360
	45	470	460	430	395	375
	46	490	480	450	410	390
	47	500	495	465	430	410
	48	520	510	480	445	430
	49	540	525	500	460	445
	50	550	540	515	480	460
	51	570	560	530	500	480
	52	580	570	550	515	500
	53	600	590	565	530	520
	54	OVER 600	OVER 600	580	550	530
	55	OVER 600	OVER 600	600	570	550

Fuente: Norma ASTM-C805

Se mostrará las figuras donde se realizó los Ensayo de esclerometría, como se muestra en la Figura 34, 35, 36 y 37, indicando paso a paso el ensayo del pabellón 1, realizado en la Institución educativa San José Fe y Alegría.

Figura 34

Esclerómetro



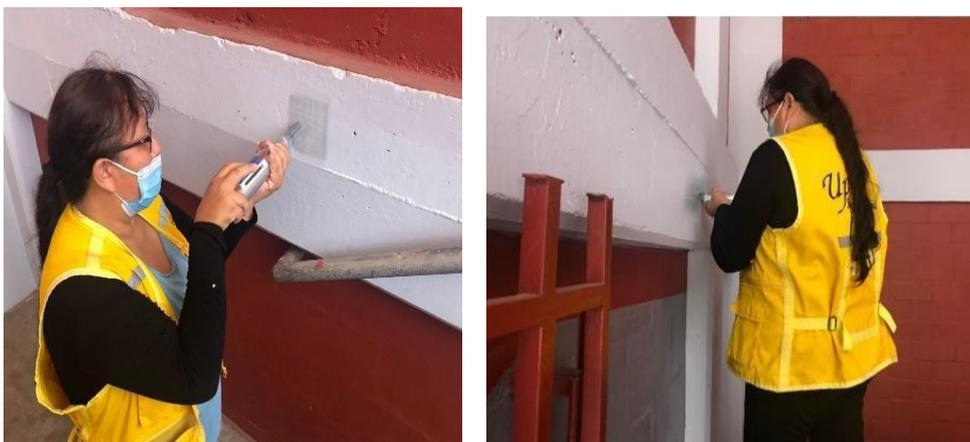
Nota. Equipo empleado para los ensayos.

Figura 35

Piedra abrasiva



Nota. Se utilizó la piedra abrasiva para no tener ninguna obstrucción y dibujar una cuadrícula de 12 puntos de 15cm x 15cm con líneas separadas de 2.5 cm y así poder sacar bien los datos con el ensayo del Esclerómetro.

Figura 36*Ensayo del Esclerómetro en Viga*

Nota. Se realizó el ensayo del esclerómetro en las vigas P-3 y P-4 con ayuda y recomendaciones del Técnico Miguel Martínez

Figura 37*Ensayo del Esclerómetro en Columna*

Nota. Se realizó el ensayo del esclerómetro en columnas P1 y p2 con ayuda del Técnico Miguel Martínez

Luego de haber obtenido los resultados con el equipo (esclerómetro) se los llevó a la Tabla 9 y por consiguiente conseguir la resistencia actual del concreto de los pórticos (columnas y vigas) del pabellón "1" de la institución educativa.

3.5. Procesamiento y Análisis de Datos

Para el desarrollo de la tesis se eligió la institución educativa San José fe y alegría N°40, evaluando el Pabellón "1" por ser una estructura con más de 23 años de antigüedad. El procesamiento y análisis de datos se realizó en campo con apuntes mediante fichas de campo para identificar las patologías que se visualizaron a simple vista y levantamiento del metrado para el dibujo de planos estructurales (planta, corte y elevación), los que fueron acotados con las dimensiones reales y proceder a su análisis.

Se procedió con el ensayo no destructivo utilizando el esclerómetro con el propósito de calcular la resistencia de concreto de los elementos estructurales (vigas, columnas).

En última instancia con los cálculos obtenidos de la estructura, se realizó el modelado correspondiente en el programa ETABS V18.1.1, basándonos en la norma de diseño sismo resistente E030, para llevar a cabo el análisis sísmico y la Norma E060 para llevar a cabo combinación de cargas y diseño, determinando asimismo los indicios para la variables correspondiente: propiedades mecánicas del concreto, parámetros sísmicos, cargas y sobrecargas, asimismo se determinaron los indicadores de la variable dependiente: Periodo y modo de vibración, desplazamiento y distorsión, fuerza cortante y momento flector y áreas de acero. Posteriormente, los resultados podrán ser mostradas en tablas, gráficos y dentro de la propia versión tridimensional.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. Ensayo no Destructivo – Ensayo del Esclerómetro

Mediante el ensayo del esclerómetro se halló la resistencia del concreto existente.

Tabla 10

Resultados del Ensayo del Esclerómetro

Nº	Descripción de la estructura	Lecturas tomadas										Prom	σ	U - σ	Resist. kg/cm ²
		L-1	L-2	L-3	L-4	L-5	L-6	L-7	L-8	L-9	L-10				
P-1	Columna primer piso	36	34	42	40	40	36	40	38	38	36	38,0	3,098	34,9	278,03
P-2	Columna segundo piso	38	40	41	38	36	38	39	41	36	39	38,6	1,761	36,8	306,79
P-3	Viga	40	35	38	35	38	40	35	36	38	38	37,3	2,167	35,1	281,33
P-4	Columna primer piso	44	42	34	38	36	38	36	45	40	42	39,5	3,37	36,1	292,60
P-5	Columna segundo piso	38	36	40	35	35	38	40	36	38	35	37,1	2,00	35,1	281,00
P-6	Viga	35	35	38	38	35	36	39	40	38	35	36,9	1,414	35,5	284,86
Promedio Total:														287,43	kg/cm²

Nota. En la tabla se visualiza los cálculos obtenidos en campo.

De estos resultados se puede observar que las 6 muestras, de las cuales se realizaron 12 martillazos por punto, descartando los 2 más alejados de la media, tal como se muestra en la Tabla 10, se calculó el promedio de cada punto indicadas en la tabla como U, aplicando la desviación estándar al promedio de cada muestra, del cual proporcionó un valor de $f'c = 287,43 \text{ kg/cm}^2$, siendo esta intervención y este ensayo In Situ, se consideró como resistencia a la compresión $f'c = 210,00 \text{ kg/cm}^2$, la que fue aplicada en el programa ETABS V18.1.1 para definir la propiedad del concreto.

4.2. Evaluación del Pabellón “1”

En estos últimos tiempos se ha estado actualizando la norma E030 diseño sismorresistente, donde podemos obtener metodologías para investigar la amenaza Sísmica, teniendo en cuenta dichos registros, se realizó el modelamiento y revisión del comportamiento que podría enfrentar la institución frente a un sismo, para esto se realizó la comprobación matemáticamente estableciendo los parámetros que indica la norma como es la zona sísmica, la categoría de la edificación, el Factor de uso, Factor de Irregularidad, entre otros. Se realizó en el software ETABS V18.1.1, el modelamiento se realizó con los datos que se dibujaron en el AutoCAD y se incorporó la información y datos técnicos según norma de la infraestructura del Pabellón “1” de la Institución Educativa San José Fe y Alegría N°40, La Infraestructura está constituida por 2 niveles el primer piso cuenta con una altura de 3,20m y dos aulas y segundo piso con una altura de 3,10m y 2 aulas, con un área de $178m^2$, seis ejes en el sentido X y cinco ejes en el sentido Y.

Para la evaluación se ejecutó el procesamiento de datos de calculando las cargas muertas y cargas vivas, las cuales se indican a continuación.

Para el primer nivel y segundo nivel se consideran las siguientes cargas muertas:

Ladrillos=	75 Kgf/m ²
Acabados=	100 Kgf/m ²

Adicionalmente se han cargado muros enteros y muros de alféizar no estructurales en los sectores correspondientes.

El valor de estos pesos varía desde 364,5 Kgf/ml hasta 536,63 Kgf/ml, según corresponda.

Para el primer nivel se consideran las siguientes cargas vivas:

Carga Viva para Aulas en Centros Educativos= 250 Kgf/m²

Carga Viva para Corredores en Centros Educativos= 400 Kgf/m²

Para el segundo nivel se considera la siguiente carga viva:

Carga Viva para Techos= 100 Kgf/m²

- Se grafico las 2 columnas al programa ETABS V18.1.1 en los ejes que se indica en los planos, teniendo las siguientes dimensiones.

Tabla 11*Dimensiones de las columnas*

Tipo	Ancho	Alto
C1	0,30	0,25
C2	0,35	0,20

Nota. Elaboración propia

- Se grafico las 3 vigas al programa ETABS V18.1.1, en los ejes que se indica en los planos, teniendo las siguientes dimensiones,

Tabla 12*Dimensiones de vigas*

Tipo	Ancho	Alto
V1	0,30	0,45
V2	0,25	0,45
V3	0,28	0,20

Nota. Elaboración propia

4.2.1. Datos de los Materiales

Datos que se utilizaran en el programa Etabs V18.1.1

Tabla 13*Propiedades de los elementos estructurales*

Concreto			
Peso específico	$\gamma_c =$	2400	kg/m^3
Fuerza a la compresión	$f'c =$	210,00	kg/cm^2
Elasticidad	$E_c =$	217 370,70	kg/cm^2
Mampostería			
Peso específico	$\gamma_m =$	1350	kg/m^3

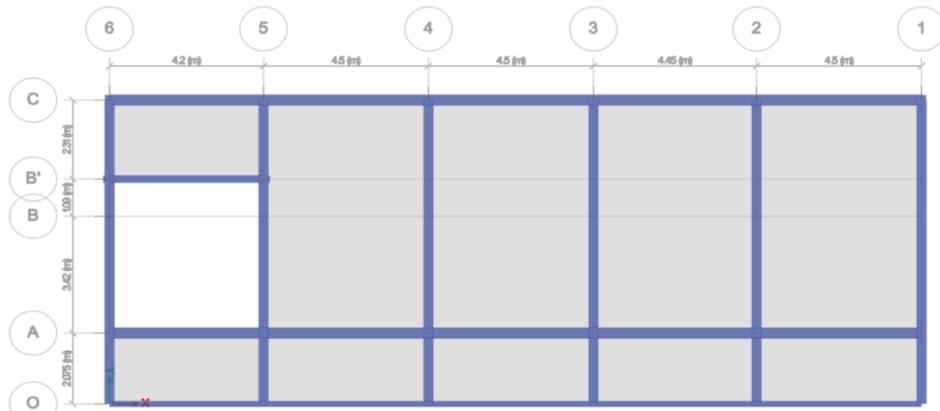
Nota. Se define los datos de las propiedades de los materiales que componen al Pabellón "1"

4.2.2. Modelo del pabellón 1 en ETABS V18.1.1

El modelamiento en ETABS V18.1.1 se definió los materiales a utilizar de acuerdo a la tabla 13, que muestra las propiedades mecánicas del concreto y los datos adquiridos en campo.

Figura 38

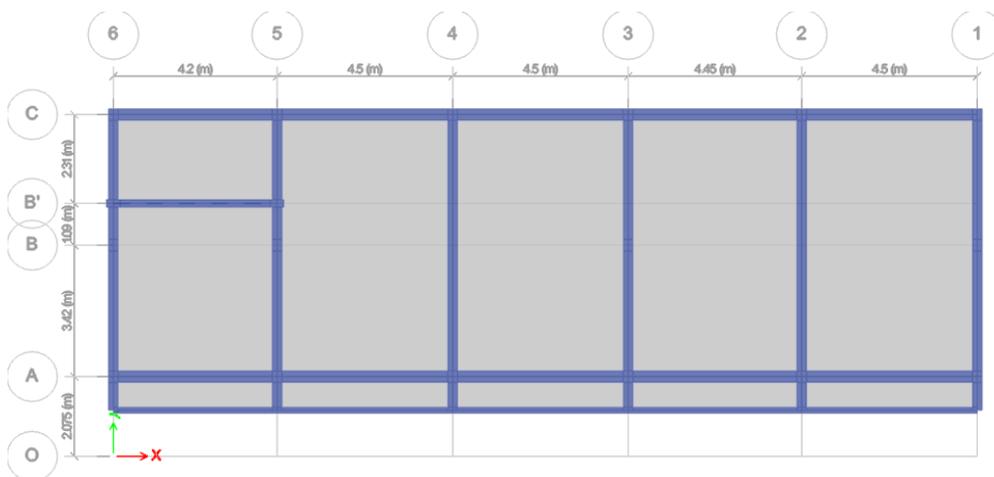
Vista en Planta 1er nivel



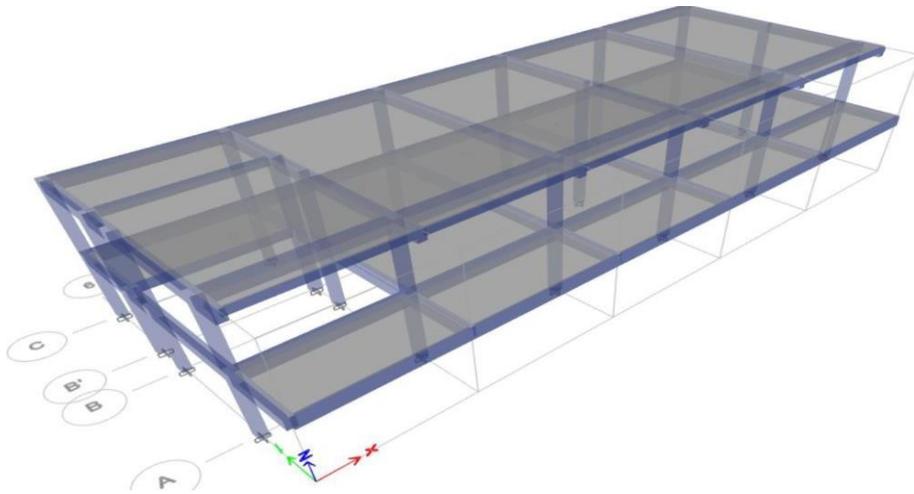
Nota. La figura muestra el modelamiento del pabellón “1” del primer nivel, vista en planta.

Figura 39

Vista en Planta 2do nivel



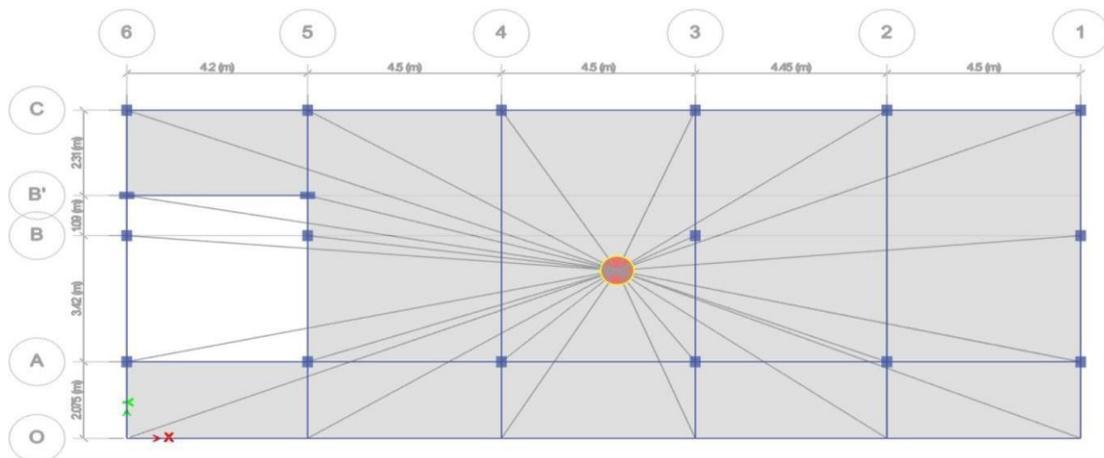
Nota. La figura muestra el modelamiento del pabellón “1” del segundo nivel, vista en planta.

Figura 40*Vista del modelo en 3D*

Nota. En la figura se observa el modelamiento estructural del Pabellón 1, de un sistemaa porticado en los ejes X y Y.

4.2.3. Diafragmas Rígidos

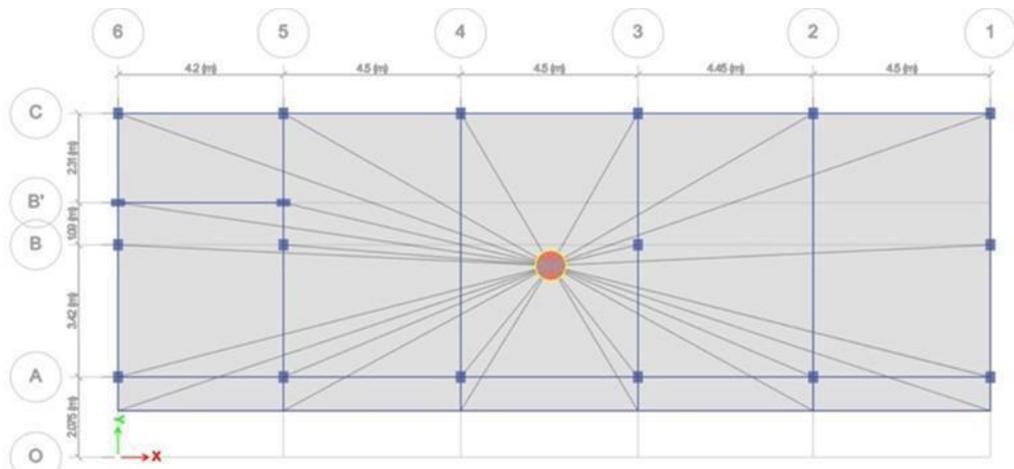
Se realizo los diagramas rígidos atraves del programa Etabs.

Figura 41*Vista del diafragma rígido del 1er nivel*

Nota. A partir del modelamiento realizado en el programa ETABS, mostramos elsiguiente diafragma correspondiente al primer nivel.

Figura 42

Vista del diafragma rígido del 2do nivel



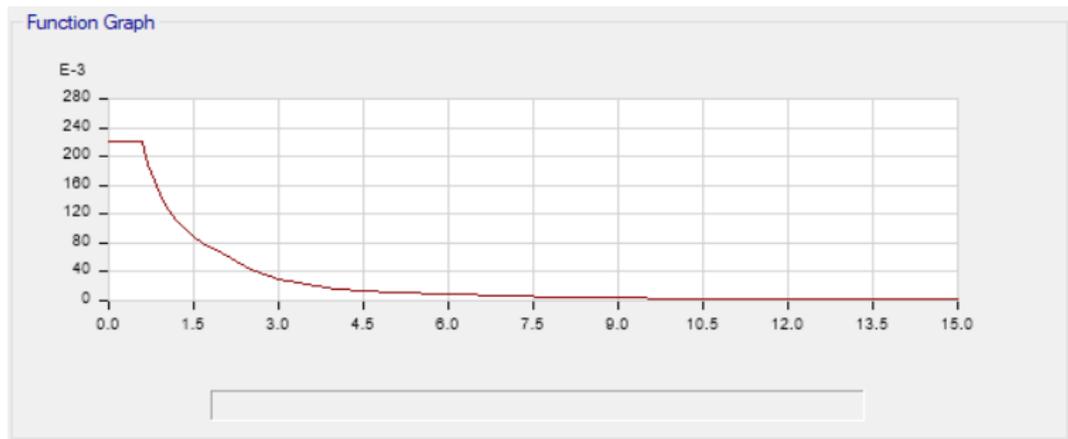
Nota. A partir del modelamiento realizado en el programa ETABS, mostramos el siguiente diafragma correspondiente al segundo nivel.

4.2.4. Parámetros de diseño y espectro de aceleración

Se calculó el diagrama espectral en el programa Etabs mostrado en la figura 43 y 44, para lo cual se consideró los valores indicados en la Tabla 14.

Figura 43

Espectro de aceleración en los ejes "X"



Nota. En la gráfica nos muestra los valores del periodo de vibración en el eje X y la respuesta máxima de aceleración en el eje Y.

Figura 44

Espectro de aceleración en los ejes "Y"



Nota. En la gráfica nos muestra los valores del periodo de vibración en el eje X y la respuesta máxima de aceleración en el eje Y.

Se consideran los siguientes parámetros sísmicos:

Tabla 14

Parámetros Sísmicos del Pabellón 1

Descripción	Valor	Observación
Z	0,45	Tacna
U	1,50	Edificaciones Esenciales - Instituciones Educativas
S	1,05	Suelo Intermedio
Tp	0,60	
Tl	2,00	
Rx	8	Pórticos de Concreto Armado
Ry	6	Pórticos de Concreto Armado (presenta irregularidad torsional)

Nota. De acuerdo a la norma E030 se tomaron los datos de acuerdo a lo requerido para el análisis.

Para el Factor de amplificación sísmica se tendrá en cuenta:

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

Como:

$T_p = 0,60$ s

$T = 0,42$ s calculo extraído del Etabs

Entonces con respecto a la aceleración del suelo como respuesta estructural el factor de amplificación sísmica será:

$C = 2,5$

Luego de agregar los espectros de diseño, se obtienen las aceleraciones indicadas en la tabla 15 para la dirección XX y la tabla 16 para la dirección YY como se aprecia a continuación:

Tabla 15

Valores de Espectro de Diseño para la dirección XX

T	C	Sa sin g	Sa con g
0,01	2,50	0,221	2,172
0,05	2,50	0,221	2,172
0,1	2,50	0,221	2,172
0,15	2,50	0,221	2,172
0,2	2,50	0,221	2,172
0,25	2,50	0,221	2,172
0,3	2,50	0,221	2,172
0,35	2,50	0,221	2,172
0,4	2,50	0,221	2,172
0,45	2,50	0,221	2,172
0,5	2,50	0,221	2,172
0,55	2,50	0,221	2,172
0,6	2,50	0,221	2,172
0,65	2,31	0,204	2,005
0,7	2,14	0,190	1,862
0,75	2,00	0,177	1,738
0,8	1,88	0,166	1,629
0,85	1,76	0,156	1,533
0,9	1,67	0,148	1,448
0,95	1,58	0,140	1,372
1	1,50	0,133	1,303

Nota. Valores del espectro de Diseño en x-x, donde Sa valor de aceleración espectral y el C factor de amplificación sísmica.

Tabla 16*Valores de Espectro de Diseño para la dirección YY*

T	C	Sa sin g	Sa con g
0,01	2,50	0,295	2,896
0,05	2,50	0,295	2,896
0,1	2,50	0,295	2,896
0,15	2,50	0,295	2,896
0,2	2,50	0,295	2,896
0,25	2,50	0,295	2,896
0,3	2,50	0,295	2,896
0,35	2,50	0,295	2,896
0,4	2,50	0,295	2,896
0,45	2,50	0,295	2,896
0,5	2,50	0,295	2,896
0,55	2,50	0,295	2,896
0,6	2,50	0,295	2,896
0,65	2,31	0,273	2,673
0,7	2,14	0,253	2,482
0,75	2,00	0,236	2,317
0,8	1,88	0,221	2,172
0,85	1,76	0,208	2,044
0,9	1,67	0,197	1,931
0,95	1,58	0,187	1,829
1	1,50	0,177	1,738

Nota. Valores del espectro de Diseño en y-y, donde Sa corresponde al valor de aceleración espectral y el C factor de amplificación sísmica.

4.2.5. Modos y periodos de vibración de la estructura

Una vez modelado el diseño del Pabellón "1" en el Etabs, y habiendo culminado la evaluación estructural sísmica, se adquirieron los porcentajes de masa interactiva y los valores de los periodos de cada modo con el análisis modal.

La edificación consta de dos niveles, de los cuales se obtuvieron 6 modos de vibración, a cada losa se le asignó tres grados de libertad UX, UY, RZ, como se aprecia en la tabla 17, así también el desplazamiento en X, el desplazamiento en Y, y la rotación en Z, el grado de libertad tiene un valor que muestra el porcentaje de masa participativa en modo de vibración.

Tabla 17*Modos y Periodos de vibración de la estructura*

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Modal	1	0,416	0,8832	0,0187	0	0,8832	0,0187	0,0006	0,05	0,0632	0,0006	0,05	0,0632
Modal	2	0,374	0,0502	0,7793	0	0,9334	0,798	0,0424	0,0047	0,1361	0,0431	0,0547	0,1993
Modal	3	0,325	0,0291	0,1645	0	0,9625	0,9625	0,0171	0,0056	0,765	0,0601	0,0604	0,9643
Modal	4	0,171	0,0336	0,0008	0	0,996	0,9633	0,0209	0,8475	0,0018	0,081	0,9079	0,966
Modal	5	0,154	0,0025	0,0292	0	0,9985	0,9925	0,7453	0,0592	0,0046	0,8263	0,967	0,9707
Modal	6	0,133	0,0015	0,0075	0	1	1	0,1737	0,033	0,0293	1	1	1

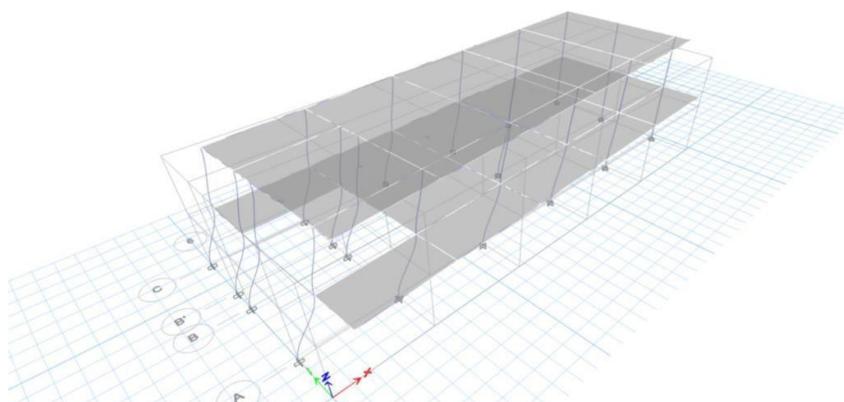
Nota. La Sumatoria UX y Sumatoria UY alcanzan el 100%.

De la tabla 17, se obtiene un periodo máximo de vibración de 0,416 s, que corresponde al Modo 1 en la dirección XX,

Los valores recomendables de periodos máximos de vibración se encuentran en el orden de $0,1 \cdot N^\circ$ de pisos, sin embargo, obtuvimos un valor más alto que permite presumir la existencia de problemas de torsión en la estructura, lo que podrá comprobarse más adelante,

4.2.6. Resultados Análisis Modal

Se obtuvo los valores del periodo de vibración en el programa Etabs de la Figura 45.

Figura 45*Periodo de Vibración en Modo 01*

Nota. Se aprecia el periodo de vibración del pabellón 1.

4.2.7. Peso Sísmico

La masa de una estructura desempeña un papel vital en su capacidad ante movimientos sísmicos, Cuando las masas aceleran debido al movimiento sísmico, es normal que las fuerzas de inercia procedan afectando el sistema estructural.

Asimismo, la fuerza de corte basal corresponde a la masa que ejerce en la estructura.

Tabla 18

Masa del Pabellón "1" por piso

Story	Diaphragm	Mass X	Mass Y	XCM	YCM	Cum Mass X	Cum Mass Y	XCCM	YCCM
	m	kgf-s ² /m	kgf-s ² /m	m	m	kgf-s ² /m	kgf-s ² /m	m	m
Story1	D1	17277,17	17277,17	11,3888	4,5507	17277,17	17277,17	11,3888	4,5507
Story2	D2	10781,27	10781,27	10,9868	4,9574	10781,27	10781,27	10,9868	4,9574

Nota. Se aprecia los valores calculados con el Etabs.

De la Tabla 18 se obtiene la masa, multiplicado por la gravedad obtenemos el peso de la estructura.

$$\text{peso1} = 17277,17 \times 9,8067$$

$$\text{peso1} = 169432,02 \text{ kgf}$$

$$\text{peso2} = 10781,27 \times 9,8067$$

$$\text{peso2} = 105728,68 \text{ kgf}$$

$$\text{área} = 178,08 \text{ m}^2$$

$$\text{peso/m}^2 = 951,43 \text{ Kgf/m}^2$$

Con respecto al peso de la edificación, observamos que alcanzamos una relación entre peso y área techada de la edificación de 951,43 Kgf/m², que es un valor que se encuentra dentro del rango de 800-1200 Kgf/m², rango recomendable en edificaciones de concreto armado.

4.2.8. Cortante Basal

La tabla 19, nos muestra los cálculos obtenidos en el programa Etabs de la cortante dinámica.

Tabla 19

Fuerza Cortante dinámica

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Location	VX kgf	VY kgf	T kgf-m	MX kgf-m	MY kgf-m
Story1	Comb Modal XX	Combination	Max	Bottom	55721,13	17526,92	244695,4	25431,64	81336,93
Story1	Comb Modal YY	Combination	Max	Bottom	23369,22	68903,56	1106759	99846,05	34105,76

Nota, Se observa los cálculos de la cortante dinámica, correspondiente a la dirección XX y YY

Siguiendo lo estipulado en la norma E030, la fuerza cortante (Vd), no debe ser menor al 80%, sea la dirección en la que fuera, para la comprobación se considera los parámetros respectivos en edificación (estructura regular) a evaluar, considerando que:

$$Z = 0,45$$

$$U = 1,50$$

$$C = 2,50$$

$$S = 1,05$$

$$P = 275160,70$$

$$R_x = 8$$

$$R_y = 6$$

Tabla 20

Comprobación de fuerza cortante mínima

EJE	VE en Kg	%VE	VD	Cumple $VD \geq$	
				80%VE	escalar
X	60943,7964	48755,04	55721,13	SI	
Y	81258,3953	65006,72	68903,56	SI	

Nota. Se realizó la comprobación de la fuerza cortante mínima donde se verificó el cumplimiento de la misma $VD \geq 80\%VE$.

Se realiza la verificación de las fuerzas dinámicas obtenidas luego de ejecutar el programa ETABS, realizando la comparación respectiva con porcentajes de las fuerzas cortantes estáticas, de acuerdo a lo establecido en la norma E-030 Diseño Sismorresistente.

Se debe precisar que se ha considerado un coeficiente de reducción R de 8 en la dirección XX y reducido hasta 6 en la dirección YY, debido a la presencia de irregularidades torsionales que se detallan más adelante.

Finalmente, de acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 20 así como en la tabla 21, se observa que, en ambos sentidos, las fuerzas dinámicas son superiores a los porcentajes de fuerzas estáticas correspondientes.

Tabla 21

Fuerza Cortante estática

Story	Output Case	Case Type	Location	VX		VY	T	MX	MY
				kgf	kgf	kgf	kgf-m	kgf-m	kgf-m
Story1	Sismo Est XX	LinStatic	Bottom	0	-60947,77	0	316191,2	12,68	-88962,88
Story1	Sismo Est YY	LinStatic	Bottom	0	0	-81254,53	-997245,7	117690,8	-3,92

Nota. Se calculo los valores de cortante estática en la base, en la dirección XX y YY.

4.2.9. Desplazamientos y Derivas

La categorización de los sistemas estructurales se cumple de acuerdo al tipo de estructuración y materiales usados por cada dirección, según la norma E,030 que nos indica que, para las estructuras regulares, los desplazamientos se multiplican por 0,75 R los valores del análisis lineal y elástico dependen del factor de reducción sísmico, ya sea en X e Y, de acuerdo al material predominante del sentido, se estableció el máximo desplazamiento relativo de entrepiso según sea el material que predomina, como se indica en la Tabla 22, a continuación, los resultados se han obtenido a partir del software ETABS V18.1.1.

Tabla 22*Límites para la distorsión del entrepiso según norma E.030*

Material Predominante	Δ_i/h_{e_i}
Concreto Armado	0,0070
Acero	0,0100
Albañilería	0,0500
Madera	0,0100
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0,0050

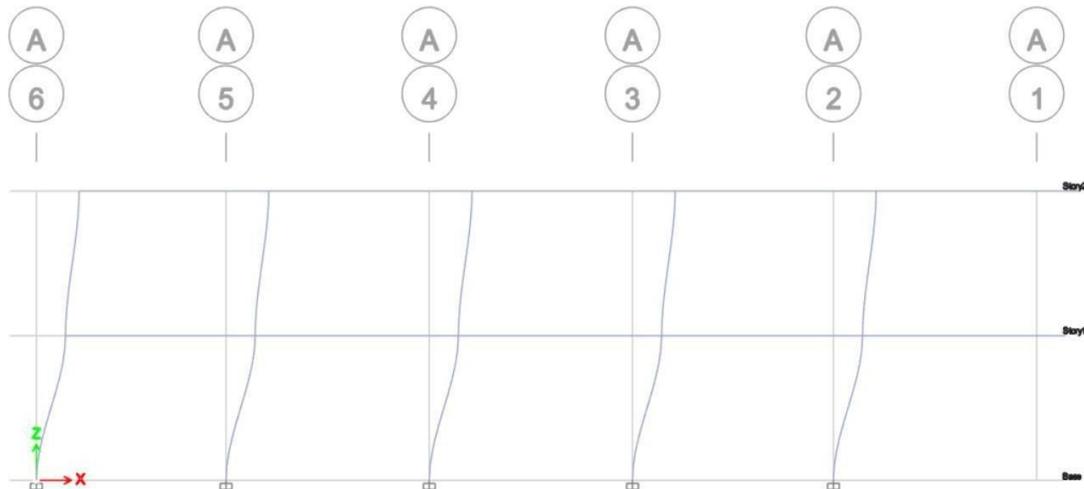
Nota. Se puede observar los máximos valores permisibles para la distorsión de entrepiso.

Luego, obtenemos los resultados del análisis para el sismo dinámico mediante ETABS V18,1,1

Tabla 23*Distorsiones de entrepiso en Sismo X-X*

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Label	X m	Y m	Z m
Story2	SISMO DIN XX AMP	Combination	Max	X	0,007657	12	22,15	2,07	6,2
Story1	SISMO DIN XX AMP	Combination	Max	X	0,015614	12	22,15	2,07	3,1

En la tabla 23 se determinó la distorsión de entrepiso en sismo en el eje X-X (Figura 46), obteniendo como resultado las distorsiones de 0,007657 en el segundo nivel y una distorsión máxima de 0,015614 en el primer nivel. Ambos valores están por encima del límite de 0,007 para edificaciones de concreto armado, por tanto, no cumplen las distorsiones admisibles según norma E-030 Diseño Sismorresistente.

Figura 46*Desplazamiento en el Eje X*

Nota. Se obtuvieron los desplazamientos en el eje X-X.

Tabla 24*Distorsiones de entrepiso en Sismo Y-Y*

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Label	X m	Y m	Z m
Story2	SISMO DIN YY AMP	Combination	Max	Y	0,010639	6	22,15	8,895	6,2
Story1	SISMO DIN YY AMP	Combination	Max	Y	0,021945	13	22,15	5,495	3,1

En la tabla 24 se determinó el desplazamiento relativo de entrepiso en sismo en el eje Y-Y, obteniendo distorsiones de 0,010639 en el segundo nivel y una distorsión máxima de 0,021945 en el primer nivel. Ambos valores están por encima del límite de 0,007 para edificaciones de concreto armado, por tanto, no cumplen las distorsiones admisibles según norma E-030 Diseño Sismorresistente.

Como medidas de corrección empleadas para cumplir la norma correspondiente, se podrá dotar de rigidez a la estructura, ya sea incrementando las secciones de sus elementos, modificando la forma y/o el tipo de los mismos.

4.2.10. Irregularidad en Planta

Se calculo las irregularidades torsionales con el programa Etabs, detalladas en la tabla 25 y 26 Irregularidad Torsional en X y Y. así como en la tabla 27 y 28 Irregularidad Torsional Extrema en X y Y.

Tabla 25

Irregularidad Torsional Dirección X

Piso	Caso de Carga	Deriva Inelástica	Deriva Máxima	Estado
Story2	SISMO DIN XX AMP	0,007657	0,0035	Si aplica
Story1	SISMO DIN XX AMP	0,015614	0,0035	Si aplica

Entonces:

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Maximum m	Average m	Ratio	Irregularidad
Story2	SISMO DIN XX AMP	Combination	Max	X	0,070983	0,064604	1,099	No tiene
Story1	SISMO DIN XX AMP	Combination	Max	X	0,048404	0,043906	1,102	No tiene

Nota. La estructura no tiene Irregularidad en dirección X.

Tabla 26

Irregularidad Torsional Dirección Y

Piso	Caso de Carga	Deriva Inelástica	Deriva Máxima	Estado
Story2	SISMO DIN YY AMP	0,010639	0,0035	Si aplica
Story1	SISMO DIN YY AMP	0,021945	0,0035	Si aplica

Entonces:

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Maximum m	Average m	Ratio	Irregularidad
Story2	SISMO DIN YY AMP	Combination	Max	Y	0,0994	0,074575	1,333	Si tiene
Story1	SISMO DIN YY AMP	Combination	Max	Y	0,068028	0,05077	1,34	Si tiene

Nota. La estructura si tiene Irregularidad en dirección Y.

Tabla 27

Irregularidad Torsional Extrema Dirección X

Piso	Caso de Carga	Deriva Inelástica	Deriva Máxima	Estado
Story2	SISMO DIN XX AMP	0,007657	0,0035	Si aplica
Story1	SISMO DIN XX AMP	0,015614	0,0035	Si aplica

Entonces:

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Maximum m	Average m	Ratio	Irregularidad
Story2	SISMO DIN XX AMP	Combination	Max	X	0,070983	0,064604	1,099	No tiene
Story1	SISMO DIN XX AMP	Combination	Max	X	0,048404	0,043906	1,102	No tiene

Nota. No presenta Irregularidad por Torsión extrema en dirección X.

Tabla 28*Irregularidad Torsional Extrema Dirección Y*

Piso	Caso de Carga	Deriva Inelástica	Deriva Máxima	Estado
Story2	SISMO DIN YY AMP	0,010639	0,0035	Si aplica
Story1	SISMO DIN YY AMP	0,021945	0,0035	Si aplica

Entonces:

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Maximum m	Average m	Ratio	Irregularidad
Story2	SISMO DIN YY AMP	Combination	Max	Y	0,0994	0,074575	1,333	No tiene
Story1	SISMO DIN YY AMP	Combination	Max	Y	0,068028	0,05077	1,34	No tiene

*Nota, No presenta Irregularidad por Torsión extrema en dirección Y,***4.2.11. Diagrama de Momento Flector y Diagrama de Fuerza Cortante**

A continuación, se presentan en la Figura 47 y 48, los diagramas de momento flector y fuerza cortante producto de las siguientes combinaciones de carga consideradas:

COMB1: 1,4D

COMB2: 1,4D + 1,7L

COMB3: 1,25(D+L) + E1

COMB4: 1,25(D+L) + E2

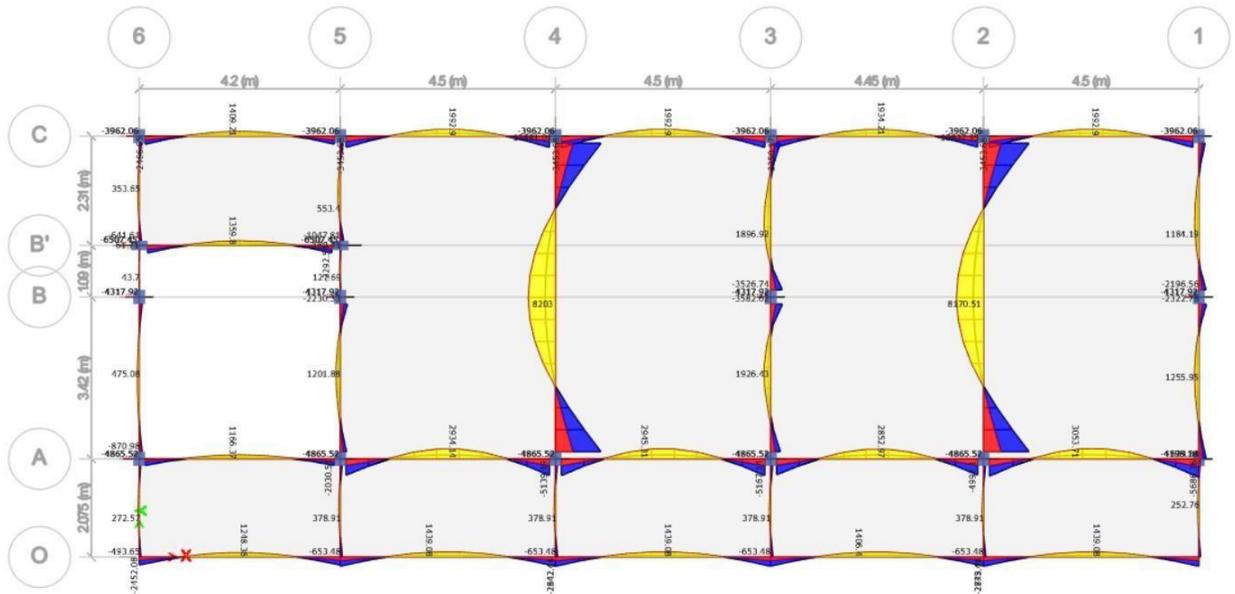
COMB5: 0,9D + E1

COMB6: 0,9D + E2

Posteriormente se realiza la envolvente que considera todas las combinaciones de carga anteriormente señaladas, obteniendo los siguientes diagramas:

Figura 47

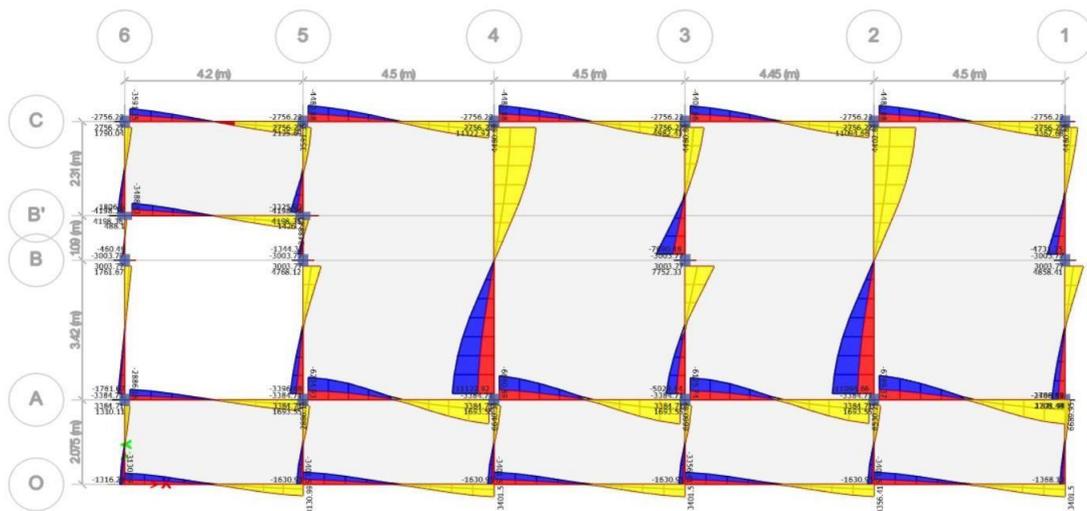
Diagrama de Momento Flector (Envolvente)



Nota. Extraído del programa Etabs

Figura 48

Diagrama de Momento Cortante (Envolvente)



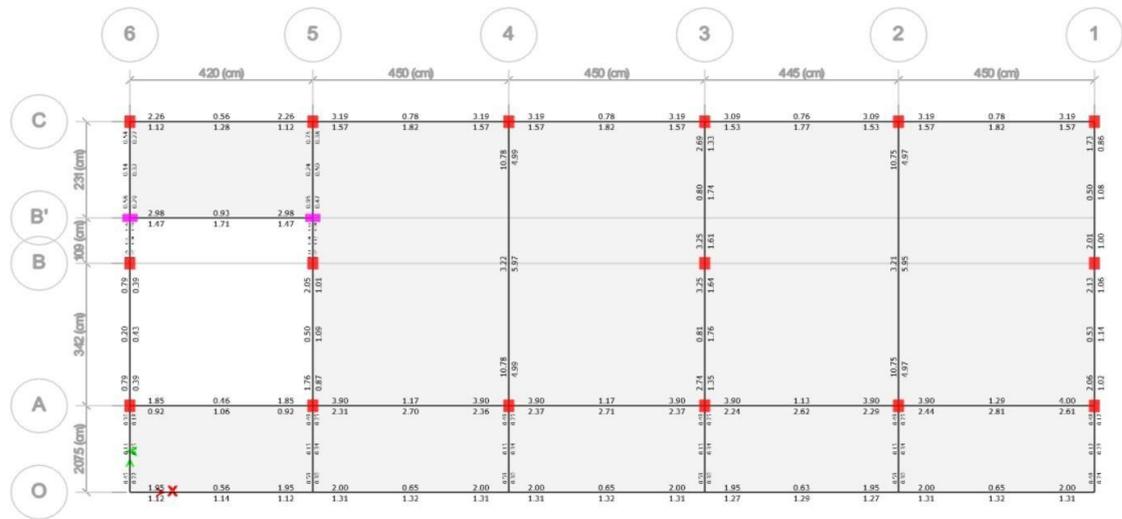
Nota. Extraído del programa Etabs

4.2.12. Áreas de Acero

Con el programa etabs, se verifico si cumple con las condiciones de servicio, es decir si el área de acero cumple o no cumple, mostrando en la Figura 49 y 50 los puntos rojos que corresponde a la deficiencia del acero.

Figura 49

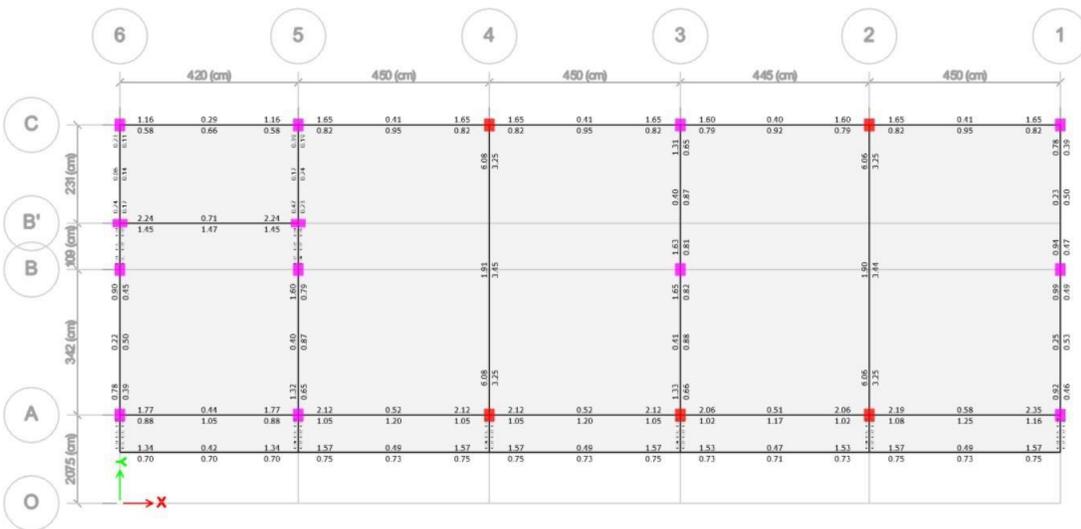
Área de acero Primer Nivel



Nota. Extraído del programa Etabs.

Figura 50

Área de acero Segundo Nivel



Nota. Extraído del programa Etabs.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

5.1. Hipótesis Especifica General

El pabellón “1” de la Institución Educativa San José Fe y Alegría N°40 tiene un comportamiento inadecuado.

5.1.1. Respuesta a la Hipótesis General

El comportamiento estructural del Pabellón “1” de la Institución Educativa San José Fe y Alegría N°40, tiene un comportamiento inadecuado puesto que presenta distorsiones mayores al límite establecido en la norma, además, en lo que respecta a análisis modal, presenta un periodo máximo alto, lo que permite predecir problemas de torsión en la estructura.

5.2. Hipótesis Específica 1

Las propiedades mecánicas de los elementos que componen la estructura del Pabellón “1” de la Institución Educativa San José Fe y Alegría N°40 influyen negativamente en el comportamiento sísmico de la estructura.

5.2.1. Respuesta a la Hipótesis 1

Se determinó las propiedades mecánicas del Pabellón “1” de la Institución Educativa San José Fe y Alegría N°40, influye negativamente en el comportamiento sísmico, debido a que el problema radica en un déficit de rigidez en ambos sentidos que se puede minimizar aumentando las secciones de los elementos, también podría ser la forma de los mismos y/o el tipo (adicionando placas). Por lo expuesto podemos decir que no estaría cumpliendo con la norma E030, ya que en artículo 17 “Categorías y sistema estructural de las edificaciones” nos indica que las Instituciones Educativas corresponden a la Categoría A2 y que para la zona 4, solamente pueden ser estructuras de acero, estructuras de concreto (sistema dual, muros de concreto armado) y albañilería armada o confinada, por lo tanto, la institución educativa no estaría cumpliendo.

5.3. Hipótesis Específica 2

Los resultados del análisis sísmico del pabellón "1" de la Institución Educativa San José Fe y Alegría N°40, no siguen los parámetros de la norma E. 030.

5.3.1. Respuesta a la Hipótesis 2

Los resultados del análisis sísmico del pabellón "1" de la Institución Educativa San José Fe y Alegría N°40, no siguen los parámetros de la norma E030, en este caso, con el límite para la distorsión del entrepiso en sismo X-X se obtienen distorsiones de 0,007657 en el segundo nivel y una distorsión máxima de 0,015614 en el primer nivel, y la distorsión del entrepiso en sismo Y-Y se obtienen distorsiones de 0,010639 en el segundo nivel y una distorsión máxima de 0,021945 en el primer nivel. Ambos valores están por encima del límite de 0,007 para edificaciones de concreto armado, por tanto, no cumplen las distorsiones admisibles según norma E-030 Diseño Sismorresistente.

5.4. Hipótesis Específica 3

La respuesta de los elementos estructurales del pabellón "1" de la Institución Educativa San José Fe y Alegría N°40 no cumple las condiciones de servicio de la norma E,060 de concreto armado.

5.4.1. Respuesta a la Hipótesis 3

Se puede decir que esta hipótesis no tiene en cuenta las condiciones de uso exigidas por la norma, ya que el esfuerzo sísmico en esta zona es aún más estricto en el diseño estructural por tratarse de un sistema de pórtico en una zona de alta sísmica, en consecuencia, la respuesta de los elementos estructurales no se comporta adecuadamente en condiciones de operación debido a que la institución educativa no es completamente funcional. En el gráfico de áreas de acero, muchas columnas del 1er nivel están sobre esforzadas, lo que hace que la estructura no cumpla las condiciones de servicio de la norma E060.

CONCLUSIONES

Se evaluó la estructura del pabellón "1" de la Institución Educativa San José Fe y Alegría N°40, y se concluye que ambos bloques muestran defectos estructurales, constituyendo un comportamiento inadecuado para su función como edificio.

Se determino las propiedades mecánicas de los elementos del pabellón "1" de la Institución Educativa San José Fe y Alegría N°40, se concluye que se realizó el ensayo no destructivo con esclerómetro, cuya resistencia a la compresión fue de 210 Kg/cm², siendo favorable con lo indicado en la norma E060.

Se efectuó el análisis sísmico del pabellón "1" de la Institución Educativa San José Fe y Alegría N°40, mediante los resultados obtenidos del software Etabs V18,1,1 en el cual se realizó el modelamiento de la estructura, donde se concluyó que los resultados diseño y análisis no cumplen los parámetros establecidos en la norma de diseño sismorresistente E030.

Se determinó que la respuesta de los elementos estructurales del Pabellón "1" de la Institución Educativa San José Fe y Alegría N°40, no cumplen con las condiciones de servicio que indica la norma E060.

RECOMENDACIONES

Se recomienda a la Dirección Regional de Educación Tacna en coordinación con el director de la Institución Educativa, solicitar financiamiento para elaborar un Expediente Técnico de mejoramiento del servicio educativo de la Institución Educativa San José Fe y Alegría N°40.

Se recomienda al Gobierno Regional de Tacna, realizar un análisis mediante ensayo de diamantina de los elementos estructurales y así determinar con exactitud las propiedades del concreto del Pabellón "1" de la Institución Educativa San José Fe y Alegría N°40.

Se recomienda al director de la institución educativa hacer las coordinaciones con las instituciones encargadas, para considerar un reforzamiento a los elementos estructurales del Pabellón "1" de la Institución Educativa San José Fe y Alegría N°40.

Se recomienda a los profesionales de instituciones públicas y privadas a dimensionar, estructurar y distribuir adecuadamente los elementos estructurales de los proyectos futuros, cumpliendo los parámetros de las normas del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Se recomienda en toda obra pública o privada, mantener un archivo técnico a fin de conocer el proceso constructivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar Chanini, J. C., y Aguilar Escobar, C. I. (2017). *Evaluación y reforzamiento estructural del edificio de la Escuela Profesional de Obstetricia – UNJBG - Tacna*, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Obtenido de <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/2875>.
- Aldana Cutipa y Pilco Mamani, (2020). *Análisis comparativo de la resistencia del concreto en muros de contención por esclerómetro y rotura de cilindros en el distrito de ciudad nueva*, Universidad Privada de Tacna, Tacna, Tacna, Obtenido de <https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/1543>.
- Almirón Torres y Yndigoyen Sucasaire (2019). *Evaluación estructural y propuesta de reforzamiento en el centro de salud Leoncio Prado, de la ciudad de tacna*, Universidad Privada de Tacna, Tacna, Obtenido de <https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20,500,12969/840>.
- Alva, (2020). *Amplificación Sísmica en Tacna – Perú, usando datos de movimientos sísmicos y arreglos de microtemblores*, Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
- ASCE/SEI 41-17, (2017). *Evaluación sísmica y rehabilitación de edificios existentes*, Reston, VA: Sociedad Estadounidense de Ingenieros Civiles.
- Arancibia, (2013). *Modos de vibración de un edificio*, Laboratorio de ingeniería sísmica del instituto de investigación de ingeniería: Universidad de Costa Rica.
- Barrueto Zamora, J. B. (2019). *Análisis sísmico comparativo entre los sistemas de concreto armado y albañilería confinada para la construcción de un edificio de viviendas multifamiliares del distrito de Surquillo*, Pontificia Universidad Católica del Perú, Obtenido de <http://hdl.handle.net/20,500,12404/13342>.
- Bertero, (2000). *Ingeniería sísmica basada en el desempeño de la construcción*, España, Congreso iberoamericano de Ingeniería Sísmica.
- Blanco Blasco (1994). *Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado*, Lima.
- Broto C, (2005). *Enciclopedia broto de Patologías de la construcción*, Obtenida de https://higieneysseguridadlaboralcvr.files.wordpress.com/2012/07/enciclopedia_broto_de_patologias_de_la_construccion.pdf.

- Calle Nizama (2017). Vulnerabilidad Estructural de la I.E. N°10024 – Nuestra Señora de Fátima
- Carlos Sanjuan, (2014). *Resistencia del hormigón mediante esclerómetro o índice de rebote*, Obtenido
<https://www.patologiasconstruccion.net/2013/11/resistencia-del-hormigon-mediante-esclerometro-2-ensayo-y-valor-fc/>
- Cárdenas Barriga, (2019). *Diseño estructural de un edificio multifamiliar de concreto armado de cinco pisos*, Lima: Universidad Cesar Vallejo
- Cordona A, (2004). *Fundamentos para la Mitigación de Desastres en Establecimientos de Salud*, Obtenido de Digicollection,
- Cortes Sánchez, (1990). Evaluación estructural de monumentos históricos, México, D, F,,: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Choque y Luque, (2019). *Análisis estático no lineal y evaluación del desempeño sísmico de un edificio de 8 niveles diseñado con la norma E.030*, Arequipa: Universidad nacional de San Agustín de Arequipa.
- Chura Arocutipa, (2017). *Estudio de riesgo sísmico en el distrito de ciudad nueva-Tacna*, Tacna: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann,
- Dueñas, F, (2019). *Evaluación estructural de acuerdo con las Normas NEC y FEMA de la Estación de Bomberos del Cantón Provincia de Manabi*, Ecuador, 5(41).
- Flores y Puma, (2021). *Evaluación estructural sísmica del pabellón “A” de la institución educativa parroquial San Martín de Porres, Tacna 2021*, Tacna: Universidad Privada de Tacna.
- Florentín M, y Granada R, (2009). *Patologías constructivas en los edificios prevenciones y soluciones*, Paraguay, Obtenida de
https://www.academia.edu/33541344/Patolog%C3%ADas_constructivas_en_los_edificios_Prevencciones_y_Soluciones
- Jiménez Cáceres, (2018). *Determinación y evaluación de las patologías del concreto en columnas, vigas, sobrecimiento y muros de albañilería confinada del cerco perimétrico de la Institución Educativa María Reina de la Paz, Distrito de Pariñas, Región Piura, agosto*, Universidad Católica los Ángeles, Chimbote, Obtenido de
<http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/2850>

- Laguna Chite, M. N., y Mamani Antipueñas, A. D. (2019). *Evaluación, Diagnóstico y Reparación de los Elementos de Concreto en el Complejo Recreacional Municipal los Humedales de ITE, provincia Jorge Basadre Grohmann, Tacna* - 2019, Tacna: Universidad Privada de Tacna, Manual de Técnicas de Rehabilitación y Reforzamiento en Columnas y Vigas de Hormigón Armado deterioradas (2017).
- Muñoz, (2020). Comentarios a la norma peruana E030 Diseño Sismorresistente, Lima,
- Muñoz y Tapara, (2020). *Evaluación del Comportamiento Sísmico de una Estructura con Irregularidad de Piso Blando, mediante un Análisis Estático No Lineal para una Edificación de 8 Pisos Ubicado en el Distrito de San Borja – Lima*, Lima: Universidad de San Martín de Porres,
- Nicasio Colque y Oquendo Baez, (2017). Elaboración de curvas de Fragilidad y consecuencia de muros de albañilería confinada construidos con Blocker II, Universidad Privada de Tacna, Tacna, Obtenido de <https://repositorio,upt.edu.pe/handle/20,500,12969/337>
- NTP 339,034, (2008). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas.
- NTP 339,181 (2013) Concreto. Método de ensayo para determinar el número de rebote del concreto endurecido (esclerometría)
- Pérez, A, (2019). *Evaluación del desempeño sísmico en edificaciones esenciales mediante la aplicación del análisis inelástico por desplazamientos (Tesis de posgrado, Universidad César Vallejo)*, Repertorio Institucional, Obtenido de <https://repositorio,ucv.edu.pe/handle/20,500,12692/31511>
- Rivva L, (2006). *Durabilidad y patologías del concreto*. Obtenida de <https://dokumen,tips/documents/durabilidad-y-patologia-del-concreto-enrique-rivva-l-2006-al-2020-5-26.html>
- Sencico, (2020). *Norma Técnica E,030 Diseño Sismorresistente*, Lima: Sencico, Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>
- Sencico, (2009). *Norma Técnica E,060 Concreto Armado del Reglamento Nacional de Edificaciones*, Lima: Sencico Tavera Huarache, (2002), *Terremoto de la Región Sur de Perú del 23 de junio de 2001*, Lima: Instituto Geofísico del Perú,

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

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

Tavera Huarache, (1993). *La tierra, Tectónica y Sismicidad*, Lima: Instituto Geofísico del Perú.

Torres (2014). *Conselleria de cultura, educación e ordenación universitaria*, Obtenido de https://www.edu.xunta.gal/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464_947489/contido/52_rigidez.html

Vizconde Campo, (2004). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de un edificio existente Clínica San Miguel*, Piura: Universidad de Piura.

ANEXOS

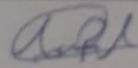
Anexo 1

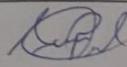
Matriz de consistencia del Plan de Trabajo

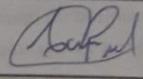
Interrogante del Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Metodología
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Independiente	<ul style="list-style-type: none"> • Elementos estructurales • Estructuración • Propiedades mecánicas de los elementos estructurales. • Sistema estructural 	<p>Tipo de Investigación</p> <p>La investigación será de tipo explicativa</p> <p>Nivel de Investigación</p> <p>El nivel de investigación será de nivel Integrativo</p> <p>Población</p> <p>Instituciones educativas de la ciudad de Tacna</p> <p>Muestra</p>
¿Cuál es la evaluación estructural del pabellón "1" de la Institución Educativa San José Fe y Alegría N°40?	Evaluar estructuralmente el pabellón "1" de la Institución Educativa San José Fe y Alegría N°40.	El pabellón "1" de la Institución Educativa San José Fe y Alegría N°40 tiene un comportamiento inadecuado.	Estructura del pabellón "1" de la Institución Educativa San José Fe y Alegría N°40.		
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas	Dependiente		
¿Cuáles son las propiedades mecánicas de los elementos que componen la estructura del pabellón "1" de la Institución Educativa San José Fe y Alegría N°40?	Determinar las propiedades mecánicas de los elementos que componen la estructura del pabellón "1" de la Institución Educativa San José Fe y Alegría N°40.	Las propiedades mecánicas de los elementos que componen la estructura del pabellón "1" de la Institución Educativa San José Fe y Alegría N°40 influyen negativamente en el comportamiento sísmico de la estructura.	Evaluación estructural del pabellón "1" de la Institución Educativa San José Fe y Alegría N°40.		
¿Cuál es el comportamiento sísmico del pabellón "1" de la Institución Educativa San José Fe y Alegría N°40?	Realizar el análisis sísmico del pabellón "1" de la Institución Educativa San José Fe y Alegría N°40, según la norma de diseño sismorresistente.	Los resultados del análisis sísmico del pabellón "1" de la Institución Educativa San José Fe y Alegría N°40, no siguen los parámetros de la norma E. 030.		<ul style="list-style-type: none"> - Zonificación - Solicitaciones sísmicas. - Esfuerzos de los elementos que componen la estructura - Periodo de vibración - Derivas - Desplazamientos de entrepiso 	<p>El pabellón "1" de la Institución Educativa San José Fe y Alegría N°40</p> <p>Técnica de recopilación de datos</p> <p>La información será procesada y se elaborará planos de planta de la estructura mediante un levantamiento.</p> <p>Ensayos de laboratorio.</p> <p>Ensayos in situ.</p> <p>Modelamiento matemático estructural</p> <p>Análisis sísmico</p> <p>Observación de la estructura.</p>
¿Cuál es la respuesta en condiciones de servicio del pabellón "1" de la Institución Educativa San José Fe y Alegría N°40?	Determinar la respuesta en condiciones de servicio de los elementos estructurales en el Pabellón "1" de la Institución Educativa San José Fe y Alegría N°40	La respuesta de los elementos estructurales del pabellón "1" de la Institución Educativa San José Fe y Alegría N°40 no cumplen las condiciones de servicio de la norma E-060 de concreto armado.			

Anexo 2

Fichas de Inspección visual

FICHA DE INSPECCION VISUAL DE PATOLOGIAS ESTRUCTURALES							
UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA							
TESIS	Evaluación estructural para determinar el comportamiento Sismico						
COLEGIO	San José Fe y Alegria						
UBICACION	Arias Araquez 1310	MATERIAL PREDOMINANTE	EJE X		EJE Y		
EVALUADOR	Sandra K Pérez Ayca		CONCRETO ARMADO	X	CONCRETO ARMADO	X	
FECHA	26-02-22		HORA	09:30	ALBAÑILERIA		ALBAÑILERIA
TIPO DE FALLA ESTRUCTURAL			DATOS TECNICOS				
Falla por Columna Corta			ELEMENTO	DIMENSIONES			
				b(m)	h(m)	L(m)	
			COLUMNA	0,30		0,25	
			VIGA				
			LOSA ALIGERADA				
MURO							
OBSERVACIONES Y/O COMENTARIOS							
Se Observo Fisuras en la unión de los elementos estructurales.							
TESISTA	Sandra K. Pérez Ayca						
	NOMBRE						FIRMA

FICHA DE INSPECCION VISUAL DE PATOLOGIAS ESTRUCTURALES						
UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA						
TESIS	Evaluación estructural para determinar el comportamiento sísmico del Pabellón A					
COLEGIO	San José Fe y Alegría					
UBICACIÓN	Arias Araguez 1310	MATERIAL PREDOMINANTE	EJE X		EJE Y	
EVALUADOR	Sandra K. Pérez Ayca		CONCRETO ARMADO	X	CONCRETO ARMADO	
FECHA	26-02-22		HORA	09:45	ALBAÑILERIA	X
TIPO DE FALLA ESTRUCTURAL			DATOS TECNICOS			
Presencia de humedad			ELEMENTO	DIMENSIONES		
				b(cm)	h(cm)	L(cm)
			COLUMNA			
			VIGA			
			LOSA ALIGERADA			
MURO (Zocalo)		0,30				
OBSERVACIONES Y/O COMENTARIOS						
Se observo: Presencia de la humedad q' generó eflorescencia en zocalo.						
TESISTA	Sandra Pérez Ayca					
	NOMBRE					

FICHA DE INSPECCION VISUAL DE PATOLOGIAS ESTRUCTURALES							
UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA							
TESIS	Evaluación estructural para determinar el comportamiento Sismico Pabellón I						
COLEGIO	San José Fe y Alegría						
UBICACIÓN	Arias Araguez 1310	MATERIAL PREDOMINANTE	EJE X		EJE Y		
EVALUADOR	Sandra K. Pérez Ayca		CONCRETO ARMADO		CONCRETO ARMADO		
FECHA	26-02-22		HORA	09:35	ALBAÑILERIA		ALBAÑILERIA
TIPO DE FALLA ESTRUCTURAL			DATOS TECNICOS				
Desprendimiento de Concreto			ELEMENTO	DIMENSIONES			
				b(cm)	h(cm)	L(cm)	
			COLUMNA	0.30		0.25	
			VIGA	0.30		0.45	
			LOSA ALIGERADA				
MURO							
OBSERVACIONES Y/O COMENTARIOS							
Se observo el desprendimiento de Concreto en Ventanas (bordes) en Vigas y Columnas							
TESISTA	Sandra Katty Pérez Ayca						
	NOMBRE						FIRMA