

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“EVALUACIÓN ESTRUCTURAL PARA DETERMINAR EL
COMPORTAMIENTO SÍSMICO DEL PABELLÓN ‘C’ DE LA
INSTITUCIÓN EDUCATIVA 42218 MARISCAL CÁCERES,
DISTRITO CIUDAD NUEVA, TACNA, 2022”**

PARA OPTAR:

TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

Bach. JAQUELINE MAGALY APAZA VIZCARRA

Bach. DAYMER ROUSSEL HUAYTA HUAMAN

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 ‘C’ DE LA
INSTITUCIÓN EDUCATIVA 42218 MARISCAL CÁCERES,
DISTRITO CIUDAD NUEVA, TACNA, 2022”**

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

PRESIDENTE : Mtra. DINA MARLENE COTRADO FLORES

SECRETARIO : Mag. YVAN MANUEL AROSQUIPA NINA

VOCAL : Mtro. WILBER PERCY MENDOZA RAMIREZ

ASESOR : Mag. ANGELY PAOLA VALLE CASTRO

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Nosotros, Jaqueline Magaly Apaza Vizcarra identificado con documento de identidad 44899758 y Daymer Roussel Huayta Huaman identificado con documento de identidad 74157631, en calidad de: Bachilleres en Ingeniería Civil de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

Declaramos bajo juramento:

Somos autores de la tesis titulada: *“Evaluación Estructural para Determinar el Comportamiento Sísmico del Pabellón ‘C’ de la Institución Educativa 42218 Mariscal Cáceres, Distrito Ciudad Nueva, Tacna, 2022”* la cual presentamos para optar el Título Profesional De Ingeniero Civil.

1. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para lo cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
2. La tesis presentada no atenta contra los derechos de terceros.
3. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por los expuesto, mediante la presente asumimos frente a la universidad cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad presentada. En consecuencia, nos hacemos responsables frente a la universidad y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello a favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de los declarado o las que encontrasen causa en el contenido de tesis, libro y/o invento.

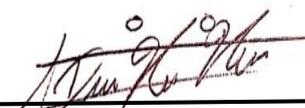
De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumimos las consecuencias y sanciones que de nuestras acciones se deriven, sometiéndonos a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Tacna, 18 de junio del 2022



Bach. Jaqueline Magaly Apaza Vizcarra

DNI: 44899758



Bach. Daymer Roussel Huayta Huaman

DNI: 74157631

DEDICATORIA

A Dios por su guía y fortaleza, cada día.

A mis padres, Heleodoro Apaza y Rosa Vizcarra,

por sus enseñanzas y apoyo incondicional.

A mis maestros por toda su paciencia y enseñanzas.

Bach. Jaqueline Magaly Apaza Vizcarra

A Dios por guiarme día a día.

A mis padres, Roussel Huayta y Nelida Huaman, por todo

el esfuerzo para hacer de mí una persona de bien.

A mi abuela, por darme todo el apoyo y cariño.

A mis amigos, quienes sin esperar nada a cambio

compartieron su conocimiento, alegrías y tristezas.

Bach. Daymer Roussel Huayta Huaman

AGRADECIMIENTO

A Dios por cada aliento de vida y por ser nuestra fortaleza para seguir adelante cada día para lograr nuestras metas y emprender nuevos proyectos.

A nuestras familias por todo el apoyo y comprensión durante el transcurso de toda nuestra vida.

A la UPT, que fue nuestra Alma Mater, por todos los momentos vividos dentro de sus instalaciones, momentos llenos de aprendizaje y experiencias, durante todo el trayecto de nuestra formación profesional, momentos que nunca olvidaremos.

A nuestros docentes por todo su apoyo y por compartir con nosotros parte de sus conocimientos, experiencias y vivencias para desarrollarnos de forma eficiente en nuestra carrera profesional.

A la directora Esther Llanos Sucapucca por permitirnos el ingreso a las instalaciones de la Institución Educativa y por facilitarnos la información necesaria para la culminación de nuestra tesis.

Un agradecimiento especial a nuestra asesora Mag. Angely Valle Castro brindarnos su apoyo constante durante el desarrollo de nuestra tesis.

Bach. Jaqueline Magaly Apaza Vizcarra

Bach. Daymer Roussel Huayta Huaman

ÍNDICE GENERAL

PÁGINA DE JURADO	iii
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE GENERAL	vi
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.1. Descripción del problema	2
1.2. Formulación del problema	3
1.2.1. Problema general	3
1.2.2. Problemas específicos	3
1.3. Justificación de la investigación	3
1.3.1. Desde el punto de vista geográfico	3
1.3.2. Desde el punto de vista social	4
1.3.3. Desde el punto de vista normativo	4
1.4. Objetivos	4
1.4.1. Objetivo general	4
1.4.2. Objetivos específicos	4
1.5. Hipótesis	5
1.5.1. Hipótesis general	5
1.5.2. Hipótesis específicas	5
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	6
2.1. Antecedentes de la investigación	6
2.1.1. A nivel internacional	6

2.1.2.	A nivel nacional.....	7
2.1.3.	A nivel regional	8
2.2.	Bases teóricas	10
2.2.1.	Sismicidad en el Perú.....	10
2.2.2.	Sismicidad en la región de Tacna	11
2.2.3.	Evaluación estructural	12
2.2.4.	Normatividad peruana	13
2.2.5.	Sistemas estructurales	15
2.2.6.	Vulnerabilidad sísmica.....	16
2.2.7.	Ensayo no destructivo	16
2.2.8.	Martillo de rebote o esclerómetro (ASTM C805/NTP 339.181).....	17
2.2.9.	Norma de método de prueba para número de rebotes del concreto armado	19
2.3.	Definición de términos.....	21
2.3.1.	Estructura.....	21
2.3.2.	Rigidez	21
2.3.3.	Peligro sísmico.....	22
2.3.7.	Magnitud sísmica	22
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO		23
3.1.	Tipo y nivel de investigación	23
3.1.1.	Tipo de investigación	23
3.1.2.	Nivel de investigación	23
3.2.	Población y muestra de estudio	23
3.3.	Operacionalización de variables	24
3.4.	Técnicas e instrumentos para la recolección de datos.	25
3.4.1.	Ubicación	25
3.4.2.	Técnicas de recolección de datos	26
3.4.3.	Instrumentos	29
3.4.3.1.	Ensayo de esclerometría.....	31

3.4.3.2.	Selección de puntos de aplicación	31
3.4.3.3.	Ubicación de puntos de aplicación	35
3.5.	Procesamiento y Análisis de Datos	39
CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....		41
4.1.	Características mecánicas de los elementos estructurales	41
4.1.1.	Resultados del ensayo de esclerometría	41
4.1.2.	Resistencia a la compresión del concreto.....	43
4.1.3.	Resistencia a compresión axial de la albañilería	44
4.2.	Comportamiento sísmico del pabellón 'C'	44
4.2.1.	Configuración sismorresistente	44
4.2.2.	Características de elementos estructurales	45
4.2.3.	Propiedades de los elementos estructurales	48
4.2.3.1.	Estimación de cargas.....	49
4.2.4.	Sistema estructural	51
4.2.5.	Análisis modal.....	54
4.2.6.	Pesos sísmicos	57
4.2.7.	Parámetros sísmicos	59
4.2.8.	Irregularidades	61
4.2.8.1.	Irregularidades en altura.....	61
4.2.8.2.	Irregularidades en planta.....	61
4.2.9.	Espectro de aceleración	67
4.2.10.	Cortante basal.....	68
4.2.11.	Control de derivas.....	73
4.2.12.	Desplazamientos	75
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN		78
5.1.	Hipótesis general.....	78
5.1.1.	Respuesta a la hipótesis general	78
5.2.	Hipótesis específica N° 01.....	78
5.2.1.	Respuesta a la hipótesis N° 01	78

5.3.	Hipótesis específica N° 02.....	79
5.3.1.	Respuesta a la hipótesis N° 02	79
5.4.	Hipótesis específica N° 03.....	79
5.4.1.	Respuesta a la hipótesis N° 03	79
	CONCLUSIONES.....	81
	RECOMENDACIONES	83
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	85
	ANEXO	88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables.....	24
Tabla 2. Cuadro de toma de datos	38
Tabla 3. Resultados de ensayo de esclerometría – bloque 1	41
Tabla 4. Resultados de ensayo de esclerometría – bloque 2.....	42
Tabla 5. Resultados de ensayo de esclerometría – bloque 3.....	43
Tabla 6. Resultados de ensayo de esclerometría	43
Tabla 7. Dimensiones de Vigas	45
Tabla 8. Dimensión de columnas.....	46
Tabla 9. Dimensión de muros de concreto armado	47
Tabla 10. Cargas Muertas.....	50
Tabla 11. Sobre Cargas del colegio.....	50
Tabla 12. Sistema Estructural en dirección X – bloque 1	51
Tabla 13. Sistema Estructural en dirección Y – bloque 1	51
Tabla 14. Sistema Estructural en dirección X – boque 2	52
Tabla 15. Sistema Estructural en dirección Y – bloque 2	52
Tabla 16. Sistema Estructural en dirección X – bloque 3	53
Tabla 17. Sistema Estructural en dirección Y – bloque 3	53
Tabla 18. Modos de vibración - bloque 1.....	54
Tabla 19. Modos de vibración – bloque 2.....	55
Tabla 20. Modos de vibración – bloque 3.....	56
Tabla 21. Masa del bloque 1 desarrollado por ETABS V20.0.0.....	57
Tabla 22. Masa del bloque 2 desarrollado por ETABS V20.0.0.....	58
Tabla 23. Masa del bloque 3 desarrollado por ETABS V20.0.0.....	58
Tabla 24. Parámetros Sísmicos – bloque 1.....	59

Tabla 25. Parámetros Sísmicos – bloque 2.....	60
Tabla 26. Parámetros Sísmicos – bloque 3.....	60
Tabla 27. Irregularidad de piso blando en ambas direcciones – bloque 1	61
Tabla 28. Irregularidad de piso blando en ambas direcciones – bloque 2	61
Tabla 29. Irregularidad de piso blando en ambas direcciones – bloque 3	62
Tabla 30. Irregularidad de piso débil en ambas direcciones – bloque 1.....	62
Tabla 31. Irregularidad de piso débil en ambas direcciones – bloque 2.....	63
Tabla 32. Irregularidad de piso débil en ambas direcciones – bloque 3.....	63
Tabla 33. Irregularidad torsional para el eje X – bloque 1	65
Tabla 34. Irregularidad torsional para el eje X - bloque 2	65
Tabla 35. Irregularidad torsional para el eje X - bloque 3	65
Tabla 36. Resultados de los factores de irregularidad	66
Tabla 37. Valores de Espectro de Diseño bloque 1, bloque 2 y bloque 3	67
Tabla 38. Fuerza Cortante Dinámica - bloque 1.....	70
Tabla 39. Análisis de Fuerza Cortante Dinámica - bloque 1	70
Tabla 40. Fuerza Cortante Dinámica - bloque 2.....	71
Tabla 41. Análisis de Fuerza Cortante Dinámica - bloque 2.....	71
Tabla 42. Fuerza Cortante Dinámica - bloque 3.....	72
Tabla 43. Análisis de Fuerza Cortante Dinámica - bloque 3.....	73
Tabla 44. Distorsiones de entre piso en Sismos X-X - bloque 1	74
Tabla 45. Distorsiones de entre piso en Sismos Y-Y - bloque 1	74
Tabla 46. Distorsiones de entre piso en Sismos X-X - bloque 2.....	74
Tabla 47. Distorsiones de entre piso en Sismos Y-Y - bloque 2.....	74
Tabla 48. Distorsiones de entre piso en Sismos X-X - bloque 3.....	75
Tabla 49. Distorsiones de entre piso en Sismos Y-Y - Bloque 3	75

Tabla 50. Máximo desplazamiento de entre piso en Sismos X-X - bloque 1	76
Tabla 51. Máximo desplazamiento de entre piso en Sismos Y-Y - bloque 1	76
Tabla 52. Máximo desplazamiento de entre piso en Sismos X-X - bloque 2	76
Tabla 53. Máximo desplazamiento de entre piso en Sismos Y-Y - bloque 2	76
Tabla 54. Máximo desplazamiento de entre piso en Sismos X-X - bloque 3	77
Tabla 55. Máximo desplazamiento de entre piso en Sismos Y-Y - bloque 3	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema donde muestra las placas de Nazca y Sudamericana	10
Figura 2. Mapa de distribución de intensidades Macro sísmicas en la ciudad de Tacna debidas al terremoto del 23 de junio del 2001.	12
Figura 3. Estructura del martillo Schmidt.....	18
Figura 4. Esquema del sistema de funcionamiento del esclerómetro.	20
Figura 5. Procedimiento de ensayo de esclerometría.....	21
Figura 6. Ubicación de zona de estudio.	25
Figura 7. Vista exterior de pabellón	26
Figura 8. Medición de las características de las columnas existentes	27
Figura 9. Zonificación sísmica.....	28
Figura 10. Plano de planta del primer nivel	29
Figura 11. Plano de planta del segundo nivel	30
Figura 12. Plano de elevación frontal	30
Figura 13. Plano de elevación posterior	30
Figura 14. Puntos de ensayo de esclerometría bloque 1 – primer nivel.....	32
Figura 15. Puntos de ensayo de esclerometría bloque 1 – segundo nivel.....	32
Figura 16. Puntos de ensayo de esclerometría bloque 2 – primer nivel.....	33
Figura 17. Puntos de ensayo de esclerometría bloque 2 – segundo nivel.....	33
Figura 18. Puntos de ensayo de esclerometría bloque 3 – primer nivel.....	34
Figura 19. Puntos de ensayo de esclerometría bloque 3 – segundo nivel.....	34
Figura 20. Picado de puntos de aplicación.....	35
Figura 21. Distribución de puntos en zona de ensayo	36
Figura 22. Esclerómetro.....	37
Figura 23. Toma de datos en pórtico.....	37

Figura 24. Anotación de resultados	38
Figura 25. Vista isométrica del bloque 1	39
Figura 26. Vista isométrica del bloque 2.....	40
Figura 27. Vista isométrica del bloque 3.....	40
Figura 28. Dimensión geométrica de las vigas.....	45
Figura 29. Dimensión geométrica de las columnas	46
Figura 30. Dimensión geométrica de muros de concreto armado	47
Figura 31. Detalle del aligerado	48
Figura 32. Modo de Vibración 1 – bloque 1	54
Figura 33. Modo de Vibración 3 – bloque 1	55
Figura 34. Modo de Vibración 1 – bloque 2.....	55
Figura 35. Modo de Vibración 3 – bloque 2.....	56
Figura 36. Modo de Vibración 1 – bloque 3.....	56
Figura 37. Modo de Vibración 3 – bloque 3.....	57
Figura 38. Espectro de aceleración en el eje “X”–bloque 1,bloque 2 y bloque 3 ..	68
Figura 39. Espectro de aceleración en el eje “Y”–bloque 1,bloque 2 y bloque 3 ..	68

RESUMEN

El presente tema de tesis busca como principal objetivo determinar el comportamiento sísmico mediante la evaluación estructural en el pabellón 'C' de la Institución Educativa 42218 Mariscal Cáceres, Distrito Ciudad Nueva, Tacna. Debido a que el peligro sísmico que presenta el distrito de Ciudad Nueva es relativamente alto, esto se debe a su ubicación en una zona de alta sismicidad, así como al tipo de suelo de cimentación, el cual está constituido por suelos arenosos limosos de origen volcánico de baja capacidad portante, a su vez la edificación cuenta con más de 30 años de antigüedad. Es por ello que se determinó realizar el análisis sísmico de este pabellón. Se realizó la evaluación de las características mecánicas de la estructura del pabellón 'C' mediante el ensayo de esclerometría teniendo como resultado en el bloque 1 un $F'c=229,00 \text{ kg/cm}^2$, en el bloque 2 un $F'c=214,00 \text{ kg/cm}^2$ y en el bloque 3 un $F'c=256,00 \text{ kg/cm}^2$ como valores promedio de resistencia a la compresión del concreto, con estos datos obtenidos y la verificación con la norma sismorresistente E030 y el software ETABS V.20.0.0 nos permitió verificar el comportamiento sísmico de cada uno de los bloques, dando un comportamiento muy eficiente, las derivas máximas obtenidas fueron menores a 0,007 en los diferentes bloques cumpliendo con lo establecido por la norma de Diseño Sismorresistente E030.

Palabras clave: Evaluación estructural, comportamiento sísmico, propiedades mecánicas, condiciones de servicio.

ABSTRACT

The main objective of this thesis topic is to determine the seismic behavior through structural evaluation in pavilion 'C' of Educational Institution 42218 Mariscal Caceres, Ciudad Nueva District, Tacna. Well, the seismic danger presented by the Ciudad Nueva district is relatively high, this is due to its location in an area of high seismicity, as well as the type of foundation soil, which is made up of low-capacity silty sandy soils of volcanic origin. At the same time, the building is more than 30 years old. That is why it was determined to carry out the seismic analysis of this pavilion. The evaluation of the mechanical characteristics of the structure of pavilion "C" was carried out by means of the sclerometry test, having as a result: block 1 a $F'c=229,00 \text{ kg/cm}^2$, block 2 a $F'c=214,00 \text{ kg/cm}^2$ and block 3 a $F'c=256,00 \text{ kg/cm}^2$, average values of compressive strength of the concrete, with these data obtained and the verification with the earthquake resistant standard E030 and the ETABS V.20.0.0 software allowed us to verify the seismic behavior of each one of the blocks, giving a very efficient behavior, the maximum drifts obtained were less than 0.007 in the different blocks, complying with the provisions of the E030 Earthquake Resistant Design standard.

Key words: Structural evaluation, seismic behavior, mechanical properties, service conditions.

INTRODUCCIÓN

Tacna se encuentra ubicada dentro del foco sísmico superficial, que se encuentra distribuido entre la línea de la fosa peruana, es por ello que en la ciudad de Tacna ocurren eventos sísmicos frecuentemente siendo estas de magnitudes moderadas a leves, pero también se registraron terremotos que en más de una ocasión generaron destrucciones y pérdidas humanas. Uno de los sismos de gran magnitud que generó mayor cantidad de daños estructurales sucedió en el año el 2001, donde se evidenció la vulnerabilidad sísmica que existe en los distritos de Ciudad Nueva y Alto de la Alianza ya que estos distritos se encuentran ubicados sobre un terreno desfavorable; observándose que el comportamiento sísmico de las estructuras del distrito de Ciudad Nueva fueron las más deficientes, por ello es necesario realizar análisis estructurales periódicamente comprobando que las estructuras cumplan con las normativas actuales de diseño sismo resistentes, sobre todo por la gran preocupación que genera el silencio sísmico que hay actualmente en el departamento de Tacna.

El Reglamento Nacional de Edificaciones plantea ciertos parámetros para la realización de una evaluación analítica en estructuras, mediante el uso de las normas vigentes de diseño sismorresistente E.030 y de concreto armado la E.060, en el presente trabajo se busca determinar el estado y el comportamiento sísmico del pabellón 'C' de la Institución Educativa 42218 Mariscal Cáceres, Distrito Ciudad Nueva, Tacna, cabe señalar que esta edificación se encuentra categorizada como una edificación esencial, por esta razón es de gran importancia conocer su comportamiento sísmico actual.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

La sismicidad en Perú es causada por, el proceso de subducción de las placas de Nazca y Sudamericana y a la dinámica de cada una de las unidades tectónicas presentes en el interior del continente (Colorado & Ojeda, 2021).

Los sismos se pueden clasificar de acuerdo a su profundidad focal en, superficiales cuando la altura respecto al suelo es menor que 60 km ($h < 60\text{km}$), intermedios cuando la altura es mayor o igual a 61 pero menores o iguales a 350 ($61 \leq h \leq 350$) y profundos, cuando la altura es mayor a los 351 km ($h > 351\text{km}$). En el caso de sismos de foco superficial estos se encuentran distribuidos a lo largo de la costa desde el departamento de Tumbes hasta Tacna (Tavera & Buforn, 2014).

El 23 de junio del año 2001, en el sur de Perú se registró un terremoto de magnitud 8,2 Mw, el cual produjo pérdidas de vidas humanas y económicas, cabe resaltar que estas pérdidas se dieron principalmente en los departamentos de Arequipa, Moquegua y Tacna, donde se registraron intensidades de hasta VII -VIII en la escala de Mercalli Modificada (World Conference on Earthquake Engineering, 2020).

Actualmente el departamento de Tacna presenta un silencio sísmico desde el terremoto del año 1868 por lo que las estructuras deben cumplir con las normativas actuales de diseño sismo resistentes.

Por ello, es necesario efectuar la evaluación del comportamiento estructural del pabellón 'C' de la Institución Educativa 42218 Mariscal Cáceres, Ubicado en el distrito Ciudad Nueva de la ciudad de Tacna.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

A partir de una evaluación estructural ¿Cuál es el comportamiento sísmico del pabellón “C” de la Institución Educativa 42218 Mariscal Cáceres, Distrito Ciudad Nueva, Tacna 2022?

1.2.2. Problemas específicos

- a. ¿Cuáles son las propiedades mecánicas de los elementos estructurales del pabellón ‘C’ de la Institución Educativa 42218 Mariscal Cáceres?
- b. ¿Cuál es el comportamiento Sísmico del pabellón ‘C’ de la Institución Educativa 42218 Mariscal Cáceres?
- c. ¿Cuál es el comportamiento en condiciones de servicio del pabellón ‘C’ de la Institución Educativa 42218 Mariscal Cáceres?

1.3. Justificación de la investigación

1.3.1. Desde el punto de vista geográfico

La ciudad de Tacna se encuentra ubicada en una zona con cierta peligrosidad sísmica, la Institución Educativa 42218 Mariscal Cáceres está ubicada en el distrito de Ciudad Nueva debido a su tipo de suelo arenoso limosos de origen volcánico de baja capacidad portante y la topografía de la zona definida por una pendiente en las faldas del cerro Intiorko, en donde se tiene alta peligrosidad sísmica, por ello se tiene la necesidad de efectuar una evaluación estructural para poder determinar el comportamiento que presenta dicha estructura ante un evento sísmico severo.

1.3.2. Desde el punto de vista social

La Institución Educativa 42218 Mariscal Cáceres es una edificación de tipo esencial por lo que, ante la ocurrencia de un evento sísmico severo, esta debe quedar operativa y servir como un refugio para las personas damnificadas por lo cual es importante determinar su comportamiento estructural actual e identificar acciones que se deben tomar por las entidades pertinentes.

1.3.3. Desde el punto de vista normativo

La estructura debe cumplir con las normas actuales de diseño tales como la norma técnica E.030 de diseño sismorresistente, la norma E.060 de diseño en Concreto Armado y la norma E.070 Diseño en Albañilería.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Determinar el comportamiento sísmico mediante la evaluación estructural del pabellón 'C' de la Institución Educativa 42218 Mariscal Cáceres Distrito Ciudad Nueva, Tacna 2022.

1.4.2. Objetivos específicos

- a. Determinar las propiedades mecánicas más adecuadas de los elementos estructurales en el Pabellón 'C' de la Institución Educativa 42218 Mariscal Cáceres.

- b. Determinar el comportamiento sísmico del Pabellón 'C' de la Institución Educativa 42218 Mariscal Cáceres, según la norma de diseño sismorresistente (E.030).
- c. Determinar el comportamiento en condiciones de servicio del pabellón 'C' de la Institución Educativa 42218 Mariscal Cáceres.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

El Pabellón 'C' de la Institución Educativa 42218 Mariscal Cáceres, presenta un inadecuado comportamiento sísmico al ser evaluado con el reglamento nacional de edificaciones.

1.5.2. Hipótesis específicas

- a. Las propiedades mecánicas de los elementos estructurales del Pabellón 'C' de la Institución Educativa 42218 Mariscal Cáceres, son inadecuadas según el reglamento nacional de edificaciones.
- b. El comportamiento sísmico del Pabellón 'C' de la Institución Educativa 42218 Mariscal Cáceres, no cumple los requisitos de la norma de diseño sismorresistente.
- c. El comportamiento estructural del pabellón 'C' de la Institución Educativa 42218 Mariscal Cáceres, no cumple con las condiciones de servicio.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. A nivel internacional

Según Ledesma y Martínez (2018) desarrollaron la tesis titulada “Evaluación por desempeño del diseño estructural de viviendas en estado de vulnerabilidad alta en la ciudad de Bogotá – caso de estudio de localidades de: Bosa, Ciudad Bolívar, San Cristóbal y Usme”. Esta tesis tuvo por finalidad evaluar el desempeño sismorresistente del diseño estructural de las viviendas ubicadas en las localidades ya mencionadas, determinando que el análisis estático no lineal es más exacto respecto a los resultados. Asimismo, en estas distintas zonas se han ubicado viviendas con situación de riesgo, por lo que se llegó a la conclusión que es de vital importancia realizar un reforzamiento en sus elementos estructurales.

Según Arteaga (2016) en su tesis titulada “Estudio de Vulnerabilidad Sísmica, Rehabilitación y evaluación del índice de daño de una edificación perteneciente al patrimonio central edificado en la ciudad de Cuenca-Ecuador” tesis que tuvo por finalidad emprender acciones para mitigar el peligro sísmico al que está expuesto, el diseño estructural, ya que se encuentra en una zona urbana, con alta amenaza sísmica, en el presente estudio se encontró que se debe realizar un mantenimiento ya que se encontraron múltiples fallas, también se recomendó hacer un análisis y evaluación estructural.

Según, Morales (2020) desarrolló la investigación titulada “Metodología de Inspección para Clasificar y Estandarizar Daño Sísmico en edificios habitacionales de hormigón armado con sistema de Muros”, tesis que tuvo la finalidad de estudiar y

analizar los procedimientos a realizar en una inspección sobre el estado de las estructuras de edificios habitacionales, para la investigación realizada se consideró el análisis de 2 edificios, en donde se encontró que tienen una resistencia por debajo de la permisible, además de presentar diferentes patologías estructurales, se consideró que estas edificaciones presentaban un estado no habitable, Por ello se recomendó analizar periódicamente las estructuras de las edificaciones, sobre todo en aquellas que se encuentran en zonas de mayor riesgo sísmico.

2.1.2. A nivel nacional

Según, Camarena y Fernández (2021) desarrollaron la investigación titulada “Evaluación y Diseño Estructural del Pabellón “C” del colegio N°125 Ricardo Palma, San Juan de Lurigancho-Lima 2021” tesis que tuvo como objetivo determinar el estado en el cual se encontraba la infraestructura, luego en base a los datos obtenidos desarrollar un diseño estructural para el Pabellón “C” del colegio. La evaluación realizada se determinó mediante inspección visual, ensayos y verificaciones sísmicas, de los cuales los resultados que se obtuvieron en el ensayo a compresión fueron de 77,9 kg/cm² en las columnas y en las vigas de 57,4 kg/cm², del mismo modo que al verificar los desplazamientos, estos resultaron ser mayores a lo permisible, es por ello que se llegó a la conclusión que la infraestructura no se encuentra en buen estado, por lo cual se propuso elaborar un nuevo diseño para el pabellón que se estudió.

Según, Albino y Aldave (2021) desarrollaron la tesis titulada “Evaluación Sismorresistente y propuesta de diseño del Colegio Micaela Bastidas, Chimbote-Áncash-2021”, que tuvo por finalidad evaluar un pabellón del colegio ya mencionado, puesto que se observó que presentaba múltiples fallas tales como rajaduras y grietas, tanto en vigas como en columnas, es por ello que luego que se realizó el análisis

estructural, con la aplicación del ensayo de esclerómetro se obtuvieron resultados no favorables, obteniendo la mayoría de columnas del pabellón estudiado una resistencia menor a 210 kg/cm², con ello se concluyó que la edificación se encuentra en riesgo de colapso, por ello se desarrolló una propuesta de diseño.

Según, Quispe (2019) en su tesis titulada “Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica y propuesta de reforzamiento de la I.E. 1225 Mariano Melgar, del distrito de Santa Anita, 2019”, determinó el nivel de vulnerabilidad de las estructuras de la institución educativa Mariano Melgar. Para ello realizó el levantamiento de la edificación mediante la elaboración de planos, en forma complementaria se realizaron también ensayos de laboratorio tales como: Estudio de mecánica de suelos, ensayo de diamantina y esclerómetro. Por último, mediante un modelado y análisis del diseño con el software Etabs se llegó a la conclusión que los pabellones de la I.E. presentan un nivel de vulnerabilidad considerable, por ello se desarrolló como propuesta el colocado de placas de concreto y columnas para rigidizar la edificación y así salvaguardar la vida de los estudiantes.

2.1.3. A nivel regional

Según, López y Silva (2021) desarrollaron la Tesis titulada “Evaluación Estructural Sísmica del Pabellón “A” de la Institución Educativa 42218 Mariscal Cáceres, Tacna 2021”, de la Universidad Privada de Tacna, La investigación cuyo objetivo fue evaluar el comportamiento estructural sísmico del pabellón “A” ya que existía una gran incertidumbre y preocupación sobre la seguridad que ofrece esta estructura. En el ensayo realizado esclerometría obtuvieron una resistencia a la compresión de 293,00 kg/cm², considerando que en esta tesis realizada se hizo uso de un coeficiente de confianza de 1,35, acorde a la norma europea, obteniéndose

finalmente una resistencia de $f'c=217,00$ kg/cm², con lo cual llegaron a la conclusión que las estructuras del pabellón "A", tienen un comportamiento sísmico adecuado.

Según Ojeda y Colorado (2021) en la tesis titulada "Evaluación Estructural del Pabellón "A" de la Institución Educativa 42036 Juan María Rejas. Tacna 2021", que tuvo la finalidad de evaluar estructuralmente el pabellón "A" de la institución educativa ya mencionada, investigación donde se determinaron las características mecánicas de la estructura, por medio del ensayo no destructivo de esclerómetro, con el cual obtuvieron valores mayores a los exigidos por la norma de concreto armado E.060. Posteriormente al realizar el análisis sísmico mediante el programa ETABS, se obtuvo en los resultados, que en dirección X la estructura presenta un comportamiento sísmico deficiente y en dirección Y presenta un comportamiento sísmico muy eficiente. Es por ello que dentro de las recomendaciones que se plantearon en la presente tesis es que se considere realizar un reforzamiento estructural inmediato a los bloques del pabellón A.

Según, Yanqui y Paniagua (2020) quienes desarrollaron la tesis titulada "Evaluación estructural Sísmico del Pabellón "C" del C.E.I. 225 Niños Héroes, Tacna 2020" , Tesis que tuvo la finalidad de determinar el estado en el cual se encontraba la estructura, ya que existía gran preocupación por cómo van a responder estas estructuras ante un evento sísmico, dicho análisis fue desarrollado mediante el método de esclerometría, obteniendo como resultados que las estructuras tienen un esfuerzo de compresión promedio de $f'c=175$ kg/cm² y una baja inercia de los elementos estructurales, es por ello que se determinó que la estructura presenta un deficiente comportamiento sísmico. Finalmente se recomendó a las entidades correspondientes realizar la elaboración de un expediente técnico para la realización de una nueva estructura.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Sismicidad en el Perú

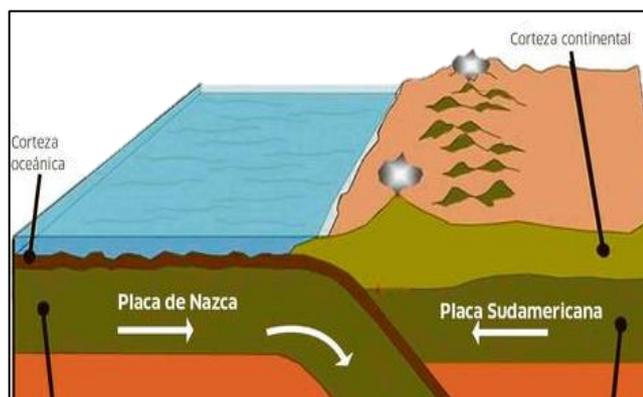
Según Aguilar y Aguilar (2017) Uno de los lugares en el mundo, más activos sísmicamente es el ubicado en el extremo occidental de América del Sur. El Perú forma parte de esta región y su actividad sísmica más importante está asociada al proceso de subducción de la placa Nazca (oceánica) y la Sudamericana (continental), generando terremotos de magnitud elevada con relativa frecuencia.

Debe comprenderse que, debido a la diversidad de materiales que conforman las superficies de ambas placas, lo cual ocasiona que, en la ruptura, la distribución espacial de las áreas involucradas no sea aleatoria como para producir el avance lineal de las dos placas.

Es por ello que los sismos ocurren de manera indistinta sobre la superficie de fricción, ya que al no saber en qué parte de toda la superficie se producirá el siguiente sismo, esto aumenta su peligrosidad. En la figura 1, se muestra el esquema de interacción entre la Placa de Nazca y la placa Sudamericana.

Figura 1

Esquema donde muestra las placas de Nazca y Sudamericana



Nota. Adaptado de República (2019)

2.2.2. Sismicidad en la región de Tacna

Según Aguilar y Aguilar (2017), la ciudad de Tacna se encuentra al sur de Perú y está ubicada dentro del foco sísmico superficial que se encuentran distribuidos en la línea de la fosa peruana. En la ciudad de Tacna ocurrieron terremotos que en más de una ocasión generaron destrucciones, uno de los sismos de mayor magnitud, es el que ocurrió en el año 1868 el cual una Magnitud de $M_w=9,0$ e intensidad de X, MMI (Intensidad de Mercalli Modificada).

Se sabe también que el último sismo de gran magnitud, que presentó grandes pérdidas económicas y estructurales en la ciudad de Tacna, fue el que ocurrió el 23 de junio del 2001, el cual presentó un $M_w=8,4$; cabe resaltar que la mayor cantidad de daños estructurales se presentaron en los distritos de Ciudad Nueva y Alto de la Alianza.

Según Huisa (2017) los distritos de Ciudad Nueva y Alto de la Alianza se encuentran ubicados sobre depósitos conformados por arena suelta y ceniza volcánica.

Según Chura (2019), el peligro sísmico que presenta el distrito de Ciudad Nueva es relativamente alto, esto se debe a su ubicación en una zona de alta sismicidad, así como al tipo de suelo de cimentación que está constituido por suelos arenosos limosos de origen volcánico de baja capacidad portante, que se encuentra entre los rangos de 0,25 a 1,00 kg/cm². En la figura 2, podemos observar el mapa de distribución de intensidades macro sísmicas que se tuvieron en la ciudad de Tacna, cuando ocurrió el terremoto del 23 de junio del 2001.

a) Inspección visual

La primera evaluación no destructiva que nos permite evidenciar el nivel de deterioro que presenta una estructura lo cual es resultado de una acción específica o de la combinación de varias acciones. El trabajo de campo se debe realizar con el fin de verificar la concordancia de los planos del proyecto de la estructura existente.

b) Modelos analíticos

Se emplean modelos analíticos para obtener resultados numéricos los cuales nos permiten recabar conclusiones confiables, lo cual reduce el tiempo de solución del problema (Colorado & Ojeda, 2021).

c) Mediciones experimentales

Son pruebas que pueden ser realizadas in situ o en el laboratorio, de muestras que fueron obtenidas en el campo, estas pruebas pueden ser realizadas en simultaneo con los modelos analíticos, para obtener datos de análisis.

2.2.4. Normatividad peruana

a) Norma de cargas

La edificación debe resistir las cargas que se les imponga como consecuencia del uso previsto, estas cargas no deben causar esfuerzos ni deformaciones que superen los señalados para cada material estructural en su norma de diseño específica (Ministerio de vivienda, 2006).

b) Norma de diseño sismorresistente E.030

En esta norma se determinan los criterios mínimos para que las edificaciones sean diseñadas según sus exigencias tengan un comportamiento sísmico (Ministerio de Vivienda, Diseño Sismorresistente E.030, 2018). Algunos de los criterios son:

- Prevenir la pérdida de vidas humanas.
- Garantizar la continuidad de los servicios básicos.
- Reducir el nivel de daños a la propiedad.

Se sabe que para la mayoría de edificaciones tanto técnica o económicamente, no es posible asegurar una protección frente a los sismos, pero para reducir los daños, debemos tener en cuenta que:

- La estructura no debe colapsar ni causar daños a los habitantes.
- La estructura deberá tolerar movimientos del suelo, pudiendo percibir daños reparables.
- En caso de edificaciones esenciales, deben ser diseñadas para mantenerse en condiciones operativas incluso después del sismo.

c) Concreto armado E.060

La norma E.060 indica parámetros mínimos para el análisis de:

- El diseño y la construcción
- El control de calidad
- La supervisión de estructuras de concreto armado, presforzado y simple.

Lo establecido en la esta norma tiene prioridad cuando está en discrepancia con otras normas a las que ella hace referencia (Ministerio de Vivienda, Concreto Armado, 2020).

2.2.5. Sistemas estructurales

a) Estructuras de concreto armado

- **Pórticos**

Es un sistema estructural conformado por una viga y una columna, resistiendo por lo menos el 80% de la fuerza cortante en la base actúa sobre las columnas de los pórticos.

- **Muros estructurales**

Las paredes de una edificación, poseen función estructural, ya que soportan otros elementos estructurales de la edificación y estas soportan por lo menos el 70% de la fuerza cortante en la base.

- **Dual**

Cuando las acciones sísmicas son resistidas por una combinación de pórticos y muros estructurales. La fuerza cortante que toman los muros es mayor que 20% y menor que 70% del cortante en la base del edificio.

- **Estructuras de ductilidad limitada**

Edificaciones que se caracterizan por tener un sistema estructural donde la resistencia sísmica y de cargas de gravedad están dada por muros de concreto

armado de espesores reducidos, en lo que se prescinde de extremos confinados y el refuerzo vertical dispone en una sola capa.

b) Estructuras de albañilería

Edificaciones cuyos componentes sismorresistentes son los muros a base de unidades de albañilería de arcilla o concreto (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

2.2.6. Vulnerabilidad sísmica

Es la tendencia de las estructuras a mostrar cierto nivel de deterioro frente a la ocurrencia de un evento sísmico que depende de las propiedades físico-mecánicas de los materiales que componen esta estructura, del mismo como de las características estructurales de diseño (Mamani y Philco, 2021).

2.2.7. Ensayo no destructivo

Son ensayos que se realizan in situ y permiten evaluar la calidad de una estructura de concreto endurecido a nivel de su resistencia a la compresión. Se denominan así porque estos ensayos no ocasionan daño estructural a la muestra o masa (Borja, 2018).

Actualmente se conocen diversas técnicas, una de ellas es el ensayo del martillo de rebote o esclerómetro.

2.2.8. Martillo de rebote o esclerómetro (ASTM C805/NTP 339.181)

Este tipo de ensayo no destructivo fue desarrollado por el suizo Ernest Schmidt en 1984 y en la actualidad está tipificado por la norma internacional ASTM C805. Este método señala que el principio de rebote de una masa está sujeto a la dureza de la superficie sobre la que impacta la masa.

El esclerómetro debe utilizarse sobre una superficie lisa, ya que, de no ser una superficie totalmente plana, esto puede influir en la veracidad de los datos obtenidos, pues el esclerómetro es un aparato muy sensible a las variaciones del concreto. Por ello es preciso tomar de 10 a 12 lecturas, distribuidas uniformemente en el área de prueba y se debe considerar al promedio de todos los valores obtenidos, como el dato representativo del concreto.

Al realizar el ensayo se activa una guía sobre un visor escalado mediante el cual se obtendrán los valores adimensionales, que serán mayores o iguales que 10 pero menores o iguales que 100. Esto nos brindarán los valores de la dispersión de la calidad del concreto en diferentes partes de una construcción.

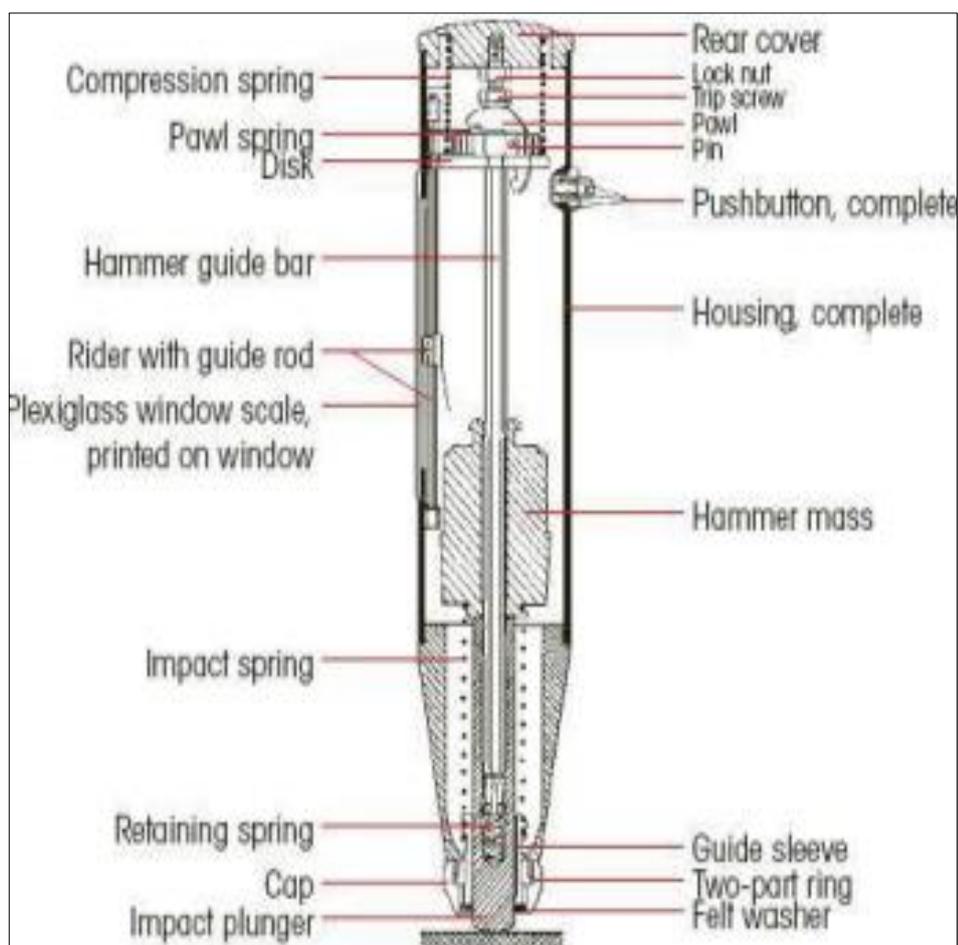
En la actualidad se tienen tres (3) tipos de esclerómetro, los cuales son, el martillo de Schmidt, analógico y digital, el martillo tipo NR. OS-120 y L/LR, todos estos esclerómetros funcionan en base al mismo principio (Vélez, 2019).

- **El martillo de Schmidt:** Este tipo de esclerómetro, se usa con mayor frecuencia por ser sencillo de manipular y de bajo costo, se encarga de medir la dureza superficial en función al rechazo de un martillo. En la figura 3, podemos observar la estructura que presenta el martillo Schmidt.
- **El martillo tipo NR:** En este ensayo los valores de rebote se quedan grabados en un rollo de papel encerado, considerando que cada rollo permite guardar hasta 4000 resultados de los impactos realizados.

- **El martillo tipo OS-120:** Este es el único martillo de rebote con sistema pendular, por ello no tiene que ser cargado en la superficie de ensayo.
- **El martillo tipo L/LR:** Este tipo de martillo es ideal para ensayos en tabiques delgados, ya que se tiene una energía de impacto baja.

Figura 3

Estructura del Martillo Schmidt



Nota. Adaptado de trabajo de investigación “Determinación de la resistencia a la compresión del concreto mediante el método de esclerometría (Vélez, 2019).

2.2.9. Norma de método de prueba para número de rebotes del concreto armado

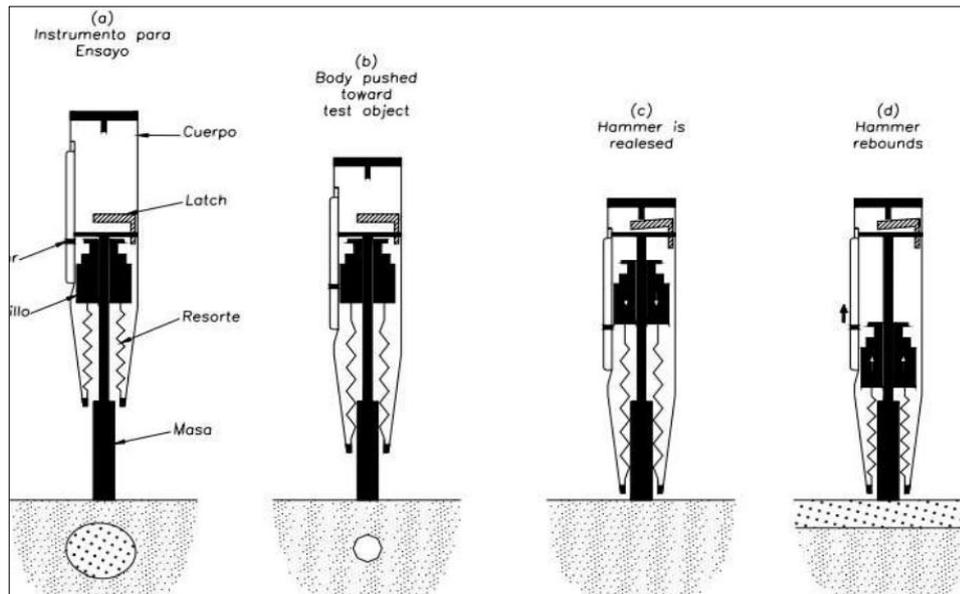
Los principales puntos de esta norma, la cual se publicó bajo la designación de ASTM C805/C805M, son:

- El método de esclerometría consiste en medir la distancia de rebote cuando el embolo de acero impacta con la superficie de concreto, ya que el martillo de acero impacta con predeterminada energía.
- Este método se aplica para evaluar la uniformidad del concreto, para encontrar regiones de la estructura donde haya mala calidad, también nos sirve para estimar la resistencia del concreto.
- La relación entre el número de rebotes y la resistencia del concreto son otorgadas por el fabricante del instrumento, pero solo sirve para proporcionar resistencias relativas promedio, en diferentes áreas de la estructura evaluada.
- El número de rebotes a realizar puede ser afectado por factores como el contenido de humedad de la superficie de prueba.
- Se pueden realizar varias pruebas en distintas partes de la zona a evaluar con un mismo martillo y así determinar la magnitud de los diferentes resultados que se espera.
- Para realizar el ensayo, la zona de prueba debe tener como mínimo 150mm de diámetro, debe estar totalmente lisa y ser resanada con una piedra áspera, para que el ensayo tenga mayor eficacia. Tal como se observa en la figura 4.
- La lectura se obtiene midiendo la distancia de rebote del martillo, la que nos permite dar una indicación de la resistencia del concreto en el área

analizada (Guatemala, 2018). De acuerdo al esquema de funcionamiento del esclerómetro, como podemos observar en la figura 5.

Figura 4

Esquema del sistema de funcionamiento del esclerómetro.



Nota. Es la figura 01 adaptada del trabajo de investigación (Borja Suárez, 2018)

Figura 5*Procedimiento de ensayo de esclerometría*

Nota: Fuente END - Esclerometría

2.3. Definición de términos**2.3.1. Estructura**

Es todo tipo de construcción formada por uno o varios elementos enlazados entre sí, que fueron diseñados para soportar fuerzas las cuales son distribuidas entre sus elementos (Ojeda & Colorado, 2021).

2.3.2. Rigidez

Propiedad de los elementos de las estructuras que soporta los esfuerzos sin perder su forma, manteniendo sus uniones (Tarres, 2014).

2.3.3. Peligro sísmico

Entendida como la probabilidad de que se produzcan movimientos sísmicos en determinada región (Chura, 2019).

2.3.4. Magnitud sísmica

Se refiere a la medición cuantitativa de energía que es liberada por un sismo, para medir la magnitud sísmica, se usan instrumentos adecuados como los sismógrafos y acelerógrafos (Bolaños & Monroy, 2004).

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y nivel de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

El presente trabajo de investigación es de tipo descriptivo, ya que busca especificar las propiedades, las características que presenta una estructura al ser sometida a un análisis estructural. Y de tipo explicativo porque busca determinar cómo se relacionan dos o más variables (Hernández, Fernandez, & Baptista, 2011).

3.1.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación es integrativo, ya que busca analizar los resultados obtenidos de la investigación y compararlos con los parámetros establecidos en el Reglamento Nacional de Edificaciones.

3.2. Población y muestra de estudio

La presente investigación analizó el estado actual en el que se encuentra el pabellón 'C' de la institución educativa 42218 Mariscal Cáceres, con la normativa vigente del Reglamento Nacional de Edificaciones. Considerando que la estructura a analizar cuenta con más de 30 años de antigüedad.

La población son los pabellones de la I.E. 42218 Mariscal Cáceres, la muestra de estudios es el pabellón 'C' de la Institución Educativa 42218 Mariscal Cáceres, el cual fue seleccionado por ser el pabellón más largo con el que cuenta la I.E. a su vez

se consideró que está conformado por 3 bloques distintos, uno de los cuales cuenta con una escalera.

3.3. Operacionalización de variables

Se realiza el análisis de las variables que componen la investigación, se definen las variables y se muestra sus dimensiones e indicadores, como se puede apreciar en la tabla 1.

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variable	Indicador	Definición	Unidad de medición
<i>Independiente</i> Evaluación Estructural	Ubicación geográfica	Indica la ubicación de la edificación.	Adimensional
	Antigüedad de la estructura	Indica la antigüedad de la estructura	Años
	Propiedades mecánicas del concreto	Indica los parámetros que definen al material según su naturaleza.	Esfuerzo de compresión(f_c) Elasticidad (kg/m ²) Peso volumétrico (kg/m ³)
<i>Dependiente</i> Comportamiento sísmico.	Sistema Estructural	Indica el comportamiento sísmico con cada dirección	Pórticos Dual Muros Estructurales
	Periodo fundamental de vibración	Indica el tiempo que tarda una estructura en completar una oscilación.	Segundos (S)
	Cortante Basal	Indica la acumulación progresiva de las fuerzas cortantes	Toneladas fuerza (Tnf)
	Desplazamientos de entrepiso y derivas	Indica el mayor desplazamiento de entrepiso en función al tipo de sistema estructural y aceleración espectral	Milímetros (mm)

3.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

3.4.1. Ubicación

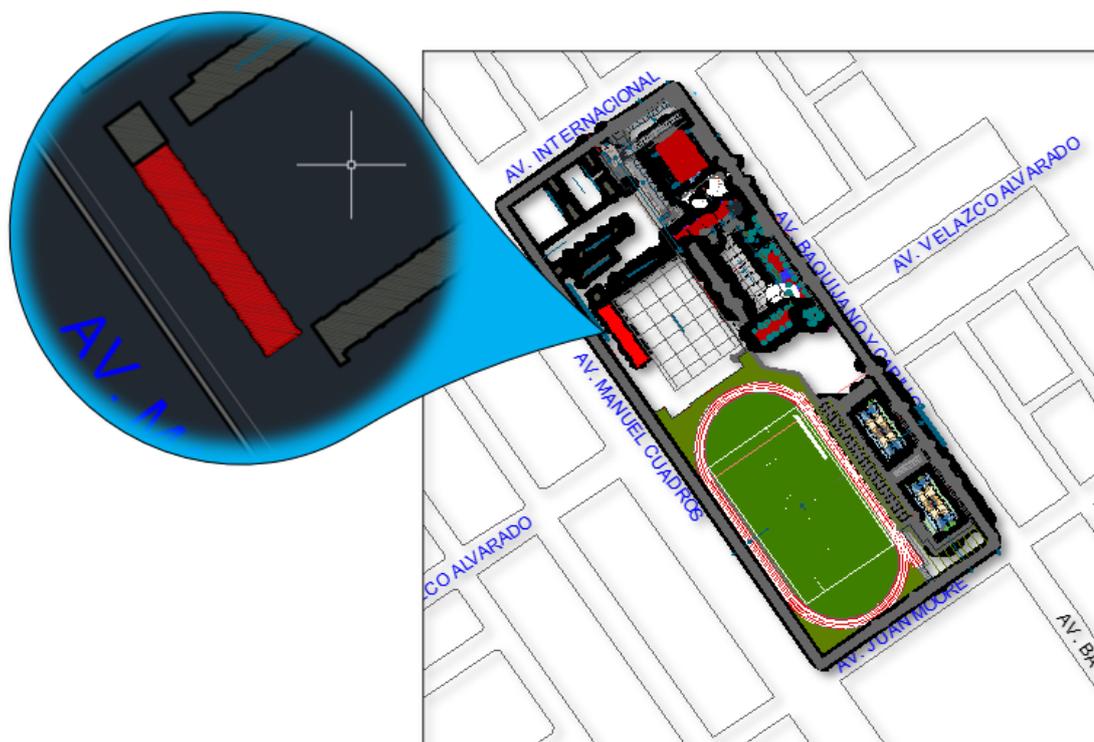
La Institución Educativa 42218 Mariscal Cáceres se encuentra ubicada en la Avenida Internacional 1249, Provincia y Departamento de Tacna.

Región	: Tacna
Provincia	: Tacna
Distrito	: Ciudad Nueva
Dirección	: Avenida Internacional 1249

Asimismo, la zona de estudio, es el pabellón C que se encuentra ubicada dentro de la institución educativa, tal como se visualiza en la figura 6.

Figura 6

Ubicación de zona de estudio.



Nota. Se muestra el área donde se encuentra ubicado el pabellón de estudio

3.4.2. Técnicas de recolección de datos

Se procedió a recolectar datos de la I.E. mediante las siguientes técnicas.

a) Observación

Se realizó observación del pabellón “C” de la Institución Educativa 42218 Mariscal Cáceres, con la finalidad de conocer las características del pabellón “C”, como principal característica se encontró que es el pabellón más extenso de las I.E., se observó también que este pabellón está dividido en tres (3) bloques de dos (2) niveles cada uno, cuyo uso fue exclusivamente para el nivel secundario, presenta una configuración regular tanto en planta como en elevación, en la figura 7 se muestra la vista exterior del pabellón C.

Figura 7

Vista exterior de pabellón



Nota. Se aprecia la parte frontal del pabellón “C” de la I.E. Mariscal Cáceres, La cual está compuesta por 3 bloques, uno de los cuales está constituida por ambientes destinados a aulas y una escalera.

b) Levantamiento perimétrico

Se realizó el acotamiento con flexómetro de metal para conocer las dimensiones de la estructura del pabellón "C" de la Institución Educativa 42218 Mariscal Cáceres como se muestra en la figura 8, puesto que, debido a la antigüedad de la estructura, la I.E. no cuenta con los planos propios de la construcción, por ello fue necesario determinar medidas tanto internas como externas para realizar la elaboración de planos.

Figura 8

Medición de las características de las columnas existentes



Nota. Se realizó la medición, de muros y columnas exteriores e interiores con un el flexómetro de metal, para poder definir medidas y realizar la elaboración de los planos respectivos.

c) Propiedades del suelo y sismicidad

De acuerdo al estudio de suelos realizado por la empresa “Técnicos e ingenieros E.I.R.L.” para el proyecto “Mejoramiento y aplicación de los servicios educativos del nivel secundario de institución educativa 42218 Mariscal Cáceres, distrito de Ciudad Nueva– Tacna”. Se obtuvo que el tipo de suelo, donde se encuentra ubicada la Institución Educativa Mariscal Cáceres es un suelo blando S3.

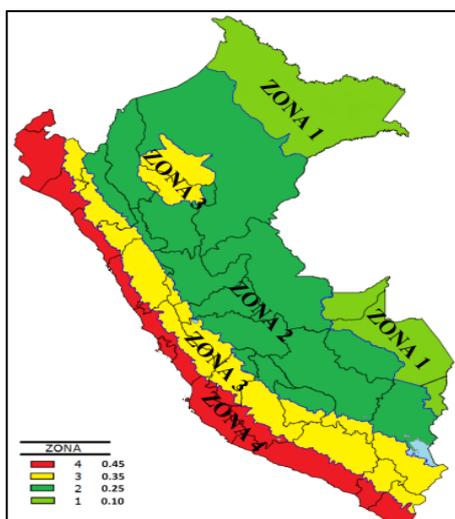
Según el Reglamento Nacional de Edificaciones se tiene:

Clasificación tipo de suelo de cimentación:	TIPO S3
Periodo predominante de vibración del suelo:	$T_s = 0,90$
Factor de suelo:	$S = 1,1$
Factor de Zona:	$Z = 0,45$

En la figura 9, se puede observar la zonificación sísmica que se tiene en el Perú, de acuerdo a ello podemos obtener el Factor de zona, lo cual será de utilidad para el análisis sísmico de la estructura.

Figura 9

Zonificación sísmica



Nota. Adaptado de la Norma E.030
Diseño Sismorresistente (2018)

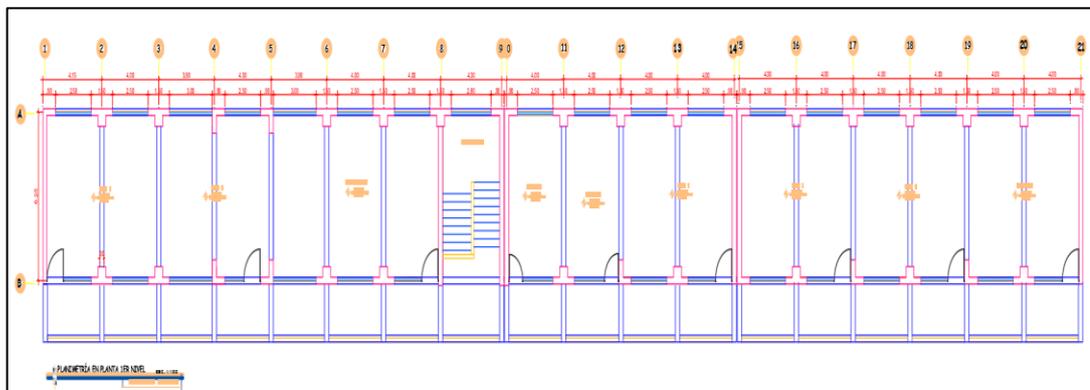
3.4.3. Instrumentos

a) Elaboración de planos

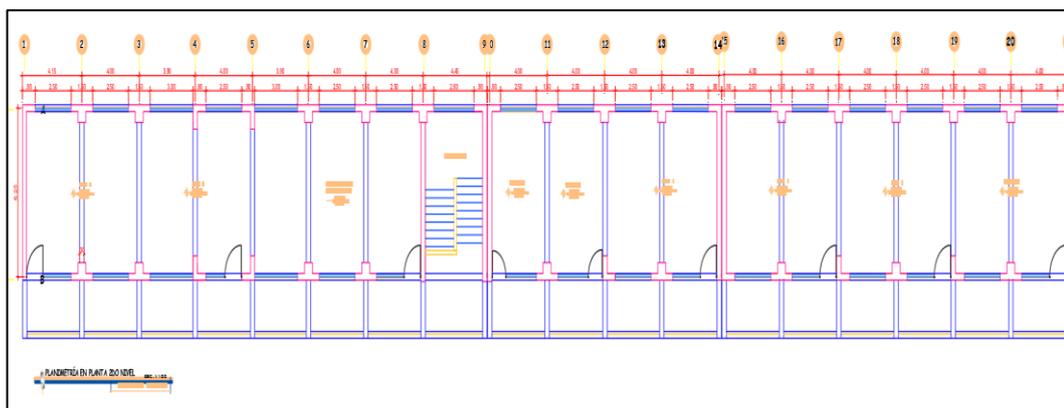
Con la recopilación de datos en el levantamiento perimétrico y con apoyo del software AutoCAD 2020 se realizó los planos de planimetría y elevación. El pabellón 'C' cuenta con tres (3) bloques, cada bloque de dos (2) niveles y la separación entre estos es de 5 cm. En la figura 10 podemos apreciar el plano de planta del primer nivel del pabellón C, En la figura 11, apreciamos el plano de planta del segundo nivel, del mismo modo en las figura12 se observa el plano de elevación frontal y en la figura 13 el plano de elevación posterior, del pabellón C.

Figura 10

Plano de planta del primer nivel



Nota. Se muestra el plano de planta y la distribución del primer nivel de los ambientes del Pabellón C, que cuenta con 4 aulas, 1 biblioteca, 1 laboratorio de cómputo y 2 cuartos de servicio. El pabellón está dividido en tres bloques por una junta sísmica de 5cm. Del mismo modo la edificación presenta muros de concreto armado en los ejes 1; 8; 9; 10; 14; 15 y 21.

Figura 11.*Plano de planta del segundo nivel.*

Nota. Se muestra la distribución de los ambientes del segundo nivel del Pabellón C, que cuenta con 4 aulas, 2 laboratorios de cómputo, 3 salas de profesores. El pabellón está dividido en tres bloques por una junta sísmica de 5cm. Del mismo modo la edificación presenta muros de concreto armado en los ejes 1; 8; 9; 10; 14; 15 y 21.

Figura 12*Plano de elevación frontal*

Nota. Se muestra el plano de elevación frontal del Pabellón C, de la I.E. Mariscal Cáceres, donde podemos contemplar que dicho pabellón es simétrico.

Figura 13*Plano elevación posterior*

Nota. Se muestra el plano de elevación posterior del Pabellón C, de la I.E. Mariscal Cáceres.

3.4.3.1. Ensayo de esclerometría

Se realizó el ensayo de esclerometría para obtener la dureza de la estructura de concreto del pabellón 'C' de la Institución Educativa 42218 Mariscal Cáceres.

Para determinar el análisis de forma efectiva esta evaluación se trabajó analizando de forma independiente cada bloque, el procedimiento desarrollado se determinó de la forma en la que se detalla a continuación.

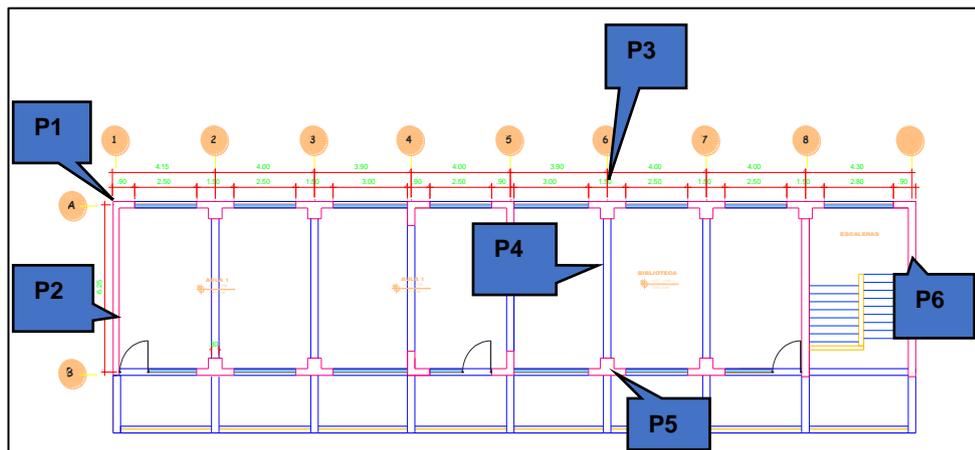
3.4.3.2. Selección de puntos de aplicación

Se realizó el análisis de los planos para determinar la ubicación de los puntos a evaluar en cada bloque de acuerdo a las características de la estructura, tal como se detalla a continuación, en la figura 14 y en la figura 15, observamos los puntos seleccionados en el primer y segundo piso del bloque 1 respectivamente, del mismo modo en la figura 16 y en la figura 17, observamos los puntos seleccionados en el primer y segundo piso del bloque 2 respectivamente y finalmente en la figura 18 y en

la figura 19, observamos los puntos seleccionados en el primer y segundo piso del bloque 3 respectivamente.

Figura 14

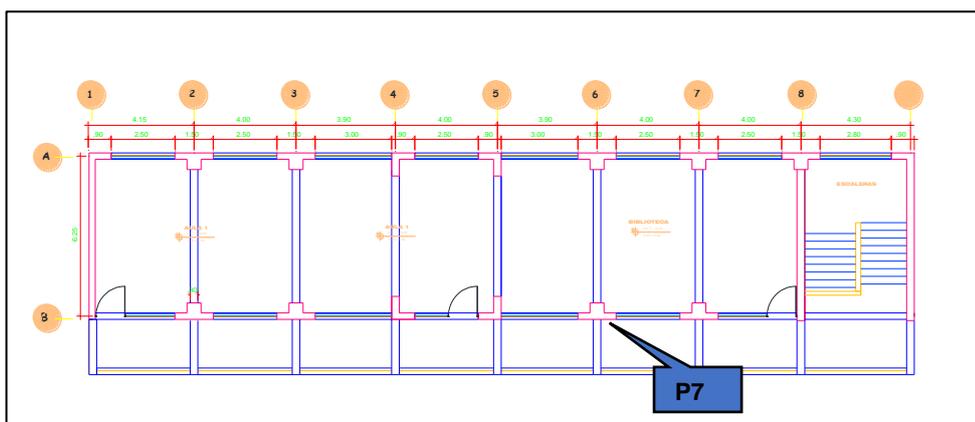
Puntos de ensayo de esclerometría bloque 1 – primer nivel



Nota. En el primer bloque se seleccionó 7 zonas de análisis para determinar las propiedades de los elementos estructurales en el primer nivel se eligieron: placa del eje 1 (P1 y P2), pórtico del eje 6 (P3, P4 y P5), placa del eje 9 (P6)

Figura 15

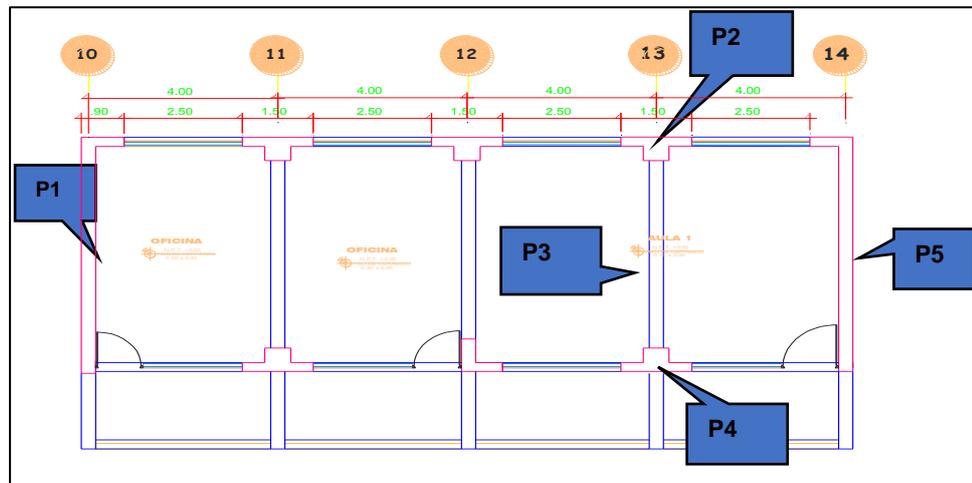
Puntos de ensayo de esclerometría bloque 1 – segundo nivel



Nota. En el primer bloque se seleccionó 7 zonas de análisis para determinar las propiedades de los elementos estructurales: En el segundo nivel columna del eje 6 (P7).

Figura 16

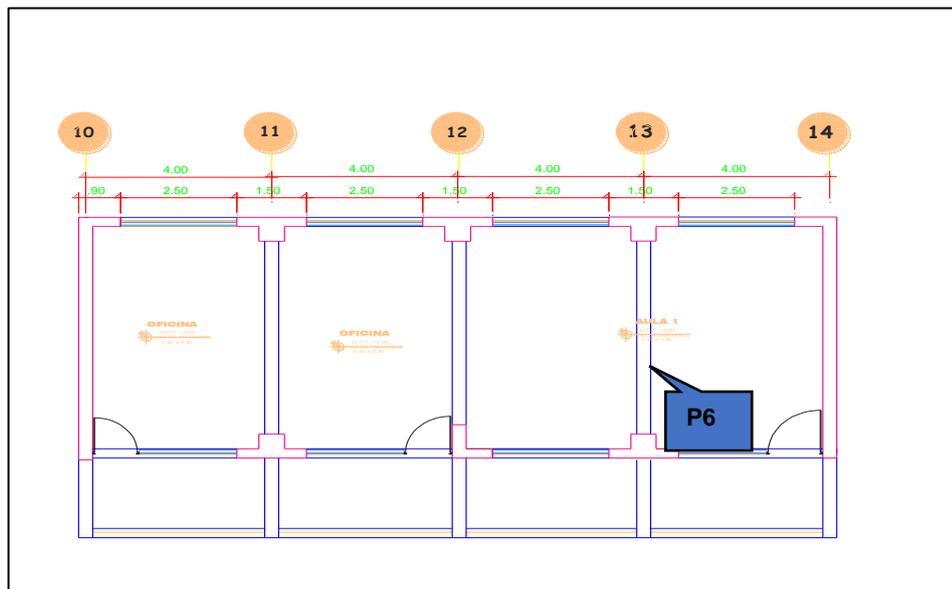
Puntos de ensayo de esclerometría bloque 2 – primer nivel



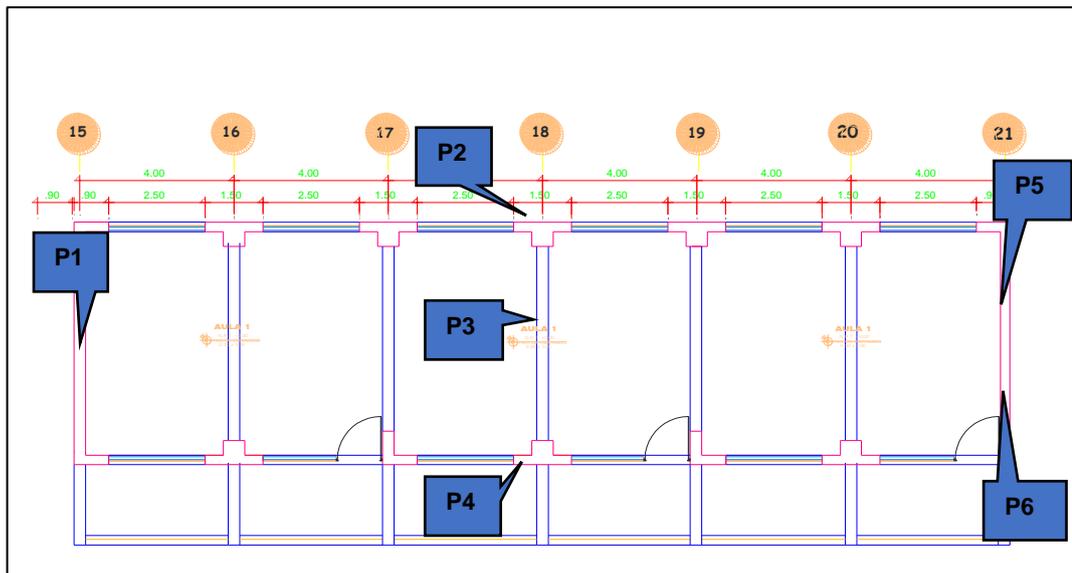
Nota. Se ha seleccionado para realizar el ensayo de esclerometría, para el bloque 02 se consideró la placa en el eje 10 (P1), pórtico en el eje 13 (P2, P3 y P4), placa en eje 14 (P5)

Figura 17

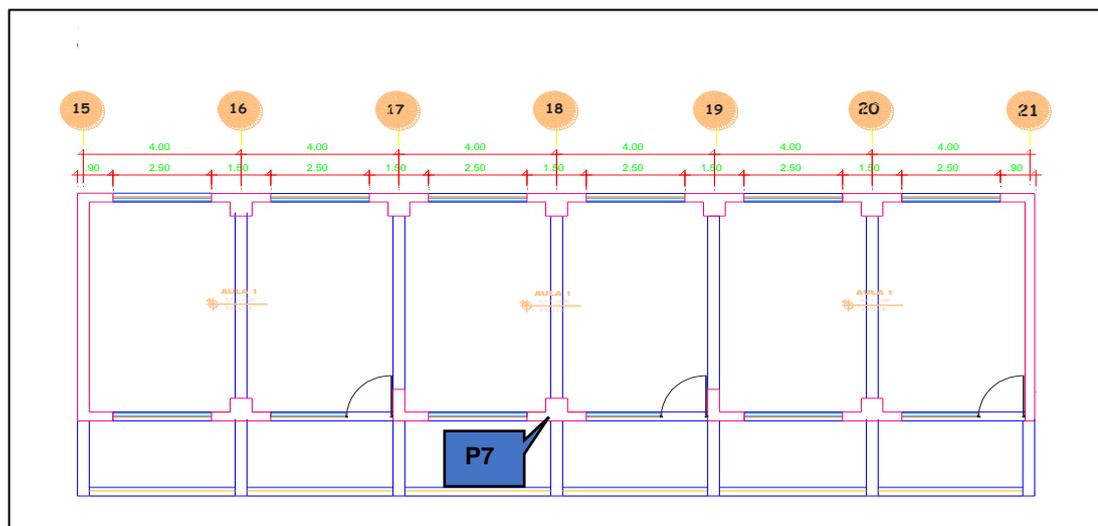
Puntos de ensayo de esclerometría bloque 2 – segundo nivel



Nota. Para realizar el ensayo de esclerometría en el boque 2, en el segundo nivel se optó por el eje 13 (P6).

Figura 18*Puntos de ensayo de esclerometría bloque 3 – primer nivel*

Nota. Se ha seleccionado 7 puntos para realizar el ensayo de esclerometría, para el bloque 03 se consideró la placa del eje 15 (P1), el pórtico en el eje 18 (P2, P3 y P4)

Figura 19*Puntos de ensayo de esclerometría bloque 3 – segundo nivel*

Nota. En el segundo nivel eje 18 (P7) y la placa del eje 21 (P5 y P6).

3.4.3.3. Ubicación de puntos de aplicación

Se ubicaron los puntos en la estructura de la Institución Educativa, considerando realizar la marcación correspondiente en cada uno de los bloques del pabellón.

Se realizaron las marcaciones correspondientes en los puntos a evaluar, en forma de cuadrado de dimensiones de 20x20, para seguidamente proceder a retirar el tarrajeo de cada zona de análisis, tal como se muestra en la figura 20.

Figura 20

Picado de puntos de aplicación



Nota. Para la aplicación del ensayo, es necesario quitar el tarrajeo y dejar totalmente lisa los puntos de aplicación.

Una vez retirado el tarrajeo y con la zona lisa se procedió a demarcar con pequeños cuadriláteros, distribuidos en toda la zona, tal como se muestra en la figura 21, ya que esta distribución nos servirá de guía para la realización de 12 rebotes en cada punto a evaluar.

Figura 21

Distribución de puntos en zona de ensayo



Nota. Se realiza la distribución uniformemente en la zona de trabajo, la aplicación del ensayo.

Seguidamente se procedió a pulir la zona de análisis en la zona de prueba para que no afecte al índice de rebote.

Con el apoyo y supervisión del personal profesional encargado se procedió a realizar el ensayo, tomando como primer paso verificando que el esclerómetro a utilizar se encuentre en óptimas condiciones, como se muestra en la figura 22. Seguidamente se procedió a la toma de datos en cada uno de los bloques del pabellón 'C' considerando 12 rebotes en cada punto, tal como se muestra en la figura

23, finalmente se realizó la anotación los resultados obtenidos, como se muestra en la figura 24, estos resultados fueron anotados en una ficha según el modelo que se muestra en la tabla 2, para luego ser analizados de manera pertinentes y así obtener los resultados más representativos.

Figura 22

Esclerómetro



Nota. Equipo usado para la determinación de dureza del concreto

Figura 23

Toma de datos en pórtico.



Nota. Toma de datos del punto 3 (P3) de la columna exterior al pórtico del eje 6.

Figura 24*Anotación de resultados*

Nota. Es importante tomar todos los datos pertinentes para así obtener un promedio representativo.

Tabla 2*Cuadro de toma de datos*

N°	Elemento Estructural	Lectura Tomada										Prom.	S	Prom - S
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
P1														
P2														
P3														
P4														
P5														
P6														
P7														
P8														
P9														
P10														
Valor promedio:														
F' c por Abaco ($\frac{kgf}{cm^2}$)														

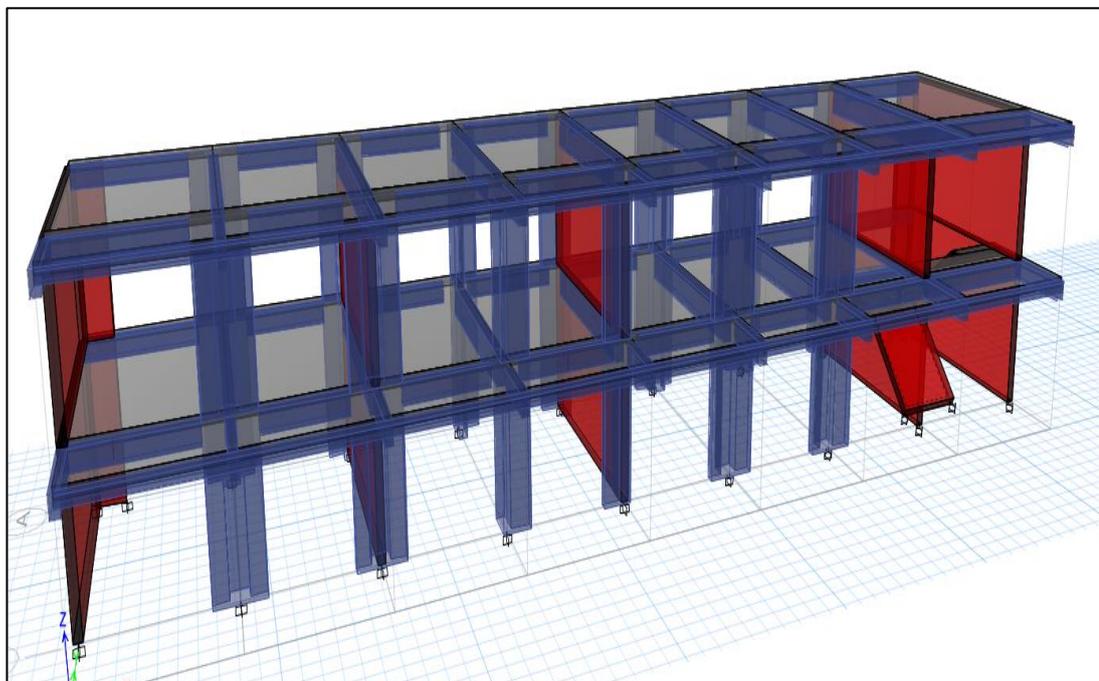
Nota. Modelo de cuadro de toma de datos, utilizado durante la ejecución del ensayo de esclerometría.

3.5. Procesamiento y Análisis de Datos

Una vez realizado el levantamiento de la estructura existente y tomado los resultados del ensayo no destructivo de esclerometría, se efectuó el procesamiento de la información mediante un modelo estructural. Para ellos se utilizó un software de análisis de diseño estructural ETABS 2020, de donde luego del modelado realizado con los datos de la estructura, pudimos obtener la vista isométrica de cada bloque del pabellón se, según se detalla a continuación, en la figura 25, podemos observar el modelado del bloque 1, en la figura 26 tenemos el modelado del bloque 2, en la figura 27 se tiene el modelado del bloque 3, estos modelados nos sirvieron para efectuar el análisis de la estructura.

Figura 25

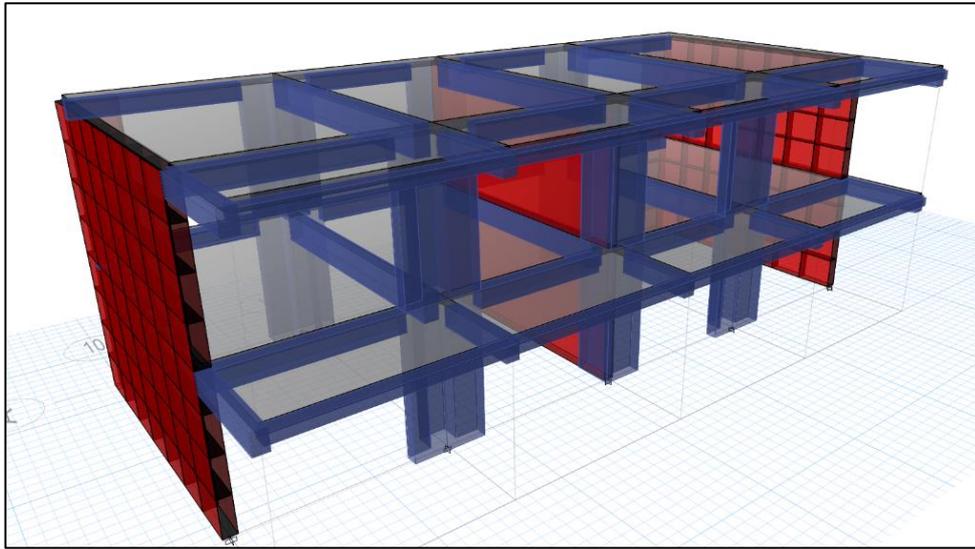
Vista isométrica del bloque 1



Nota. Modelo realizado en el Etabs 2020.

Figura 26

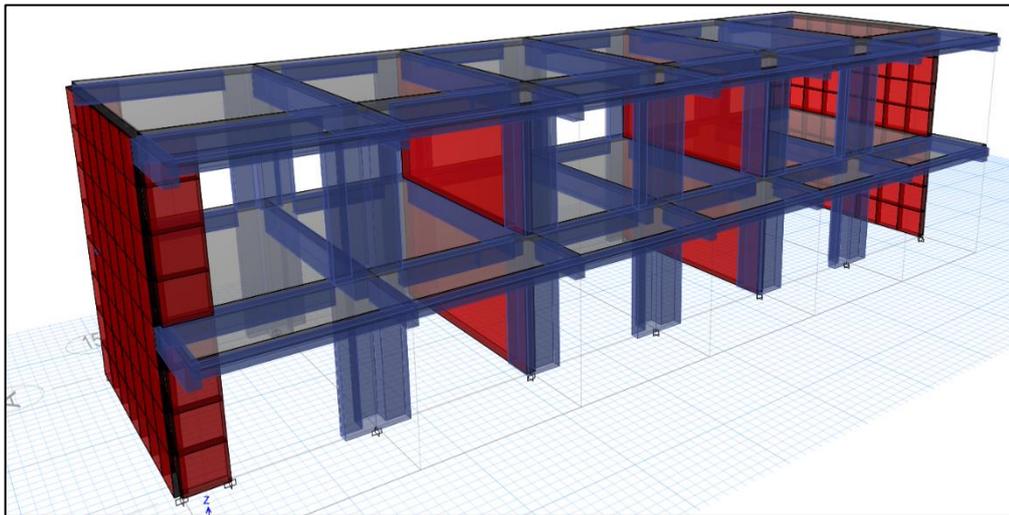
Vista isométrica del bloque 2



Nota. Modelo realizado en el Etabs 2020.

Figura 27

Vista isométrica del bloque 3



Nota. Modelo realizado en el Etabs 2020.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. Características mecánicas de los elementos estructurales

4.1.1. Resultados del ensayo de esclerometría

A partir del ensayo de esclerometría se obtuvo la dureza del concreto de los tres (3) bloques que conforman el pabellón 'C' y mediante el uso de un ábaco se obtuvo la resistencia a la compresión correspondiente.

A partir de las muestras efectuadas por el ensayo de esclerometría en los elementos estructurales seleccionados (tabla 3) se obtuvo que la resistencia a la compresión promedio del concreto fue de 310,00 kgf/cm², considerando que el ensayo de esclerometría solo nos da un valor referencial de F'c es que se optó por aplicar un coeficiente de confianza de acuerdo a la Norma Española UNE - EN 1998-3, de CF = 1,35. El nuevo resultado de resistencia a la compresión del concreto fue F'c=229,00 kg/cm².

Tabla 3

Resultados de ensayo de esclerometría – bloque 1

Nº	Elemento Estructural	Lectura Tomada										Prom.	S	Prom - S
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
P1	PL – eje 1	44	43	44	46	45	44	42	42	44	45	43,9	1,0	42,9
P2	PL – eje 1	43	45	44	43	43	42	44	44	45	43	43,9	1,0	42,6
P3	C-1 – eje 6	32	32	32	34	33	33	33	38	34	32	33,3	0,8	32,5
P4	V-1 – eje 6	34	33	32	30	34	34	32	33	30	30	36,7	3,5	33,2
P5	C-1 – eje 6	42	41	40	40	42	43	43	40	41	40	32,2	1,6	30,6
P6	C-1 – eje 6 N2	41	41	40	40	42	43	43	40	41	40	41,2	1,2	40,0
P7	PL – eje 9	41	41	40	40	42	40	39	40	42	41	40,6	0,8	39,8
Valor promedio:												37,36		
F'c por Abaco ($\frac{kgf}{cm^2}$)												310,00		

Nota. Se efectuaron 12 lecturas, pero se retiraron las dos lecturas que tenían mayor dispersión respecto a las otras.

Así también para el bloque 2 se efectuaron los ensayos de esclerometría en 6 elementos estructurales, como se muestra en la tabla 4, dando como resultado un $F'c= 290,00 \text{ kg/cm}^2$ y aplicando un coeficiente de confianza de $CF = 1,35$ se obtuvo la resistencia a la compresión del concreto final de $F'c=214,00 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla 4

Resultados de ensayo de esclerometría – bloque 2

Nº	Elemento Estructural	Lectura Tomada										Prom.	S	Prom - S	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
P1	PL – eje 10	42	40	42	40	41	40	40	41	40	42	40,8	1,0	39,8	
P2	PL – eje 14	41	40	40	41	42	40	43	40	42	40	40,9	0,8	40,1	
P3	C-1 – eje 13	44	44	44	42	44	44	46	42	45	46	44,1	0,8	43,3	
P4	V-1 – eje 13	34	30	35	34	32	32	29	35	28	30	31,9	1,8	30,1	
P5	C-1 – eje 13	33	34	32	35	30	34	32	33	30	33	32,6	1,8	30,8	
P6	C-1 – eje 13 N2	33	32	34	34	32	30	32	34	33	34	32,8	1,5	31,3	
Valor promedio:													35,89		
$F'c$ por Abaco ($\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$)													290,00		

Nota. Se procesaron 10 lecturas por cada elemento estructural

En el bloque 3 se efectuaron los ensayos de esclerometría en 7 elementos estructurales, como se muestra en la tabla 5, dando como resultado un $F'c= 345,00 \text{ kg/cm}^2$ y aplicando un coeficiente de confianza de $CF = 1,35$ se obtuvo la resistencia a la compresión del concreto final de $256,00 \text{ kg/cm}^2$.

Cabe señalar que de acuerdo a la norma E.060 en el capítulo 21; Disposiciones Especiales para Diseño Sísmico, la resistencia a la compresión del concreto para elementos que soporten carga sísmica como mínimo debe tomar un valor de $F'c=210,00 \text{ kg/cm}^2$. Por tanto, el valor determinado del esclerómetro cumple con el requisito exigido en la norma E.060.

Tabla 5*Resultados de ensayo de esclerometría – bloque 3*

N°	Elemento Estructural	Lectura Tomada										Prom.	S	Prom - S
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
P1	PL – eje 21	48	44	44	44	42	46	44	45	42	46	44,5	2,1	42,4
P2	PL – eje 21	44	44	43	44	45	46	44	43	42	44	43,9	1,0	42,9
P3	C-1 – eje 18	42	44	42	40	44	42	42	44	45	45	43,0	1,5	41,5
P4	V-1 – eje 18	30	33	33	33	32	30	33	30	30	36	32,0	1,5	30,5
P5	C-1 – eje 18	40	38	36	40	40	40	38		40	38	38,9	1,7	37,2
P6	C-1 – eje 18 N2	44	40	40	44	39	44	44	45	44	42	42,6	2,4	40,2
P7	PL – eje 15	43	43	44	42	43	46	44	43	42	43	43,3	1,4	41,9
Valor promedio:												39,5		
F'c por Abaco ($\frac{kgf}{cm^2}$)														345,00

Nota. Se procesaron 10 lecturas por cada elemento estructural

4.1.2. Resistencia a la compresión del concreto

El cálculo de la resistencia a la compresión del concreto se obtuvo por el ensayo de esclerometría. A continuación, en la tabla 6, se presentan los valores promedio por cada bloque.

Tabla 6*Resultados de ensayo de esclerometría*

Bloque	resistencia a la compresión promedio (kg/cm2)
I	229,00
II	214,00
III	256,00

4.1.3. Resistencia a compresión axial de la albañilería

La unidad de albañilería es king kong industrial, la resistencia de esta es $F'm=65,00 \text{ kg/cm}^2$.

4.2. Comportamiento sísmico del pabellón 'C'

Para la determinación del comportamiento sísmico se utilizaron las normas E.060 Concreto Armado, E.030 Diseño Sismo Resistente, E.070 Albañilería y E.020 Cargas.

4.2.1. Configuración sismorresistente

a) Bloque 1

La relación de aspecto del bloque 1 determinado mediante la división del largo entre el ancho $32,5/6,25 = 5,2$ siendo este valor mayor a 3 manteniendo una configuración sísmica adecuada.

b) Bloque 2

La relación de aspecto del bloque 2 determinado mediante la división del largo entre el ancho, es decir $16/6,25 = 2,56$ siendo este valor menor a 3.

c) Bloque 3

La relación de aspecto del bloque 3 determinado mediante la división del largo entre el ancho, es decir $24/6,25= 3,84m$ siendo este valor mayor a 3 manteniendo una configuración sísmica adecuada.

4.2.2. Características de elementos estructurales

a) Vigas

Dimensiones de los tres (3) tipos de vigas que conforman los tres (3) bloques del pabellón 'C', en la tabla 7 se muestra las dimensiones en metros que tiene cada tipo de viga y en la figura 28 podemos observar los detalles y las dimensiones geométricas de las vigas encontradas en la estructura analizada.

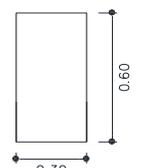
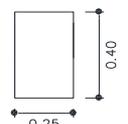
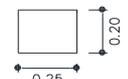
Tabla 7

Dimensiones de vigas

Sección	a (m)	b (m)
V-1	0,60	0,30
V-2	0,40	0,30
V-CH	0,20	0,25

Figura 28

Dimensión geométrica de las vigas.

	V-1	V-2	V-CH
AxB	0.60 x 0.30	0.40 x 0.30	0.20 x 0.25
ESTRIBO	RECTANGULAR	RECTANGULAR	RECTANGULAR
DETALLE			

b) Columnas

Dimensiones de los dos (2) tipos de columnas que conforman los tres (3) bloques del pabellón 'C', en la tabla 8 se muestra las dimensiones en metros que tiene las columnas que se encuentran en la estructura y en la figura 29 podemos observar los detalles y las dimensiones geométricas de las columnas encontradas en la estructura analizada.

Tabla 8

Dimensión de columnas

Sección	Tipo	bf (m)	b (m)	e (m)	d (m)
C-1	Columna T	1,50	0,55	0,25	0,4
C-2	Columna L	0,9	0,7	0,25	0,3

Figura 29

Dimensión geométrica de las columnas

	C-1	C-2
AxB	1,50 x 0,55 x 0,25 x 0,40	0,90 x 0,70 x 0,25 x 0,30
ESTRIBO	T	L
DETALLE		

c) Muros concretos armado

El espesor de los muros de concreto armado es de 25 cm, en la tabla 9 se muestra las dimensiones del muro de concreto armado y en la figura 30

podemos observar los detalles y las dimensiones geométricas de los muros de concreto armado encontradas en la estructura analizada.

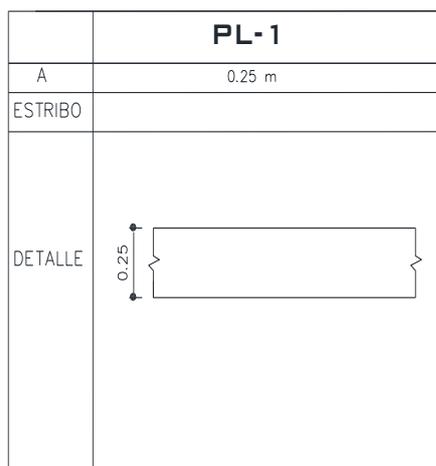
Tabla 9

Dimensión de muros de concreto armado

Sección	A (m)
PL	0,25

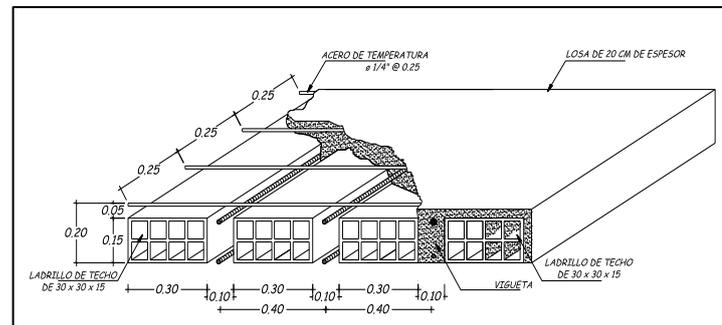
Figura 30

Dimensión geométrica de muros de concreto armado



d) Aligerado

El aligerado de los tres bloques del pabellón 'C' tiene un espesor de 20cm, en la figura 31 podemos observar el detalle de concreto aligerado encontrado en la estructura analizada.

Figura 31*Detalle del aligerado*

4.2.3. Propiedades de los elementos estructurales

a) Peso específico del concreto

El peso específico del concreto es de 2400 kg/cm².

b) Módulo de elasticidad del concreto

La resistencia a compresión del concreto en el bloque 1 es de 229,00 kg/cm² del bloque 2 es de 214,00 kg/cm² y del bloque 3 es de 256,00 kg/cm², con los cuales calcularemos el módulo de elasticidad del concreto con la ecuación (4.2.1).

$$E=15000 \times \sqrt{F'c} \quad (4.2.1)$$

Fórmula, con la cual obtuvimos el módulo de elasticidad del concreto en cada bloque, siendo estos, los siguientes.

El módulo de elasticidad para el bloque 1

$$E=15000 \times \sqrt{229}=226991,18 \text{ kg/cm}^2$$

El módulo de elasticidad para el bloque 2

$$E=15000 \times \sqrt{214}=219431,08 \text{ kg/cm}^2$$

El módulo de elasticidad para el bloque 3

$$E=15000 \times \sqrt{256}=240000 \text{ kg/cm}^2$$

c) Peso específico de la albañilería

El peso específico de la unidad de albañilería solida es de 1800 kg/cm² y el de la unidad hueca es de 1350 kg/cm².

d) Módulo de elasticidad de la albañilería

El módulo de elasticidad de la unidad de albañilería es obtenido mediante la ecuación (4.2.2), de donde se obtiene.

$$E=500 \cdot f_m \quad (4.2.2)$$

$$E=500 \cdot 65$$

$$E=32\,500,00 \text{ kg/cm}^2$$

4.2.3.1. Estimación de cargas

Para la determinación de las cargas se consideraron los lineamientos de la norma E.020 de cargas y en forma complementaria, lo estipulado en la norma E.030 de la Norma de Diseño Sismorresistente, para la estimación del peso de la edificación.

a) Carga muerta

En la tabla 10 se muestran las cargas aplicadas sobre el aligerado.

Tabla 10*Cargas muertas*

Peso	(Tn/m ²)
Ladrillo	0,075
del Aligerado	0,300

Nota: Cargas muertas aplicadas en el aligerado

b) Carga viva

De acuerdo a la norma E.030, las cargas vivas serán reducidas al 50% y 25% en las cargas de techo, las cuales se muestran en la tabla 11.

Tabla 11*Sobre Cargas del colegio*

Ocupación	Carga repartida (tn/m ²)
Aulas	0,250
Laboratorio	0,300
Corredores	0,400
Azotea	0,100

Nota: Cargas vivas aplicadas en el aligerado

c) Cargas distribuidas

Las cargas distribuidas fueron aplicadas en forma lineal sobre las vigas.

4.2.4. Sistema estructural

Recopilación de las fuerzas cortantes en ambas direcciones para cada elemento estructural, las cuales se muestran en las siguientes tablas (tabla 12, tabla 13, tabla 14, tabla 15, tabla 16 y tabla 17) a continuación.

Tabla 12

Sistema estructural en la dirección X – bloque 1

Elemento Estructural	Fuerzas cortantes	Porcentajes
V total	87,78	100%
V columna	58,40	66,53%
V muros de concreto armado	28,76	32,77%
V muros de albañilería	0,62	0,7%
Coeficiente Básico de reducción Sísmica (Ro):		7

Nota. El sistema estructural que más absorben las fuerzas cortantes en la dirección X son los muros de concreto armado y columnas, por ende, es un sistema estructural Dual (Ro=7).

Tabla 13

Sistema estructural en dirección Y – bloque 1

Elemento Estructural	Fuerzas cortantes	Porcentajes
V total	110,30	100%
V columna	13,35	12%
V muros de concreto armado	77,32	70%
V muros de albañilería	19,63	18%
Coeficiente Básico de reducción Sísmica (Ro):		6

Nota. El sistema estructural que más absorbe la fuerza cortante en la dirección Y son los muros de concreto armado, por ende, es un sistema de muros estructurales (Ro=6).

Tabla 14*Sistema estructural en la dirección X – boque 2*

Elemento Estructural	Fuerzas cortantes	Porcentajes
V total	41,53	100%
V columna	34,70	83,56%
V muros de concreto armado	6,71	16,16%
V muros de albañilería	0,1132	0,3%
Coeficiente Básico de reducción Sísmica (Ro):		7

Nota. El sistema estructural que más absorben las fuerzas cortantes en la dirección X son los muros de concreto armado y columnas, por ende, es un sistema estructural Dual (Ro=7).

Tabla 15*Sistema estructural en dirección Y – bloque 2*

Elemento Estructural	Fuerzas cortantes	Porcentajes
V total	59,91	100%
V columna	5,53	9%
V muros de concreto armado	49,02	82%
V muros de albañilería	5,35	9%
Coeficiente Básico de reducción Sísmica (Ro):		6

Nota. El sistema estructural que más absorbe la fuerza cortante en la dirección Y son los muros de concreto armado, por ende, es un sistema de muros estructurales (Ro=6).

Tabla 16*Sistema estructural en la dirección X – bloque 3*

Elemento Estructural	Fuerzas cortantes	Porcentajes
V total	61,27	100%
V columna	51,79	84,47%
V muros de concreto armado	9,35	15,26%
V muros de albañilería	0,17	0,27%
Coeficiente Básico de reducción Sísmica (Ro):		7

Nota. El sistema estructural que más absorben las fuerzas cortantes en la dirección X son los muros de concreto armado y columnas, por ende, es un sistema estructural Dual (Ro=7).

Tabla 17*Sistema estructural en dirección Y – bloque 3*

Elemento Estructural	Fuerzas cortantes	Porcentajes
V total	88,55	100%
V columna	11,24	13%
V muros de concreto armado	64,96	73%
V muros de albañilería	12,35	14%
Coeficiente Básico de reducción Sísmica (Ro):		6

Nota. El sistema estructural que más absorbe la fuerza cortante en la dirección Y son los muros de concreto armado, por ende, es un sistema de muros estructurales (Ro=6).

4.2.5. Análisis modal

De acuerdo al artículo 29,1 de modos de vibración en cada dirección de análisis se deberá considerar los modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea como mínimo el 90% de la masa total es por ello en las tablas que se presentan a continuación como la tabla 18, tabla 19 y la tabla 20, se verifica el 100% de la masa total para el análisis, del mismo modo podemos observar como afectan los modos de vibración a la estructura de forma gráfica en las figuras que se presentan a continuación, como son la figura 32, figura 33, figura 34, figura 35, figura 36 y figura 37.

Tabla 18

Modos de vibración - bloque 1

Case	Mode	Period sec	UX	UY	SumUX	SumUY	RZ	SumRZ
Modal	1	0,116	0,7763	5,85E-06	0,7763	5,85E-06	0,0021	0,0021
Modal	2	0,048	0	0,8567	0,7763	0,8567	0,0068	0,0089
Modal	3	0,035	0,0008	0,0033	0,7771	0,86	0,8463	0,8552
Modal	4	0,028	0,2226	1,26E-06	0,9997	0,86	2,42E-05	0,8553
Modal	5	0,017	7,74E-06	0,1373	0,9997	0,9973	0,0001	0,8554
Modal	6	0,012	0,0003	0,0027	1	1	0,1446	1

Figura 32

Modo de vibración 1 – bloque 1

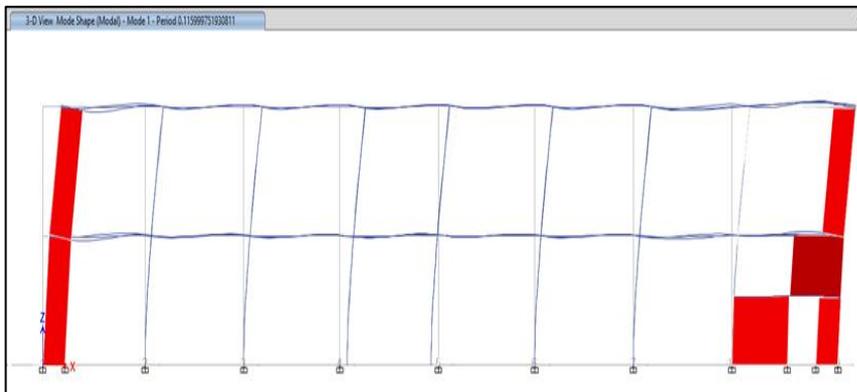
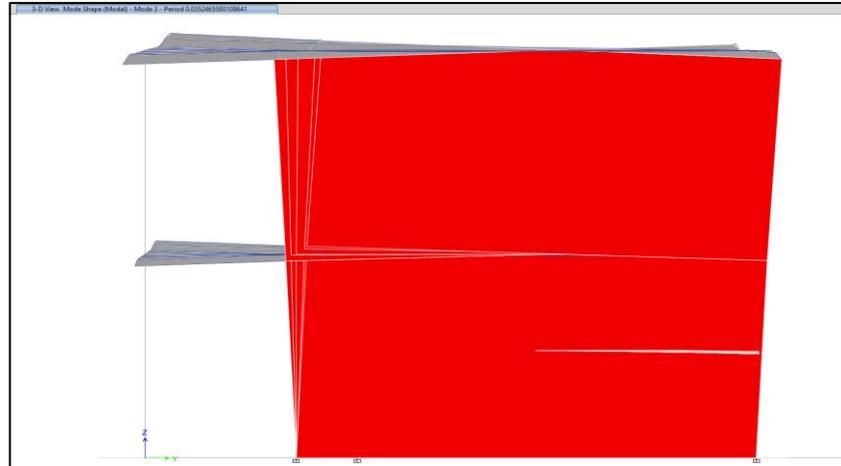


Figura 33*Modo de vibración 3 – bloque 1***Tabla 19***Modos de vibración – bloque 2*

Case	Mode	Period sec	UX	UY	SumUX	SumUY	RZ	SumRZ
Modal	1	0,127	0,7938	0	0,7938	0	0,0035	0,0035
Modal	2	0,043	0	0,8803	0,7938	0,8803	1,14E-06	0,0035
Modal	3	0,034	0,0006	5,91E-07	0,7944	0,8803	0,8739	0,8774
Modal	4	0,03	0,2049	0	0,9993	0,8803	0,0001	0,8775
Modal	5	0,016	0	0,1196	0,9993	0,9999	9,59E-07	0,8775
Modal	6	0,013	0,0007	1,50E-06	1	0,9999	0,1224	0,9999
Modal	7	0,002	0	0,0001	1	1	0	0,9999

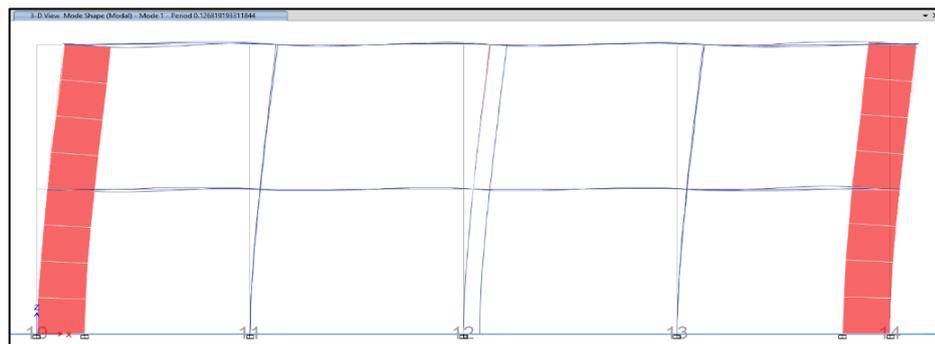
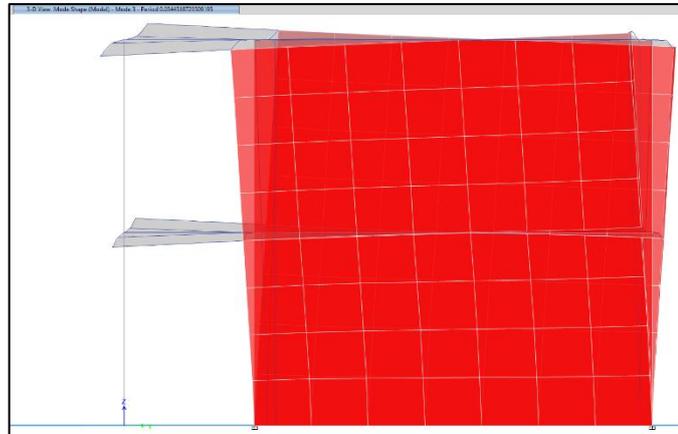
Figura 34*Modo de vibración 1 – bloque 2*

Figura 35*Modo de vibración 3 – bloque 2***Tabla 20***Modos de vibración – bloque 3*

Case	Mode	Period sec	UX	UY	SumUX	SumUY	RZ	SumRZ
Modal	1	0,118	0,7977	0,0003	0,7977	0,0003	0,0011	0,0011
Modal	2	0,046	0,0003	0,8782	0,7981	0,8785	0,0083	0,0094
Modal	3	0,034	0,0001	0,0094	0,7981	0,8879	0,8755	0,8848
Modal	4	0,028	0,2015	0,0001	0,9997	0,888	0,0001	0,8849
Modal	5	0,017	0,0001	0,1118	0,9997	0,9998	0,001	0,8859
Modal	6	0,013	0,0003	0,0001	1	0,9999	0,114	0,9999
Modal	7	0,002	0	0,0001	1	1	0	0,9999

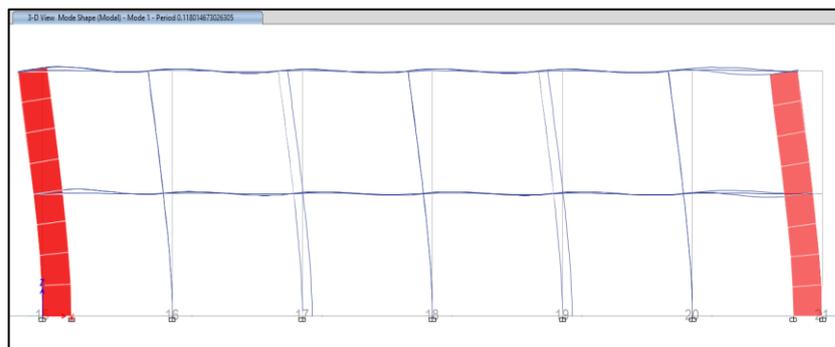
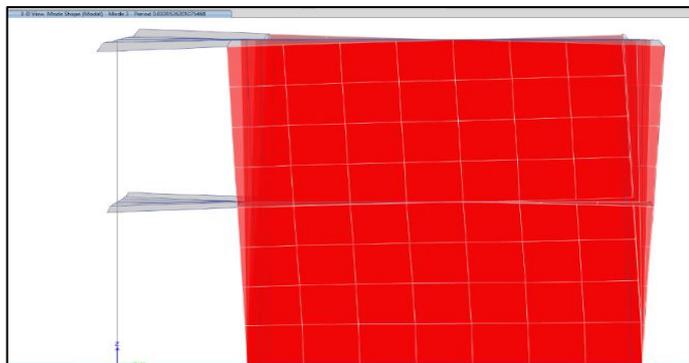
Figura 36*Modo de Vibración 1 – bloque 3*

Figura 37*Modo de Vibración 3 – bloque 3*

4.2.6. Pesos sísmicos

El peso sísmico considerado en la estructura analizada se calcula en base a las cargas permanentes de la edificación más un porcentaje de la carga viva o sobre carga de acuerdo a lo indicado en el artículo 26 de la norma E.030, el cual señala lo siguiente:

En edificaciones de categoría “A” se toma el 50% de la carga viva y para azoteas se considera el 25% de la carga viva. En la tabla 21, tabla 22 y tabla 23, se muestran los datos obtenidos mediante etabs, sobre las masas en cada bloque de la estructura.

Tabla 21*Masa del bloque 1 desarrollado por ETABS V20.0.0*

Story	Diaphragm	Mass X (Tnf-S ² /m)	Mass Y (Tnf-S ² /m)
Story1	D1	26,15	26,15
Story2	D2	15,57	15,57

Nota. Las masas obtenidas nos servirán para poder determinar el peso estructural.

Para la determinación del peso estructural debemos multiplicar la masa por la gravedad.

$$\text{Peso} = (26,15 + 15,57) * 9,81$$

$$\text{Peso} = 40,927 \text{ tnf}$$

Tabla 22

Masa del bloque 2 desarrollado por ETABS V20.0.0

Story	Diaphragm	Mass X (Tnf- S^2 /m)	Mass Y (Tnf- S^2 /m)
Story1	D1	12,04	12,04
Story2	D2	7,04	7,04

Nota. Las masas obtenidas nos servirán para poder determinar el peso estructural.

Para la determinación del peso estructural debemos multiplicar la masa por la gravedad.

$$\text{Peso} = (12,04 + 7,04) * 9,81$$

$$\text{Peso} = 187,17 \text{ tnf}$$

Tabla 23

Masa del bloque 3 desarrollado por ETABS V20.0.0

Story	Diaphragm	Mass X (Tnf- S^2 /m)	Mass Y (Tnf- S^2 /m)
Story1	D1	18,77	18,77
Story2	D2	10,95	10,95

Nota. Las masas obtenidas nos servirán para poder determinar el peso estructural.

Para la determinación del peso estructural debemos multiplicar la masa por la gravedad.

$$\text{Peso} = (18,77 + 10,95) * 9,81$$

$$\text{Peso} = 291,55 \text{ tnf}$$

4.2.7. Parámetros sísmicos

Al realizar el modelado de la estructura en etabs, debemos considerar tener en cuenta los parámetros que influyen en la estructura, tal como se detalla en la tabla 24, tabla 25 y tabla 26, donde se muestran los parámetros sísmicos de cada bloque.

Tabla 24

Parámetros sísmicos del bloque 1

Parámetro	
Zona	4
U	1.5
Rx	7
Ry	6
Suelo	S3
Tp	1,0
TL	1,6
Tx	0,116
Ty	0,048

Tabla 25*Parámetros sísmicos del bloque 2*

Parámetro	
Zona	4
U	1.5
Rx	7
Ry	6
Suelo	S3
Tp	1,0
TL	1,6
Tx	0,127
Ty	0,043

Tabla 26*Parámetros sísmicos*

Parámetro	
Zona	4
U	1.5
Rx	7
Ry	6
Suelo	S3
Tp	1,0
TL	1,6
Tx	0,118
Ty	0,046

4.2.8. Irregularidades

4.2.8.1. Irregularidades en altura

a) Irregularidad de rigidez – piso blando

Se realizó la verificación para cada bloque del pabellón 'C', siendo la rigidez lateral mayor al 70% del entrepiso superior inmediato, por ende, no existe esta irregularidad. En las tablas siguientes (Tabla 27, tabla 28 y tabla 29) se muestra la irregularidad de piso blando en ambas direcciones por cada bloque.

Tabla 27

Irregularidad de piso blando en ambas direcciones – bloque 1

Story	Output Case	Vi (tnf)	Δi (m)	δ (m)	K entrepiso = Vi/ δ (tn/m)	$\frac{K_i}{K_{i+1}} < 0,7$	Condiciones
Story 2	SISMO DIN XX	54,70	0,00116	0,00076	71977,89		Regular
Story 1	SISMO DIN XX	87,79	0,00041	0,00041	216225,86	3,00	
Story 2	SISMO DIN YY	62,98	0,00023	0,00013	495936,22		Regular
Story 1	SISMO DIN YY	110,10	0,00011	0,00011	1028962,62	2,07	

Tabla 28

Irregularidad de piso blando en ambas direcciones – bloque 2

Story	Output Case	Vi (tnf)	Δi (m)	δ (m)	K entrepiso = Vi/ δ (tn/m)	$\frac{K_i}{K_{i+1}} < 0,7$	Condiciones
Story 2	SISMO DIN XX	28,69	0,0014	0,00089	32381,83		Regular
Story 1	SISMO DIN XX	47,43	0,00052	0,00052	91203,46	2,82	
Story 2	SISMO DIN YY	32,95	0,00018	0,00009	350525,53		Regular
Story 1	SISMO DIN YY	59,97	0,00009	0,00009	666377,78	1,90	

Tabla 29*Irregularidad de piso blando en ambas direcciones – bloque 3*

Story	Output Case	V_i (tnf)	Δ_i (m)	δ (m)	$K_{\text{entrepiso}} = V_i/\delta$ (tn/m)	$\frac{K_i}{K_{i+1}} < 0,7$	Condiciones
Story 2	SISMO DIN XX	42,5816	0,0012	0,00076	55808,13		Regular
Story 1	SISMO DIN XX	70,3768	0,00045	0,00045	155014,98	2,78	
Story 2	SISMO DIN YY	48,24	0,00021	0,00010	463834,62		Regular
Story 1	SISMO DIN YY	88,47	0,00010	0,00010	867384,31	1,87	

b) Irregularidad de resistencia – piso débil

Se realizó la verificación en ambas direcciones, donde la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es mayor a 80% por ende no existe esta irregularidad en ninguno de los bloques del pabellón 'C'. En las tablas siguientes (Tabla 30, tabla 31 y tabla 32) se muestra la irregularidad de piso débil en ambas direcciones por cada bloque.

Tabla 30*Irregularidad de piso débil en ambas direcciones – bloque 1*

Story	Output Case	V_i (tnf)	$\frac{V_i}{V_{i+1}} < 0,8$	Condiciones
Story 2	SISMO DIN XX	54,70		Regular
Story 1	SISMO DIN XX	87,79	1,60	
Story 2	SISMO DIN YY	62,98		Regular
Story 1	SISMO DIN YY	110,10	1,75	

Tabla 31*Irregularidad de piso débil en ambas direcciones – bloque 2*

Story	Output Case	Vi (tnf)	$\frac{V_i}{V_{i+1}} < 0,8$	Condiciones
Story 2	SISMO DIN XX	25,10		Regular
Story 1	SISMO DIN XX	41,50	1,65	
Story 2	SISMO DIN YY	32,95		Regular
Story 1	SISMO DIN YY	59,97	1,82	

Tabla 32*Irregularidad de piso débil en ambas direcciones – bloque 3*

Story	Output Case	Vi (tnf)	$\frac{V_i}{V_{i+1}} < 0,8$	Condiciones
Story 2	SISMO DIN XX	42,58		Regular
Story 1	SISMO DIN XX	70,38	1,65	
Story 2	SISMO DIN YY	48,24		Regular
Story 1	SISMO DIN YY	88,47	1,83	

c) Irregularidad extrema de rigidez

La irregularidad extrema en la rigidez, en cualquiera de las direcciones de análisis, la rigidez lateral debe ser menor que el 60% de la rigidez lateral del entrepiso inmediato superior o menor que el 70% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes. Los tres bloques del pabellón 'C' no presentan irregularidad de rigidez tampoco presenta irregularidad extrema de rigidez.

d) Irregularidad de masa o peso

Para que se presente este tipo de irregularidad el peso de un piso debe ser mayor que 1,5 veces el peso del piso adyacente. Los tres bloques del pabellón 'C' presentan la misma estructuración, en consecuencia, cada nivel posee un peso similar, por lo tanto, no se presenta este tipo de irregularidad.

e) Irregularidad geométrica vertical

Todos los elementos resistentes de cargas laterales en el pabellón "C" tienen las mismas dimensiones en cada piso. Por ende, no presenta irregularidad Geométrica Vertical.

f) Discontinuidad extrema de los sistemas resistentes

No tenemos este tipo de irregularidad porque no ocurre un desalineamiento vertical.

4.2.8.2. Irregularidades en planta**g) Irregularidad torsional**

El pabellón 'C' tiene estructuras con diafragmas rígidos. Los desplazamientos máximos de desplazamiento entre piso son menores al 50% del límite de distorsión, por ende, no presenta irregularidad torsional. En las tablas siguientes (Tabla 33, tabla 34 y tabla 35) se muestra la irregularidad torsional para el eje x, en cada bloque.

Tabla 33*Irregularidad torsional para el eje X – bloque 1*

Story	Output Case	end drift	>0.0035 (50% del límite de distorsión entrepiso)
Story2	Sismo Din XX	0,0013	Regular
Story1	Sismo Din XX	0,00067	Regular
Story 2	Sismo Din YY	0,00019	Regular
Story 1	Sismo Din YY	0,00018	Regular

Tabla 34*Irregularidad torsional para el eje X - bloque 2*

Story	Output Case	end drift	>0.0035 (50% del límite de distorsión entrepiso)
Story2	Sismo Din XX	0,0015	Regular
Story1	Sismo Din XX	0,0009	Regular
Story 2	Sismo Din YY	0.00018	Regular
Story 1	Sismo Din YY	0.00017	Regular

Tabla 35*Irregularidad torsional para el eje X - bloque 3*

Story	Output Case	end drift	>0.0035 (50% del límite de distorsión entrepiso)
Story2	Sismo Din XX	0,0013	Regular
Story1	Sismo Din XX	0,00075	Regular
Story 2	Sismo Din YY	0.00017	Regular
Story 1	Sismo Din YY	0.00016	Regular

h) Irregularidad torsional extrema

El pabellón 'C', no presenta irregularidad por torsión extrema.

i) Esquinas entrantes

El pabellón 'C' conformado por los tres (3) bloques analizados no presenta esta irregularidad.

j) Discontinuidad del diafragma

En el pabellón 'C' ninguno de los bloques presenta esta irregularidad dado que las losas en cada uno de los niveles no presentan aberturas.

k) Sistemas no paralelos

Los ejes de los pórticos y muros del pabellón 'C' son paralelos, por ende, no presenta esta irregularidad.

En cada dirección se determinó los factores de irregularidad, como se muestra en la tabla 36 donde se tienen los factores de irregularidad, se concluye que el pabellón 'C' conformado por tres (3) bloques es una estructura regular.

Tabla 36

<i>Resultados de los factores de irregularidad</i>	
Factor de irregularidad	Valor
en planta (I_p)	1
en altura (I_a)	1

Con estos valores el coeficiente de reducción en cada dirección, la cual fue empleada para elaborar la respuesta espectral.

4.2.9. Espectro de aceleración

Se realizó el diseño de Espectros para los bloques del pabellón 'C' de acuerdo a los parámetros sísmicos y aplicación de la norma E.030.

En la tabla 37, podemos observar los valores de espectro de los 3 bloques que conforman el pabellón C. En la figura 38, podemos observar los espectros de aceleración en el eje X, de los 3 bloques, del mismo modo en la figura 39, podemos observar los espectros de aceleración en el eje Y, de los 3 bloques.

Tabla 37 .

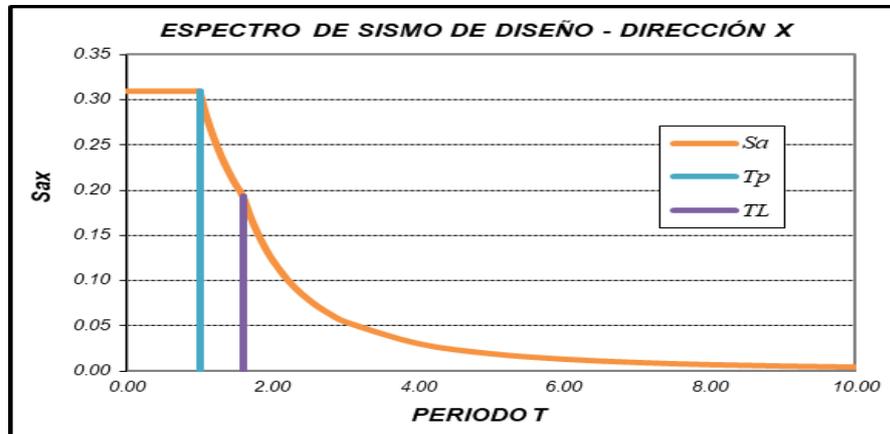
Valores de espectro de diseño bloque 1, bloque 2 y bloque 3

T (s)	Cx	Sax/g	Cy	Say/g
0,1	2,500	0,265	2,500	0,309
0,2	2,500	0,265	2,500	0,309
0,3	2,500	0,265	2,500	0,309
0,4	2,500	0,265	2,500	0,309
0,5	2,500	0,265	2,500	0,309
0,6	2,500	0,265	2,500	0,309
0,7	2,500	0,265	2,500	0,309
0,8	2,500	0,265	2,500	0,309
0,9	2,500	0,265	2,500	0,309
1,0	2,500	0,265	2,500	0,309
1,2	2,083	0,221	2,083	0,258
1,5	1,667	0,177	1,667	0,206
1,7	1,384	0,147	1,384	0,171
2,0	1,000	0,106	1,000	0,124
2,6	0,592	0,063	0,592	0,073
3,0	0,444	0,047	0,444	0,055
4,0	0,250	0,027	0,250	0,031
5,0	0,160	0,017	0,160	0,020
8,0	0,063	0,007	0,063	0,008
9,0	0,049	0,005	0,049	0,006
10	0,04	0,0042	0,040	0,005

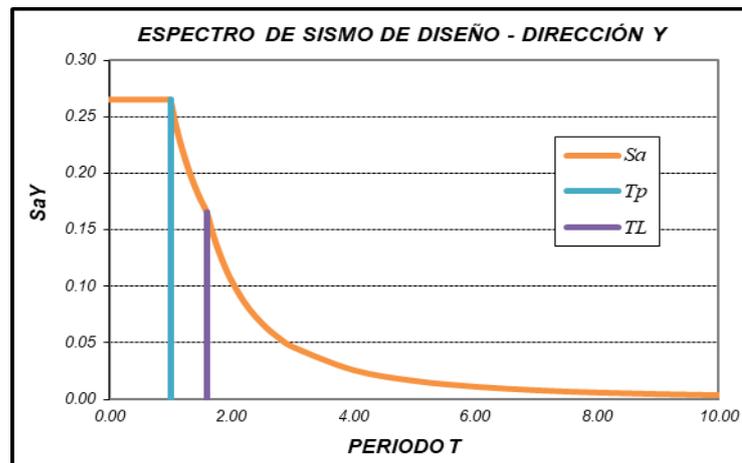
Nota. "Sa" es el valor de aceleración espectral y el C el factor de amplificación sísmica.

Figura 38

Espectro de aceleración en el eje "X" – bloque 1, bloque 2 y bloque 3

**Figura 39**

Espectro de aceleración en el eje "Y" – bloque 1, bloque 2 y bloque 3



4.2.10. Cortante basal

Para el cálculo de la fuerza cortante total en la base de la estructura consideramos la siguiente expresión establecida por la norma E.030. Se realiza una evaluación de la fuerza cortante en el primer entrepiso de acuerdo a nuestras fuerzas cortantes dinámicas las cuales son datos extraídos con el apoyo del programa

ETABS. En la tabla 38, que se presenta a continuación podemos observar las fuerzas cortantes dinámicas que se tienen en el bloque 1, del mismo como en la tabla 39, se tiene el análisis de esas fuerzas cortantes del bloque 1. Realizando este mismo análisis en los demás bloques, se tiene que en la tabla 40, podemos observar las fuerzas cortantes dinámicas que se tienen en el bloque 2 y del mismo como en la tabla 41, se tiene el análisis de esas fuerzas cortantes del bloque 2, finalmente en la tabla 42, podemos observar las fuerzas cortantes dinámicas que se tienen en el bloque 3 y del mismo como en la tabla 43, se tiene el análisis de esas fuerzas cortantes del bloque 3.

a) Bloque 1

$$V = \frac{Z * U * C * S}{R} * P \quad (4.2.4)$$

$$T = \frac{H_n}{C_T} \quad (4.2.5)$$

$$T = \frac{6,40}{60}$$

$$T = 0,107$$

$$T_p = 1,0$$

$$T_L = 1,6$$

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

$$V_x = \frac{0,45 * 1,50 * 2,5 * 1,1}{7} * 409,27$$

$$V_x = 108,53 \text{ tnf}$$

$$V_y = \frac{0,45 * 1,50 * 2,5 * 1,1}{6} * 409,27$$

$$V_y = 126,62 \text{ tnf}$$

Tabla 38*Fuerza cortante dinámica - bloque 1*

Story	Output Case	Step Type	Location	VX (tnf)	VY (tnf)
Story 1	Sismo Din XX	Max	Bottom	87,79	0,33
Story 1	Sismo Din YY	Max	Bottom	0,39	110,10

De acuerdo al artículo 29,4 se debe evaluar la fuerza cortante mínima siendo que para cada dirección de análisis la fuerza cortante en el primer piso del edificio no puede ser menor que el 80% para estructuras regulares.

Tabla 39*Análisis de fuerza cortante dinámica - bloque 1*

Eje	Ve (tnf)	80% Ve (tnf)	Vd (tn)	Verificamos
X-X	108,53	86,82	87,79	CUMPLE
Y-Y	126,62	101,30	110,10	CUMPLE

De la tabla anterior se verifica la fuerza cortante mínima para las dos direcciones de análisis de acuerdo a lo indicado en la norma E.030

b) Bloque 2

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

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

$$T = \frac{6,40}{60}$$

$$T = 0,107$$

$$T_p = 1,0$$

$$T_L = 1,6$$

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

$$V_x = \frac{0,45 * 1,50 * 2,5 * 1,1}{7} * 187,17$$

$$V_x = 49,63 \text{ tnf}$$

$$V_y = \frac{0,45 * 1,50 * 2,5 * 1,1}{6} * 187,17$$

$$V_y = 57,91 \text{ tnf}$$

Tabla 40*Fuerza cortante dinámica - bloque 2*

Story	Output Case	Step Type	Location	VX (tnf)	VY (tnf)
Story 1	Sismo Din XX	Max	Bottom	47,43	0,005
Story 1	Sismo Din YY	Max	Bottom	0,0054	59,97

De acuerdo al artículo 29.4 de la norma E.030 se debe evaluar la fuerza cortante mínima siendo que para cada dirección de análisis la fuerza cortante en el primer piso del edificio no puede ser menor que el 80% para estructuras regulares.

Tabla 41*Análisis de fuerza cortante dinámica - bloque 2*

Eje	Ve (tnf)	80% Ve (tnf)	Vd (tn)	Verificamos
X-X	49,63	39,71	47,43	CUMPLE
Y-Y	57,91	46,33	59,97	CUMPLE

De la tabla anterior se verifica la fuerza cortante mínima para las dos direcciones de análisis de acuerdo a lo indicado en la norma E.030

c) Bloque 3

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

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

$$T = \frac{6,40}{60}$$

$$T = 0,107$$

$$T_p = 1,0$$

$$T_L = 1,6$$

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

$$V_x = \frac{0,45 * 1,50 * 2,5 * 1,1}{7} * 291,55$$

$$V_x = 77,31 \text{ tnf}$$

$$V_y = \frac{0,45 * 1,50 * 2,5 * 1,1}{6} * 291,55$$

$$V_y = 90,20 \text{ tnf}$$

Tabla 42

Fuerza cortante dinámica - bloque 3

Story	Output Case	Step Type	Location	VX (tnf)	VY (tnf)
Story 1	Sismo Din XX	Max	Bottom	70,38	2,00
Story 1	Sismo Din YY	Max	Bottom	2,33	88,47

De acuerdo al artículo 29.4 se debe evaluar la fuerza cortante mínima siendo que para cada dirección de análisis la fuerza cortante en el primer piso del edificio no puede ser menor que el 80% para estructuras regulares.

Tabla 43*Análisis de fuerza cortante dinámica - bloque 3*

Eje	Ve (tnf)	80% Ve (tnf)	Vd (tn)	Verificamos
X-X	77,31	61,85	70,38	CUMPLE
Y-Y	90,20	72,16	88,47	CUMPLE

Nota. En esta tabla se verifica la fuerza cortante mínima para las dos direcciones de análisis de acuerdo a lo indicado en la norma E.030.

4.2.11. Control de derivas

Las estructuras del pabellón "C" de acuerdo a la norma E.030 son regulares, los cálculos que se realizaron para el desplazamiento serán por el parámetro de $0,75 \cdot R$, evaluadas por el límite de distorsión para edificaciones de concreto armado 0,007.

A continuación observamos que en la tabla 44 podemos observar las distorsiones de entre piso en sismos X-X para el bloque 1 y en la tabla 45, podemos ver las distorsiones de pisos en sismos Y-Y en el bloque 1, del mismo modo analizamos los otros dos bloques de la estructura, teniendo así, En la tabla 46 podemos observar las distorsiones de entre piso en sismos X-X para el bloque 2 y en la tabla 47, podemos ver las distorsiones de pisos en sismos Y-Y en el bloque 2 y finalmente, en la tabla 48 podemos observar las distorsiones de entre piso en sismos X-X para el bloque 3 y en la tabla 49, podemos ver las distorsiones de pisos en sismos Y-Y en el bloque 3.

Tabla 44*Distorsiones de entre piso en sismos X-X - bloque 1*

Story	Output Case	Drift	R	Drift*0,75*R	Límite de distorsión	verificación
Story2	Sismo Din XX	0,000242	7	0,0013	0,007	CUMPLE
Story1	Sismo Din XX	0,000128	7	0,00067	0,007	CUMPLE

Tabla 45*Distorsiones de entre piso en sismos Y-Y - bloque 1*

Story	Output Case	Drift	R	Drift*0,75*R	Límite de distorsión	verificación
Story2	Sismo Din YY	0,000043	6	0,00019	0,007	CUMPLE
Story1	Sismo Din YY	0,000039	6	0,00018	0,007	CUMPLE

Tabla 46*Distorsiones de entre piso en sismos X-X - bloque 2*

Story	Output Case	Drift	R	Drift*0,75*R	Límite de distorsión	verificación
Story2	Sismo Din XX	0,00029	7	0,0015	0,007	CUMPLE
Story1	Sismo Din XX	0,00017	7	0,0009	0,007	CUMPLE

Tabla 47*Distorsiones de entre piso en sismos Y-Y - bloque 2*

Story	Output Case	Drift	R	Drift*0,75*R	Límite de distorsión	verificación
Story2	Sismo Din YY	0,00003	6	0,00018	0,007	CUMPLE
Story1	Sismo Din YY	0,000028	6	0,000168	0,007	CUMPLE

Tabla 48*Distorsiones de entre piso en sismos X-X - bloque 3*

Story	Output Case	Drift	R	Drift*0,75*R	Límite de distorsión	verificación
Story2	Sismo Din XX	0,000242	7	0,00127	0,007	CUMPLE
Story1	Sismo Din XX	0,000143	7	0,00075	0,007	CUMPLE

Tabla 49*Distorsiones de entre piso en sismos Y-Y - Bloque 3*

Story	Output Case	Drift	R	Drift*0,75*R	Límite de distorsión	verificación
Story2	Sismo Din YY	0,000038	6	0,00017	0,007	CUMPLE
Story1	Sismo Din YY	0,000036	6	0,00016	0,007	CUMPLE

4.2.12. Desplazamientos

Se calculo el máximo desplazamiento relativo de entrepiso para el pabellón "C" en ambas direcciones, las cuales se muestran según se detalla a continuación, teniendo en cuenta que el pabellón está conformado por 3 bloques, en la tabla 50 observamos el máximo desplazamiento de entre piso en sismos X-X en el bloque 1 y en la tabla 51 observamos el máximo desplazamiento de entre piso en sismos Y-Y en el bloque 1, del mismo modo, en la tabla 52 observamos el máximo desplazamiento de entre piso en sismos X-X en el bloque 2 y en la tabla 53 observamos el máximo desplazamiento de entre piso en sismos Y-Y en el bloque 2 y finalmente en la tabla 54 observamos el máximo desplazamiento de entre piso en sismos X-X en el bloque 3 y en la tabla 55 observamos el máximo desplazamiento de entre piso en sismos Y-Y en el bloque 3.

Tabla 50*Máximo desplazamiento de entre piso en sismos X-X - bloque 1*

Story	Output Case	Max displacement (Drift*h)
Story 2	Sismo Din XX	0,000774
Story 1	Sismo Din XX	0,000410

Tabla 51*Máximo desplazamiento de entre piso en sismos Y-Y - bloque 1*

Story	Output Case	Max displacement (Drift*h)
Story 2	Sismo Din YY	0,00014
Story 1	Sismo Din YY	0,00012

Tabla 52*Máximo desplazamiento de entre piso en sismos X-X - bloque 2*

Story	Output Case	Max displacement (Drift*h)
Story 2	SISMO DIN XX	0,00093
Story 1	SISMO DIN XX	0,00054

Tabla 53*Máximo desplazamiento de entre piso en sismos Y-Y - bloque 2*

Story	Output Case	Max displacement (Drift*h)
Story 2	Sismo Din YY	0,000096
Story 1	Sismo Din YY	0,0000896

Tabla 54*Máximo desplazamiento de entre piso en sismos X-X - bloque 3*

Story	Output Case	Max displacement (Drift*h)
Story 2	Sismo Din XX	0,00077
Story 1	Sismo Din XX	0,00046

Tabla 55*Máximo desplazamiento de entre piso en sismos Y-Y - bloque 3*

Story	Output Case	Max displacement (Drift*h)
Story 2	SISMO DIN YY	0,00012
Story 1	SISMO DIN YY	0,00012

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

5.1. Hipótesis general

La hipótesis general del presente estudio de investigación fue:

- e) El Pabellón 'C' de la Institución Educativa 42218 Mariscal Cáceres, presenta un inadecuado comportamiento sísmico al ser evaluado con el reglamento nacional de edificaciones.

5.1.1. Respuesta a la hipótesis general

Al respecto se ha efectuado el análisis estructural del pabellón 'C' conformado por 3 bloques de la Institución Educativa 42218 Mariscal Cáceres determinando un adecuado comportamiento sísmico y verificando el cumplimiento de los parámetros establecidos para el diseño en el Reglamento Nacional de Edificaciones.

5.2. Hipótesis específica Nº 01

Las propiedades mecánicas de los elementos estructurales del Pabellón 'C' de la Institución Educativa 42218 Mariscal Cáceres, son inadecuadas según el reglamento nacional de edificaciones.

5.2.1. Respuesta a la hipótesis Nº 01

Se calculo las características mecánicas del Pabellón 'C' de la Institución Educativa 42218 Mariscal Cáceres, mediante el ensayo de esclerometría. Se obtuvieron los valores de resistencia a la compresión para el pabellón 'C' los cuales

fueron reducidos mediante la aplicación de la Norma Española UNE - EN 1998-3, bloque 1 de $F'c=229,00 \text{ kg/cm}^2$, bloque 2 de $F'c=214,00 \text{ kg/cm}^2$ y el bloque 3 de $F'c=256,00 \text{ kg/cm}^2$, los valores obtenidos son mayores al valor mínimo establecido por la norma de concreto armado E0.60 ($F'c=210,00 \text{ kg/cm}^2$).

5.3. Hipótesis específica N° 02

El comportamiento sísmico del Pabellón 'C' de la Institución Educativa 42218 Mariscal Cáceres, no cumple los requisitos de la norma de diseño sismorresistente.

5.3.1. Respuesta a la hipótesis N° 02

Al respecto y del análisis sísmico del Pabellón 'C' de la Institución Educativa 42218 Mariscal Cáceres, el cual está conformado por 3 bloques, se verificó que se cumple para los requisitos establecidos en la norma E030; siendo que las derivas son menores a la distorsión máxima establecida en el reglamento.

5.4. Hipótesis específica N° 03

El comportamiento estructural del pabellón 'C' de la Institución Educativa 42218 Mariscal Cáceres, no cumple con las condiciones de servicio

5.4.1. Respuesta a la hipótesis N° 03

Al respecto se obtuvo que el pabellón 'C' cumple con las condiciones de servicio ante un eventual sismo severo en la ciudad de Tacna, siendo que la estructura estaría operacionalmente funcional, dado que se verificó la fuerza

cortante, modos de vibración, desplazamiento relativos y distorsiones entre piso. Cabe señalar que el diseño de los elementos estructurales de concreto armado deben cumplir con los requisitos establecidos en el capítulo 21 Disposiciones Especiales para el Diseño Sísmico.

CONCLUSIONES

Primera Conclusión

Se realizó el análisis estructural en los tres (3) bloques del pabellón 'C' de la Institución Educativa 42218 Mariscal Cáceres, donde se determinó un adecuado comportamiento sísmico puesto que cumple con los parámetros establecidos por el Reglamento Nacional de Edificaciones.

Segunda Conclusión

Se calculó las características mecánicas del Pabellón 'C' de la Institución Educativa 42218 Mariscal Cáceres, a través del ensayo de esclerometría y del cual se obtuvieron valores de resistencia a la compresión mayores al valor mínimo establecido por la norma de concreto armado E0.60. Los valores obtenidos fueron reducidos mediante la aplicación de la Norma Española UNE - EN 1998-3 y son para cada bloque los siguiente: Bloque 1 de $F'c=229,00 \text{ kg/cm}^2$, bloque 2 de $F'c=214,00 \text{ kg/cm}^2$ y el bloque 3 de $F'c=256,00 \text{ kg/cm}^2$.

Tercera Conclusión.

De acuerdo al análisis sísmico del Pabellón 'C' de la Institución Educativa 42218 Mariscal Cáceres, se verificó que las derivas son menores a los límites de distorsiones entrepiso indicados en la norma E.030.

Cuarta conclusión

El pabellón C cumple con las condiciones de servicio ya que ante un eventual sismo severo en la ciudad de Tacna se cumple con evitar la pérdida de vidas humanas minimizando los daños y asegurando que la estructura se encuentre operativa por ser una edificación de categoría A tipo esencial.

RECOMENDACIONES

Primera Recomendación

Se recomienda a los profesionales que se dedican en el rubro de la construcción, interpretar y aplicar correctamente la norma Diseño Sismorresistente E030, ya que si se presenta un eventual sismo podemos evitar pérdidas humanas y minimizar los daños en las edificaciones.

Segunda Recomendación

Se recomienda al Gobierno Regional de Tacna y a las demás Regiones del país los cuales se encuentran en zonas sísmicas, realizar un análisis estructural de todas las edificaciones esenciales que posean una antigüedad considerable.

Tercera Recomendación

Se recomienda al Gobierno Regional de Tacna que implemente proyectos de análisis y evaluación estructural de las estructuras esenciales e importantes de Tacna mediante el uso de software para el análisis y diseño estructural, a su vez se debe verificar los parámetros establecidos por el Reglamento Nacional de Edificaciones.

Cuarta Recomendación

Se recomienda que en futura investigación efectuadas por la Universidad Privada de Tacna u otras instituciones de investigación se realicen ensayos

diamantina, para poder determinar con mayor exactitud la resistencia a la compresión del concreto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar Chanini, J., & Aguilar Escobar, C. (2017). *EVALUACION Y REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE OBSTETRICIA-UNJBG-TACNA*. Repositorio Institucional.
- Albino, C. I., & Aldave, S. A. (2021). *Evaluación sismorresistente y propuesta de diseño del colegio Micaela Bastidas, Chimbote-Ancash-2021*. Chimbote.
- Arteaga Mora, P. A. (2016). *Estudio de Vulnerabilidad Sísmica, Rehabilitación y evaluación del índice de daño de una edificación perteneciente al patrimonio central edificado en la ciudad de Cuenca-Ecuador*. Cuenca-Ecuador.
- Barrera, I. A. (2009). *DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y EL ÍNDICE*.
- Bolaños Luna, A. M., & Monroy Concha, O. M. (2004). *Espectros de Peligro Sísmico*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Borja Suárez, M. A. (2018). *Correlación entre la resistencia real del concreto y el ensayo no destructivo de esclerometría para muestras de concreto en el departamento de Lambayeque*. Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- Camarena Gutiérrez, I. A., & Fernández Cañete, A. (2021). *Evaluación y Diseño Estructural del PAbellon C del Colegio N° 125 Ricardo Palma, San Juan de Lurigancho - Lima 2021*. Lima.
- Chura Arocutipa, E. (2019). Estudio de riesgo Sísmico en el distrito de Ciudad Nueva Tacna. *Ciencia y Desarrollo*, 102-104.
- Chura, E. (2019). Estudio de riesgo sísmico en el Distrito de Ciudad Nueva - Tacna. *Ciencia y Desarrollo*, 101-104.
- Colorado Rosa, Y. Q., & Ojeda Condori, L. A. (2021). *Evaluación estructural del pabellon "A" de la Institución Educativa 42036 Juan María Rejas, Tacna 2021*. Tacna: Universidad Privada de Tacna.
- Guatemala, I. d. (2018). Martillo de rebote o esclerometro ASTM C805/NTP 339.181.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2011). *Metodología de la investigación*. México: McGRAW.
- Huisa Ccori, C. (2017). *ESTUDIO GEOTÉCNICO EN EL ANÁLISIS DEL RIESGO*. Repositorio Institucional.

- Ledesma Bastidas, L. Y., & Martínez Monroy, L. V. (2018). *Evaluación por desempeño del diseño estructural de viviendas en estado de vulnerabilidad alta en la ciudad de Bogotá - Caso de estudio localidades de: Bosa, Ciudad Bolívar, San Cristóbal y Usme*. Bogotá-Colombia.
- López Atahualpa, X. A., & Silva Mamani, R. A. (2021). "Evaluación Estructural Sísmica del Pabellón "A" de la Institución Educativa 42218 Mariscal Cáceres, Tacna 2021". Tacna.
- Lopez Atahualpa, X. A., & Silva Mamani, R. A. (2021). "EVALUACIÓN ESTRUCTURAL SÍSMICA DEL PABELLÓN "A" DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA 42218 MARISCAL CACERES, TACNA 2021". 2021. Universidad Privada de Tacna, Tacna.
- Mamani Padilla, c. J., & Fhilco Arce, H. O. (2021). *Vulnerabilidad sísmica de las edificaciones escolares públicas del distrito de Ciudad Nueva - Tacna 2021*. Tacna: Universidad Privada de Tacna.
- Materials, A. S. (2018). *NORMATIVIDAD ENSAYO DE TESTIGOS DIAMANTINOS*.
- Ministerio de vivienda, c. y. (2006). *Norma Técnica de Cargas, Servicio nacional de Capacitación para la industria de la construcción*. Lima: SENCICO.
- Ministerio de Vivienda, C. y. (2018). *Diseño Sismorrersistente E.030*.
- Ministerio de Vivienda, C. y. (2020). *Concreto Armado*.
- Morales Alarcon, Y. A. (2020). *Metodología de inspeccion para clasificar y estandarizar daño sísmico en edificaciones habitacionales de hormigón armado con sistema de muros*. Salta de Chile - Chile.
- Ojeda Condori, L. A., & Colorado Rosa, Y. Q. (2021). *Evaluación Estructural del Pabellon "A" de la Institución Educativa 42036 Juan María Rojas, Tacna 2021*. Tacna.
- Quispe Neciosup, A. A. (2019). *Evaluacion de la Vulnerabilidad Sísmica y Propuesta de Reforzamiento de la I.E. 1225 Mariano Melgar, del distrito de Santa Anita, 2019*. Lima.
- REPÚBLICA, L. (28 de mayo de 2019). *LA REPÚBLICA*. Obtenido de <https://larepublica.pe/sociedad/1102094-los-2-terremotos-que-espera-el-sur/>
- Tarres Búa, M. (2014). *Estructuras*.
- Tavera, H., & Buforn, E. (2014). *Sismicidad y sismotectónica de Perú*.
- Vélez Gallardo, G. A. (2019). *Determinacion de la resistencia a la compresion del concreto mediante el método de esclerometría*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.

World Conference on Earthquake Engineering. (2020). AMPLIFICACIÓN SÍSMICA EN TACNA – PERÚ, USANDO DATOS DE.

Yanqui Santos, A. E., & Paniagua Luque, G. B. (2020). *Evaluación Estructural Sísmico del Pabellón "C" del C.E.I. 225 Niños Héroes, Tacna 2020*. Tacna.

ANEXO

Matriz de Consistencia: “EVALUACIÓN ESTRUCTURAL PARA DETERMINAR EL COMPORTAMIENTO SISMICO DEL PABELLON ‘C’ DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA 42218 MARISCAL CÁCERES, DISTRITO CIUDAD NUEVA, TACNA, 2022”

LEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>1. Problema General A partir de una evaluación estructural ¿cuál es el comportamiento sísmico del pabellón ‘C’ de la Institución Educativa 42218 Mariscal Cáceres, Distrito Ciudad Nueva, Tacna 2022?</p> <p>2. Problema específico</p> <p>a. ¿Cuáles son las propiedades mecánicas de los elementos estructurales del pabellón ‘C’ de la Institución Educativa 42218 Mariscal Cáceres, Distrito Ciudad Nueva, Tacna 2022?</p> <p>b. ¿Cuál es el comportamiento Sísmico del pabellón ‘C’ de la Institución Educativa 42218 Mariscal Cáceres, Distrito Ciudad Nueva, Tacna 2022?</p> <p>c. ¿Cuál es el comportamiento en condiciones de servicio del pabellón ‘C’ de la Institución Educativa 42218 Mariscal Cáceres?</p>	<p>1. Objetivos Generales Determinar el comportamiento sísmico mediante la evaluación estructural del pabellón ‘C’ de la Institución Educativa 42218 Mariscal Cáceres, Distrito Ciudad Nueva, Tacna 2022</p> <p>2. Objetivos Específicos</p> <p>a. Determinar las propiedades mecánicas más adecuadas de los elementos estructurales del Pabellón ‘C’ de la Institución Educativa 42218 Mariscal Cáceres.</p> <p>b. Determinar el comportamiento sísmico del Pabellón ‘C’ de la Institución Educativa 42218 Mariscal Cáceres, según la norma de diseño sismorresistente. (E.030).</p> <p>c. Determinar el comportamiento en condiciones de servicio del Pabellón ‘C’ de la Institución Educativa 42218 Mariscal Cáceres.</p>	<p>1. Hipótesis General El Pabellón ‘C’ de la Institución Educativa 42218 Mariscal Cáceres, presenta un inadecuado comportamiento sísmico al ser evaluado con el reglamento nacional de edificaciones.</p> <p>2. Hipótesis Específico</p> <p>a. Las propiedades mecánicas de los elementos estructurales del Pabellón ‘C’ de la Institución Educativa 42218 Mariscal Cáceres, son inadecuadas según el reglamento nacional de edificaciones.</p> <p>b. El comportamiento sísmico del Pabellón ‘C’ de la Institución Educativa 42218 Mariscal Cáceres, no cumple los requisitos de la norma de diseño sismorresistente.</p> <p>c. El comportamiento estructural del pabellón ‘C’ de la Institución Educativa 42218 Mariscal Cáceres, no cumple con las condiciones de servicio</p>	<p>1. Variable independiente</p> <p>Evaluación Estructural</p> <p>2. Variable dependiente</p> <p>Comportamiento sísmico.</p>	<p>1. Indicadores Variables Independiente</p> <ul style="list-style-type: none"> • Antigüedad de la estructura • Propiedades mecánicas del concreto (escala tipo de propiedades) <p>2. Indicadores variables dependientes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sistema Estructural • Periodo fundamental de vibración (escala de medición: s). • Cortante Basal (escala de medición: Tn/f) • Distorsiones de entre pisos (escala de medición: mm) 	<p>Tipos de investigación</p> <p>Descriptivo y Explicativo</p> <p>Nivel de investigación</p> <p>Integrativo</p> <p>Ámbito de estudio</p> <p>Institución Educativa 42218 Mariscal Cáceres</p> <p>Muestra</p> <p>Los ambientes del pabellón ‘C’ de la Institución Educativa 42218 Mariscal Cáceres.</p> <p>Técnicas de recolección de datos:</p> <p>Medición de la estructura, ensayos in situ y de laboratorio.</p> <p>Instrumentos</p> <p>Inspección visual, fotos, planos.</p>

