



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Evaluación de la vulnerabilidad sísmica en la I.E. privada Justo Juez,
distrito de Majes – provincia de Caylloma – Arequipa

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTORES:

Cueva Talavera, Diego Joel (ORCID: [0000-0002-1920-5415](https://orcid.org/0000-0002-1920-5415))

Vilca Ortiz, Ana Claudia (ORCID: [0000-0002-6206-2798](https://orcid.org/0000-0002-6206-2798))

ASESORA:

Ing. Andia Arias, Janet Yessica (ORCID: 0000-0002-6084-0672)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA — PERÚ

2022

Dedicatoria

El esfuerzo y la dedicación en una carrera es un ejemplo y consecuencia de las personas que están detrás. El esfuerzo realizado dentro de este trabajo de investigación va principalmente dedicado a nuestros padres, por el apoyo a nuestra educación y por ser los que siempre estuvieron con nosotros.

Agradecimiento

A la ingeniera Janet Yessica Andia Arias. Sin usted y sus virtudes, su paciencia y constancia este trabajo no lo hubiésemos logrado tan fácil. Así también agradecer a nuestros padres. Ellos formaron parte importante de esta historia. Muchas gracias por sus múltiples palabras de aliento, cuando más las necesitamos; por estar allí cuando las horas de trabajo se hacían confusa

Índice de contenido

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de tablas	v
Índice de figuras	viii
Resumen	x
Abstract	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	21
3.1 Tipo y diseño de investigación	21
3.2 Variables y operacionalización	22
3.3 Población, muestra y muestreo	24
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	25
3.5 Procedimientos	32
3.6 Método de análisis de datos	76
3.7 Aspectos éticos	76
IV. RESULTADOS	77
V. DISCUSIÓN	88
VI. CONCLUSIONES	91
VII. RECOMENDACIONES	93
REFERENCIAS	94
ANEXOS	98

Índice de tablas

Tabla 1 Incremento de resistencia y ductilidad.....	19
Tabla 2 Sistemas de reforzamiento estructural	20
Tabla 3. Rangos y Magnitud de Validez.....	26
Tabla 4. Coeficiente de Validez por Juicio de Expertos.....	27
Tabla 5. Juicio de Expertos.....	27
Tabla 6. Resumen de validez para reporte de índice de rebote – esclerómetro	27
Tabla 7. Resumen de validez para reporte del método Fema 154	28
Tabla 8. Resumen de validez para reporte del método AIS	28
Tabla 9. Rango y Confiabilidad para el Instrumento.....	29
Tabla 10. <i>Resumen de procesamiento columnas</i>	30
Tabla 11. <i>Alfa de Cronbach columnas</i>	30
Tabla 12. <i>Alfa de Cronbach por elemento columnas</i>	30
Tabla 13. <i>Resumen de procesamiento vigas</i>	31
Tabla 14. <i>Alfa de Cronbach vigas</i>	31
Tabla 15. <i>Alfa de Cronbach por elemento vigas</i>	31
Tabla 16 Reporte de Pabellón 101, según Fema 154	32
Tabla 17 Probabilidad de falla para S:0.70- Pabellón E	33
Tabla 18 Falla por aplastamiento, Piso 1	35
Tabla 19 Falla por aplastamiento, Piso 2	36
Tabla 20 Falla por aplastamiento, Piso 3	36
Tabla 21 Falla por tracción diagonal, Piso 1.....	41
Tabla 22 Falla por tracción diagonal, Piso 2.....	42
Tabla 23 Falla por tracción diagonal, Piso 3.....	42
Tabla 24 Falla por cizalle, Piso 1	43
Tabla 25 Falla por cizalle, Piso 2	44
Tabla 26 Falla por cizalle, Piso 3	44
Tabla 27 Espesor mínimo de muros en centímetros	48
Tabla 28 Coeficiente Mo para longitud mínima de muros estructurales confinados	48
Tabla 29 Irregularidad en altura, dirección “y”, Piso 1 - Pabellón 101.....	50
Tabla 30 Irregularidad en altura, dirección “y”, Piso 2 - pabellón 101	50
Tabla 31 Irregularidad en altura, dirección “y”, Piso 3 - pabellón 101	51
Tabla 32 Irregularidad en altura, dirección “x” Piso 1 - pabellón 101	51
Tabla 33 Irregularidad en altura, dirección “x”, Piso 2 - pabellón 101	51
Tabla 34 Irregularidad en altura, dirección “x” Piso 3 - pabellón 101	51
Tabla 35 Calidad de material en dirección “y”, Piso 1 - Pabellón 101.....	53

Tabla 36 Calidad de material en dirección “y”, Piso 2 - Pabellón 101	54
Tabla 37 Calidad de material en dirección “y”, Piso 2 - Pabellón 101	55
Tabla 38 calidad de material en dirección “x”, Piso 1 - pabellón 101	55
Tabla 39 calidad de material en dirección “x”, Piso 2 - pabellón 101	55
Tabla 40 calidad de material en dirección “x”, Piso 3 - pabellón 101	56
Tabla 41 Descripción de muros confinados, dirección “y”, piso 1 - Pabellón 101	56
Tabla 42 Descripción de muros confinados, dirección “y”, piso 2 - Pabellón 101	57
Tabla 43 Descripción de muros confinados, dirección “y”, piso 3 - Pabellón 101	57
Tabla 44 calidad de material en dirección “x”, Piso 1 - pabellón 101	57
Tabla 45 calidad de material en dirección “x”, Piso 2 - pabellón 101	58
Tabla 46 calidad de material en dirección “x”, Piso 3 - pabellón 101	58
Tabla 47 Detalle de columnas y vigas de confinamiento, dirección “y”, piso 1 - Pabellón 101	59
Tabla 48 Detalle de columnas y vigas de confinamiento, dirección “y”, piso 2 - Pabellón 101	59
Tabla 49 Detalle de columnas y vigas de confinamiento, dirección “y”, piso 3 - Pabellón 101	60
Tabla 50 Detalle de vigas de amarre, dirección “y”, piso 1 - Pabellón 101	61
Tabla 51 Detalle de vigas de amarre, dirección “y”, piso 2 - Pabellón 101	61
Tabla 52 Detalle de vigas de amarre, dirección “y”, piso 3 - Pabellón 101	61
Tabla 53 Desplazamiento, Sismo Estático X, Y	65
Tabla 54 Distorsiones de piso, Sismo Estático X	66
Tabla 55 Distorsiones de piso, Sismo Estático Y	66
Tabla 56 Desplazamiento, Sismo Estático X, Y	68
Tabla 57 Distorsiones de piso, Sismo Estático X	68
Tabla 58 Distorsiones de piso, Sismo Estático Y	69
Tabla 59 Reporte de cortantes Piso 1 Eje 2	71
Tabla 60 Reporte de cortante para refuerzo de columna corta, Piso 1	75
Tabla 61 Puntaje final "S" Bloque 101.....	77
Tabla 62 Probabilidad de falla para S:0.30- Pabellón 101	77
Tabla 63 Falla por aplastamiento, Piso 1	78
Tabla 64 Falla por aplastamiento, Piso 2	79
Tabla 65 Falla por aplastamiento, Piso 3	79
Tabla 66 Falla por tracción diagonal, Piso 1	80
Tabla 67 Falla por tracción diagonal, Piso 2.....	80
Tabla 68 Falla por tracción diagonal, Piso 3.....	81

Tabla 69 Falla por cizalle, Piso 1	81
Tabla 70 Falla por cizalle, Piso 2	82
Tabla 71 Falla por cizalle, Piso 3	82
Tabla 72 Comparación de la demanda - Resistencia del concreto – Pabellón 101	83
Tabla 73 Comparación de la demanda - Resistencia del concreto – Pabellón 101	84
Tabla 74 Resultados del nivel de vulnerabilidad Método AIS, Bloque 101	85
Tabla 75 Reporte de cortante para refuerzo de columna corta, Piso 1	86
Tabla 76 Reporte de cortante para refuerzo de columna corta, Piso 2	86
Tabla 77 Reporte de cortante para refuerzo de columna corta, Piso 3	86
Tabla 78 Interpretación: Refuerzo columna corta	87

Índice de figuras

Figura 1 Ficha de recolección de datos acorde al PIVR.....	14
Figura 2 Probabilidad de falla estimada acorde al puntaje estructural.....	15
Figura 3 Vulnerabilidad baja - Irregularidad en Planta.....	18
Figura 4 Vulnerabilidad baja – Irregularidad en altura	18
Figura 5 Vulnerabilidad baja – calidad de las juntas.....	18
Figura 6 Vulnerabilidad alta – Calidad de los Materiales	19
Figura 31 Curva de estimación de probabilidad de falla, Pabellón E	33
Figura 8 Vista extruida del Pabellón, (puntal diagonal de albañilería)	34
Figura 9 Diagrama de Fuerza axial – Sismo Estático eje N.....	37
Figura 10 Diagrama de Fuerza axial – Sismo Estático eje L	37
Figura 11 Diagrama de Fuerza axial – Sismo Estático eje J	38
Figura 12 Diagrama de Fuerza axial – Sismo Estático eje H.....	38
Figura 13 Diagrama de Fuerza axial – Sismo Estático eje G.....	39
Figura 14 Diagrama de Fuerza axial – Sismo Estático eje E	39
Figura 15 Diagrama de Fuerza axial – Sismo Estático eje C.....	40
Figura 16 Diagrama de Fuerza axial – Sismo Estático eje A.....	40
Figura 17 Reporte de resistencia C-1, Pabellón 101	45
Figura 18 Reporte de resistencia V-1, Pabellón 101	46
Figura 19 Vista de largo-ancho de edificio, Pabellón 101	48
Figura 20 Columna corta en Eje 2, Pabellón 101	52
Figura 21 Columna corta en Eje 1, Pabellón 101	52
Figura 22 Vista interior de muros y pórticos	54
Figura 23 Presencia de aberturas en fachada principal.....	62
Figura 24 Desplazamientos Dx – Sismo Estático X.....	64
Figura 25 Desplazamientos Dy – Sismo Estático Y.....	64
Figura 26 Desplazamiento, Sismo Estático X,.....	65
Figura 27 Desplazamiento, Sismo Estático Y,.....	65
Figura 28 Distorsión de entrepiso, Sismo Estático X,.....	66
Figura 29 Distorsión de entrepiso, Sismo Estático Y,.....	67
Figura 30 Desplazamientos Dx – Sismo Estático X, S/tabique.....	67
Figura 26 Desplazamiento, Sismo Estático X, S/tabique.....	68
Figura 28 Distorsión de entrepiso, Sismo Estático X,.....	69
Figura 29 Distorsión de entrepiso, Sismo Estático Y,.....	70
Figura 34 Concentración de tensiones y falla prematura en la “columna corta”.....	70
Figura 35 Diagrama de cortante eje 2B, Sismo Estático X,	71

Figura 37 Diagrama de cortante eje 2D, Sismo Estático X,	72
Figura 37 Diagrama de cortante eje 2F, Sismo Estático X,	72
Figura 38 Reporte grafico de cortantes en columnas cortas reforzadas Eje 2 Piso 1	75

Resumen

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo general “Determinar la vulnerabilidad sísmica de la I.E. Privada Justo Juez del distrito de Majes”. El tipo de estudio es aplicado, de nivel explicativo y un diseño no experimental, cuyo muestreo es del tipo no probabilística por conveniencia, y consta de un pabellón de 3 pisos. Respecto a los resultados de aplicación del método fema 154, se obtuvo una calificación igual a 0.30, siendo su probabilidad de colapso un 50.12% de daño, también se obtuvo reportes de ensayos no destructivos, obteniendo una demanda de resistencia a la compresión en vigas que supera a la resistencia reportada por ensayos de esclerometría, no cumpliendo con la expectativa de requerimiento, en el reporte de resistencia de columnas presentaron un mejor comportamiento, cuya resistencia supera a la demanda de $f'c$: 210 kgf/cm², con respecto a la evaluación del método de la AIS, se obtuvo un índice de vulnerabilidad del 29.17%, encontrándose dentro del rango de vulnerabilidad media. Finalmente se propuso incorporar aleros de concreto armado arriostrados a las columnas de pórticos para mitigar los excesos de cortante que estas puedan absorber por medio de las columnas cortas.

En conclusión, el pabellón se encuentra dentro de un rango de vulnerabilidad media, lo cual deberá ser mitigado con el procedimiento de reforzamiento estructural propuesto

Palabras Clave: Vulnerabilidad sísmica, AIS, Fema 154, propuesta de reforzamiento.

Abstract

The present research work has as general objective "Determine the seismic vulnerability of the I.E. Private Justo Judge of the district of Majes". The type of study is applied, with an explanatory level and a non-experimental design, whose sampling is of the non-probabilistic type for convenience, and consists of a 3-story pavilion. With respect to the results of applying the fema 154 method, a rating equal to 0.30 was obtained, so its probability of collapse is 50.12% damage, likewise non-destructive test reports were obtained, obtaining a demand for compression resistance in beams that exceeds the resistance reported by sclerometry tests, not meeting the requirement expectation, on the other hand, the results obtained from the column resistance report presented a better behavior, whose resistance is exceeding the demand of $f'c$: 210 kgf/cm², with respect to the evaluation of the AIS method, a vulnerability index of 29.17% was obtained, being within the range of medium vulnerability. Finally, it was proposed to incorporate reinforced concrete eaves braced to the frame columns to mitigate the shear excesses that these can absorb through the short columns.

In conclusion, the pavilion is within a range of medium vulnerability, which should be mitigated with the proposed structural reinforcement procedure.

Keywords: Seismic vulnerability, AIS, Fema 154, reinforcement proposal.

I. INTRODUCCIÓN

Esta investigación se encuentra orientada al estudio de las edificaciones de uso esencial, específicamente a Pabellones de Infraestructura Educativa en el distrito de Majes y la aplicación de la evaluación de la vulnerabilidad sísmica aplicando métodos convencionales. Estos métodos tienen como fin identificar el nivel de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones basado en su vulnerabilidad y probabilidad de falla.

La relevancia de estudiar este problema nace de los antecedentes naturales del país; casos como el ocurrido en noviembre de 1996 en Nazca, en donde 91 instituciones educativas se vieron afectadas por la incidencia de un Sismo de $M_w=7.5$, $M_b=6.5$. El daño de las instalaciones se concentró principalmente a la interacción de la columna y el separador adheridos de albañilería (zona de ventanas altas) conocidos como columna corta. Este acontecimiento produjo un cambio en el criterio de estructuración de las infraestructuras educativas, siendo el inicio de una secuencia de investigaciones por parte de dos figuras reconocidas en la ingeniería peruana, Ángel San Bartolomé y Antonio Blanco Blasco” (Vásquez López, y otros, 1999).

Por su parte, el efecto de columna corta era una singularidad propia de las primeras edificaciones educativas a nivel nacional; esta se originaba en aquellos muros paralelos de la fachada de las aulas adheridos a un sistema flexible de pórticos de concreto armado, o en su defecto, a una junta de separación sísmica insuficiente ubicada entre aquellas columnas que formaban el pórtico estructural y los muros de tabique de la instalación (San Bartolome, y otros, 2001 pág. 16).

“Cuando ocurre un sismo, las losas del techo arrastran las columnas lateralmente, provocando que ésta choque con la parte superior del antepecho de la ventana (miembro que es más rígido que la columna), provocando que la columna corta se deforme en un gran ángulo, haciendo que falle debido al corte. Al reducir su rigidez, el muñón eventualmente será aplastado ya que soporta cargas verticales que se vuelven excéntricas debido al desplazamiento lateral excesivo.” (San Bartolome, y otros, 2001 pág. 30)

“Así mismo la calidad de los materiales y un inadecuado análisis y diseño sísmico, conllevan a generar un índice de vulnerabilidad que a la larga conlleva al deterioro y fragilidad de la estructura” (San Bartolome, y otros, 2001 pág. 31)

“En el Perú no existe una normativa que permita esta importante labor, por lo que es necesario recurrir a la norma del ATC-21 de la FEMA 154, la misma que se adecuará para ser aplicada en nuestro medio y así poder tener una herramienta de evaluación llenando el vacío normativo en el Perú”. (Vásquez López , y otros, 1999)

En la ciudad de Majes, provincia de Caylloma, Surgen problemas de vulnerabilidad sísmica en la institución educativa Privada Justo Juez, porque presenta mal estado en algunos de los elementos estructurales (muro de carga) y no estructurales (muros huecos – tabiques) de los pabellones, aumentando la exposición y vulnerabilidad de la instalación ante un evento sísmico. Este problema presenta algunas patologías de gran notoriedad, como columna corta, debido a no encontrarse aislado del pórtico. Se produce por la acción de los fenómenos sísmicos naturales que se han producido en los últimos años, además de presentarse en forma continua, porque según el mapa de zonificación sísmico-geotécnica, la infraestructura está ubicada en áreas propensas a terremotos.

Testimoniando la realidad de la vida cotidiana, este estudio prioriza evaluar la vulnerabilidad sísmica de la infraestructura educativa privada Justo Juez en la comuna de Majes, en donde se tiene planteado emplear tres métodos que cumplan con las perspectivas que permita identificar las deficiencias estructurales, y que serán evidentes frente a cualquier movimiento sísmico.

Por esta razón se origina el interés por desarrollar la presente investigación basada en la EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA I.E. PRIVADA JUSTO JUEZ, DISTRITO DE MAJES – PROVINCIA DE CAYLLOMA – AREQUIPA, al tener como antecedente una construcción de más de 25 años como telón de fondo.

Como formulación del **problema general**, tenemos: ¿Cuál es la vulnerabilidad sísmica de la I.E. Privada Justo Juez del distrito de Majes? y como formulación de los **problemas específicos** tenemos: (1) ¿Cuál es la probabilidad de falla según el método FEMA 154 de la I.E. Privada Justo Juez?, (2) ¿Cuáles son los tipos de falla que se predecirían debido a la interacción tabique-pórtico, según

el método de demanda resistencia de la I.E. Privada Justo Juez?, (3) ¿Cuáles son los resultados de la demanda y resistencia del concreto en la I.E. Privada Justo Juez del distrito de Majes?, (4) ¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad sísmica según el método AIS, aplicado en la I.E. Privada Justo Juez?

La Justificación Social, se desarrolla con el fin de prever daños estructurales que puedan comprometer vidas humanas, así como también daños materiales en I.E. Privada Justo Juez del distrito de Majes, provincia de Caylloma – Arequipa.

La justificación técnica, Los pabellones ubicados en la I.E. Privada Justo Juez, evidencian patologías por columna corta, viga fuerte columna débil y al no contar con planos de construcción para verificar el estado situacional, se muestran vulnerables frente a sollicitaciones sísmica.

Como formulación del **objetivo general**, tenemos: Determinar la vulnerabilidad sísmica de la I.E. Privada Justo Juez del distrito de Majes y como formulación de los **objetivos específicos** tenemos: (1) Determinar la probabilidad de falla según el método FEMA 154 de la I.E. Privada Justo Juez, (2) Determinar los tipos de falla debido a la interacción tabique-pórtico, según el método de demanda resistencia de la I.E. Privada Justo Juez, (3) Determinar los resultados de la demanda y resistencia del concreto en la I.E. Privada Justo Juez del distrito de Majes, (4) Determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica según el método AIS, aplicado en la I.E. Privada Justo Juez, (5) Proponer un refuerzo estructural que permita mejorar el comportamiento sísmico de los pabellones en la I.E. Privada Justo Juez.

Como formulación de la **hipótesis general**, tenemos: Los pabellones de la I.E. Privada Justo Juez en la actualidad son sísmicamente vulnerables, presentando un nivel de vulnerabilidad alta, y como formulación de las **hipótesis específicas** tenemos: (1) La probabilidad de falla de los Pabellones de la I.E. Privada Justo Juez no es aceptable, presentando un nivel de vulnerabilidad alta, (2) Los pabellones de la I.E. Privada Justo Juez presentaran fallas por aplastamiento y tracción diagonal, debido a la interacción de la pared con pórtico, (3) La resistencia de los elementos resistentes de la I.E. Privada Justo Juez, se encuentran por debajo de los 210 kgf/cm², siendo la demanda de concreto requerida para

elementos estructurales, (4) El nivel de vulnerabilidad sísmica realizada en la I.E. Privada Justo Juez según el método AIS es alta, es decir que presenta una calificación mayor al 35%, (5) El refuerzo con varillas de fibra de vidrio y aleros de concreto armado permite incrementar la resistencia al corte en los muros de albañilería en la I.E. Privada Justo Juez.

II. MARCO TEÓRICO

Como **antecedentes internacionales**, según (Pizarro, y otros, 2021) en su **artículo científico**: *Un estudio de caso de dos métodos cualitativos para comparar la vulnerabilidad sísmica de edificios educativos*, de la Universidad Tecnológica Nacional, facultad Regional Mendoza-Argentina. El estudio propone como **objetivo general**: evaluar los niveles de vulnerabilidad sísmica de cuatro edificios educativos construidos entre 1950 y 1987 en una zona de alto riesgo sísmico de la región centro-norte de Mendoza, Argentina, a través de dos métodos cualitativos. Se considera dentro de su **metodología** el método científico del tipo aplicada. Según sus **resultados** puede el autor indica que puede considerarse una salida aceptable, sin embargo, para reiterar, los resultados entre los dos métodos pueden variar significativamente si el procedimiento FEMA P-154 se decide no ingresar al edificio que se está evaluando. Con respecto a la **conclusión** es que, para el caso de estudio analizado, el método del Índice de Vulnerabilidad (Iv) es suficiente, con base en las irregularidades encontradas en la edificación y generación de valores, en aplicaciones especiales, similar a FEMA P-154, con los siguientes resultados de aplicación en estos dos métodos, y en el caso del otro denominado método de observación experta, se puede concluir que el método IV (índice de vulnerabilidad) da un valor más preciso. Así mismo el autor **recomienda** que para futuras investigaciones se considere como primera opción el método IV para edificios de uso esencial, ya que proporciona un nivel de información para la aplicación de métodos cuantitativos.

Según (Sepulveda Castillo, 2018) en su tesis de maestría titulada: "ESTUDIO EXPERIMENTAL DE SOLUCIONES DE REPARACIÓN Y REFUERZO PARA MUROS DE ALBAÑILERÍA DE LADRILLOS CONFINADA", por la Universidad de Chile. Teniendo como **objetivo** desarrollar una investigación experimental en técnica de restauración y esfuerzo estructural de muros de albañilería de ladrillos confinada, dañadas por efecto sísmico. En la presente se utilizó la **metodología** de tipo aplicada y experimental. Obteniendo como **resultados** en los muros de prueba A1-1 A1-2 A1-3 A1-4 A1-5 A2 B1-1 B1-2 B1-3 B1-4 B1-5 B-2, contando con muros sano, muros agrietados y muros reparados, en el efecto de reparación los muros reforzados con concreto enchapen como antuco armado en los niveles de

agrietamiento diagonal de muros sanos se dio como una recuperación de 100% para albañilería de ladrillo en máquina y cerca de 135% en albañilería tipo chonchón. Las cargas máximas los muros reparados con enchape tiene 173% muros de máquina y 235% para ladrillo tipo chonchón, obtuvieron la recuperación de resistencia 173% de 100% respecto a los muros realizados en máquina y 235% de 135% con respecto a los muros de ladrillo chonchón. **La conclusión**; Todas las reparaciones estudiadas mostraron índices de recuperación significativos en los parámetros de resistencia y rigidez.

Según (Vargas Saltos, María Elena; Arroyo Orozco, Jorge; Vizconde Campos, Adalberto , 2018), en su artículo de investigación científica: Vulnerabilidad sísmica de casas unifamiliares existentes de una Región Urbano – Residencial en Anconcito, Ecuador, tuvo como **objetivo** determinar el grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas unifamiliares existentes de una zona urbano – residencial en Anconcito Ecuador. Se considera dentro de su **metodología** el tipo aplicada. Los **resultados** muestran que el 3,33% de las casas estudiadas son de vulnerabilidad sísmica baja, el 36,67% de las casas estudiadas son de vulnerabilidad sísmica media y el 60% de las casas estudiadas son de vulnerabilidad sísmica alta, lo que valida la hipótesis de investigación. Se **concluyó** El estado de las casas en el sector no cumple con los lineamientos de seguridad estructural en caso de un sismo de 8 o más en la escala de Richter, por lo que se buscó soluciones a través de planos sociales y constructivos de diseño de vivienda unifamiliar. con propiedades sismorresistentes. Con respecto a esta **recomendación**, de la experiencia del trabajo de investigación realizado, los principales daños que presentan algunas edificaciones, especialmente viviendas, en la costa ecuatoriana se deben a defectos o imperfecciones en su construcción. Los estudios de suelos existentes, diseños improvisados por dueños de casa construidos con recursos limitados, en la mayoría de los casos no pueden invertir en especialistas para administrar la obra, lo que genera deficiencias en los sistemas constructivos y supervisión técnica, además de la incapacidad para evitar o predecir eventos sísmicos de alta intensidad, por lo tanto, se recomiendan medidas apropiadas para evitar la pérdida de vidas tanto como sea posible. y minimizar los daños materiales de los terremotos, tanto a nivel profesional como social.

Según (Zora Mejía, y otros, 2019), en su artículo de investigación científica: Índice de Vulnerabilidad a Terremotos para Escuelas del Área Metropolitana de Medellín, Colombia, tuvo como **objetivo** evaluar Vulnerabilidad sísmica de inventarios escolares ubicados en Medellín, Itagui y Sabanetta, Colombia mediante la aplicación del método del índice de prioridad desarrollado por Hassan y Sözen. Se considera como **metodología** al método científico de su tipo de aplicación. Los **resultados** muestran que el índice de prioridad Se definieron tres niveles de daño con base en los valores del índice: daño severo o colapso ($PI \leq 0.25$), daño moderado ($0.25 \leq PI \leq 0.50$) y daño leve o sin daño ($PI > 0.50$). 61% de la estructura de investigación tienen alta prioridad cuando se espera que sufran daños graves o colapsen durante un terremoto. Se estima que el 30,5% de las edificaciones analizadas presentan daños moderados y el 8,5% de las edificaciones evaluadas pueden estar levemente dañadas o no, teniendo prioridad los resultados anteriores calculados en base al índice. La **conclusión** es que, de acuerdo con el método de índice de prioridad propuesto por Hassan y Sözen (1997), este estudio determinó que el 61% de las estructuras se evalúan como estructuras que pueden sufrir daños graves o colapsar en caso de un terremoto compatible con la amenaza. Estas estructuras fueron previamente clasificadas como prioridad, es decir, estructuras que requieren prontamente evaluaciones de vulnerabilidad detalladas para determinar las medidas necesarias para reducir su vulnerabilidad, reduciendo así el riesgo. Con respecto a las **recomendaciones**, el autor indica que las entidades gubernamentales pueden usar este enfoque para priorizar sus recursos identificando primero las escuelas que necesitan ser evaluadas.

Según (Orozco Orozco, 2019), en su tesis de grado para maestro en ciencias: Vulnerabilidad sísmica de edificios de mampostería confinada, mediante análisis no lineal de cargas laterales incrementales en Guatemala, Su **objetivo general** es: determinar cómo las curvas de fragilidad obtenidas a partir de análisis no lineales de parámetros experimentales en otros países sísmicos explican la fragilidad estructural de la mampostería confinada (MC) utilizando un **método** aplicando un tipo cuasi-experimental. Los **resultados** de la curva de fragilidad obtenidos por el modelo matemático del análisis de carga lateral incremental indican la probabilidad de falla de los edificios de mampostería confinada a diferentes niveles de espesor de pared y diferentes niveles de resistencia del material. Estos resultados pueden

compararse con los obtenidos experimentalmente, ya que las ecuaciones propuestas por Riahi (2007) para crear las curvas de la columna se basan en pruebas de laboratorio. La **conclusión** es que los datos obtenidos de la curva de vulnerabilidad se pueden reducir a fronteras empíricas, que tienen la posibilidad de ser medidos inmediatamente por instituciones o personal que quiera evaluar edificios CM. La Tabla LVIII resume el daño esperado como elementos de mampostería con un 10% de probabilidad de recuperación en 50 años para edificios de bloques de concreto de grado 1, 2 y 3, densidad 3 y resistencia a la compresión de grado 4 cuando ocurre un terremoto en Guatemala. Con respecto a estas **recomendaciones**, se debe implementar un sistema básico de medición de parámetros para edificios de mampostería cerrados en ciudades de todo el país para minimizar el daño esperado a los edificios pendientes. Entre estos parámetros, se midió la densidad "d/n" de los muros y la resistencia a la compresión de los bloques de hormigón.

Como **antecedentes nacionales**, según (Salazar Huamán, 2018), en su tesis para grado de maestro en ciencias: Vulnerabilidad sísmica de edificaciones en albañilería confinada en la ciudad de Jesús. El estudio estableció el siguiente **objetivo general**: determinar la vulnerabilidad sísmica de casas cerradas de mampostería en Jesús. El autor considero aplicar una **metodología** del tipo aplicada. Los **resultados** muestran que el 47% de las 30 casas de mampostería hermética analizadas en Jesús tienen alta vulnerabilidad sísmica que no se compara con los supuestos, la conclusión es que solo algunas casas en Jesús son susceptibles a terremotos. Fuerte terremoto. La **conclusión** es que solo algunas casas en la ciudad de Jesús son susceptibles a fuertes terremotos. En cuanto a las **recomendaciones**, para las viviendas que necesitan reparaciones o refuerzos, los propietarios deben consultar con un ingeniero civil antes de tomar medidas para que los expertos puedan detallar los procedimientos de reparación de la vivienda.

Según (Quiroz Rojas, 2018) ,en su tesis para optar el **grado de magister** en ingeniería civil: Vulnerabilidad sísmica de una edificación escolar típica módulo 780 Pre NDSR-1997 mediante modelos no lineales. El estudio estableció los siguientes **objetivos generales**: ayudar a mejorar la seguridad de los edificios educativos

existentes mediante el estudio de la vulnerabilidad sísmica. En cuanto a la **metodología es del tipo aplicada**. Como resultados se tiene que para el módulo 780 Pre NDSR 1997, el valor máximo de distorsión ronda el 0,60%, mientras que para el módulo 780 real estos valores superan el 2,5%. Valores similares para el daño esperado. En otras palabras, la distorsión máxima que puede producir un módulo 780 Pre NDSR 1997 es el 25% de la distorsión máxima producida por un módulo 780 real. La **conclusión** es que, en el módulo el desplazamiento del techo es de 34,65 mm, la deformación es del 0,56 %, la estructura es inestable y próxima al colapso y la tasa de falla supera el 74,49 %. En el módulo de tres pisos se detectó un desplazamiento del techo de 50,85 mm y una deformación final de 0,55 %, evidenciando que la inestabilidad estructural coloca a la instalación cerca del colapso, con un porcentaje de daño superior al 79,25%. Finalmente, la **recomendación** del autor gira entorno a la relevancia de implementar elementos de gestión de riesgo aplicados a proyectos de carácter público o privado.

Según (Maldonado Salvatierra, 2019), Recibió su Maestría en Ingeniería Civil en su tesis: Estimación de Funciones de Vulnerabilidad Sísmica de Edificios Basada en Procedimientos Probabilísticos. El estudio establece los siguientes **objetivos generales**: Ayudar a reducir la vulnerabilidad sísmica de los edificios mediante el uso de herramientas de modelado probabilístico. Con respecto a la **metodología** se ha considerado del tipo aplicada. De los **resultados** obtenidos se puede observar que si se presenta la Primero se forman rótulas plásticas en algunos elementos de la estructura con desplazamiento D menor a 0.008m, tendremos un 60% de vulnerabilidad en la estructura, lo que indica que la estructura está poco desarrollada y se han presentado fallas dúctiles y quebradizas. En cuanto a la **conclusión**, al finalizar el diseño estructural, es importante saber cuál es la ductilidad a la flexión y la capacidad máxima a la flexión de los miembros y comparar estos números con los requisitos de diseño. La presencia de ductilidad es una propiedad esencial que permite que la estructura absorba los efectos principales causados por los movimientos fortuitos del terreno (terremotos) sin derrumbarse. El momento de flexión se redistribuye a medida que aumenta la tensión de fluencia, por lo que la estructura debe ser lo suficientemente dúctil para

evitar la falla por fragilidad cuando la estructura entra en el rango no lineal. En cuanto a la propuesta, se puede ampliar el estudio para tomar en cuenta la incertidumbre de la capacidad estructural, la cual siempre tendrá una variación estadística considerando la variabilidad de parámetros fundamentales como la resistencia eléctrica y las propiedades geométricas del material.

Según (Reyes Virhuez, 2018), en su tesis para optar el **grado de magister** en ingeniería civil: Estudio analítico de vulnerabilidad sísmica de Edificios de Muros de Ductilidad Limitada (EMDL) en la costa central del Perú. El **objetivo general** de este proyecto es aportar a una mejora en el grado de seguridad de los hogares peruanos al evaluar los niveles de vulnerabilidad sísmica presente en los muros de las edificaciones estudiadas por medio de la Ductilidad Limitada en la Costa Central (EMDL). El estudio tiene una **metodología** aplicada, lo que significa que el estudio del método se desarrolló en el programa ATC-63 en Estados Unidos y se refleja en el siguiente informe: FEMA P-695 (2009) for Evaluating New Structural Systems y FEMA P-795 for Evaluating New Structural Systems (2011) Variación de componentes en sistemas estructurales convencionales. En el caso de EMDL, corresponde a un nuevo sistema estructural. De los **resultados** obtenidos, se puede observar que prevalece el estado de falla leve, ya que la aparición de las primeras fisuras se produce en pequeñas derivas entre capas, las cuales se expanden hasta que el muro es sometido a la carga máxima, luego de lo cual la capacidad resistente del muro ha disminuido. un rango pequeño, hasta que colapsa, por lo que el porcentaje de daño severo es limitado. Además, los muros se desempeñaron bien en terremotos raros, ya que solo el 8% de los muros se encontraban con daños irreparables. Sin embargo, para sismos muy raros, muchas estructuras se encuentran en un estado de desperfecto cercano al colapso, con un promedio del 20% de las paredes en un estado de desperfecto irreparable. En cuanto a la **conclusión**, EMDL ha cambiado poco en su tipología, ya que sus características han sido estandarizadas por factores normativos, sociales y económicos. Tienen en promedio las siguientes características: forman parte de los apartamentos de interés social, se componen de 4 apartamentos de 70 m² cada uno en 5 plantas.

Con respecto a la recomendación referida a la propuesta técnica y considerando la incertidumbre de la capacidad estructural, y la variabilidad de parámetros básicos como la resistencia del material, se deberá ampliar el alcance de la investigación empleando un análisis dinámico no lineal.

Según (Rodríguez Anaya, 2018), en su investigación a nivel de artículo científico: “Vulnerabilidad estructural ante riesgo sísmico de las viviendas de la subcuenca Chucchun – Carhuaz”, tuvo como **objetivo general** determinar la vulnerabilidad estructural de las viviendas ante la probabilidad de ocurrencia del peligro sísmico. En cuanto a su **metodología** se utilizó un diseño no experimental de corte transversal, utilizando como herramienta un cuestionario para realizar una encuesta a una muestra de 343 viviendas, para determinar la vulnerabilidad de las viviendas se utilizó el Proceso de Jerarquía Analítica (PAJ). Los **resultados** obtenidos muestran que las viviendas ubicadas en zonas arcillosas y de alta pendiente son más vulnerables y en riesgo de simio, esta información es consistente con la información de la IGP y se muestra en el sismograma peruano e información del Ministerio de Vivienda, Construcción y Ministerio de Vivienda del Perú. de Mapa de peligros para la salud. La **conclusión** es que la vivienda evaluada tiene un alto índice de vulnerabilidad, y considerando que el riesgo es el resultado de vincular la amenaza con la vulnerabilidad de los elementos expuestos, si ocurre un terremoto mayor, el riesgo es alto, por lo que producirá La región de la cuenca del río Chuchu ha sufrido un desastre con importantes pérdidas humanas y materiales.

Como bases teóricas debe iniciarse definiendo el concepto de vulnerabilidad sísmica. En este aspecto se tienen varios autores que aportan con ideas peculiares en el entendimiento de esta variable, como Yépez (2005), que hace mención del nivel de daño originado por el movimiento vibratorio, de traslación y torsión del suelo durante un evento sísmico a una intensidad específica. De forma complementaria, Amoroto (2014) lo describe como una propiedad inherente de las estructuras, caracterizada como su reacción ante un sismo y debiendo estudiarse desde la perspectiva de la causalidad, con el impacto del fenómeno evaluado en el nivel de daño que la estructura recibe. En este aspecto debe considerarse adicionalmente que la vulnerabilidad sísmica dependerá no solo de las características de la edificación a evaluar, sino también de su ubicación y las condiciones del terreno en el que esté asentada.

Por otro lado, la vulnerabilidad física de una instalación es definida como aquella tendencia, también inherente a las estructuras, de sufrir daños ante la incidencia de un sismo, y se encuentra directamente relacionado a sus características físicas y estructurales (Bonett Diaz, 2003). Para la evaluación de la vulnerabilidad física diferentes países han propuesto diferentes instrumentos, por ejemplo, en México se emplea el Método Fema 154, siendo este el más empleado por la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA) en los Estados Unidos; el Fema 154 es un instrumento de análisis cualitativo, en que se construye un índice para establecer si la edificación supervisada debe ser reforzada o no.

Sin embargo, estos métodos presentan ciertas limitaciones de aplicación bien indicados en sus instrucciones de aplicación; si los resultados obtenidos por e Fema 154 son menores o iguales a 2 (≤ 2) se debe emplear un método más detallado, incluyendo el análisis lineal de edificaciones. Si está en línea, no se requiere refuerzo. Si no está en línea, se debe realizar un análisis no lineal de la edificación” (Hernandez, y otros, 2011 pág. 7).

Si está en línea, entonces no se requiere refuerzo, si no cumple, debe ser claramente reforzado. Si el índice de este método es mayor o igual a 2 (≥ 2), no se requiere refuerzo. El índice 2 indica que la probabilidad de colapso de un edificio es de 1 a 100. Este método procesa tablas que contienen descripciones de edificios, que incluyen: ubicación, número de pisos, año de construcción, del edificio, nombre del edificio, propósito, fotos del edificio y elevación espacial usada para delinear los

planos de planta y las irregularidades internas. También cuenta con unos recuadros, que indicarán el uso, el número de personas que ocupan, el tipo de suelo, el tipo de elementos no estructurales, y los 15 tipos de estructuras a considerar. “Los introduciremos en base a los indicadores básicos. Para el riesgo sísmico local se propone un recuadro, en el que el factor de ajuste del índice básico se basa en las siguientes características: altura promedio (nivel 4-7), altura (nivel ≥ 8), elevación irregular, plano irregular, uso el primero Un ajuste del año de construcción antes de la regulación”. (Hernandez, y otros, 2011)

Para estas evaluaciones, hemos proporcionado información para su uso, y aunque fue hecha para los Estados Unidos, inferiremos esta información para la República del Perú. “Luego se da la tabla de ajuste del tipo de suelo, y finalmente se determina el Índice final a través del álgebra del valor involucrado. Una vez que se conoce este indicador final, se puede determinar si el edificio necesita refuerzo, o si se debe utilizar otro método, como se describe anteriormente. Tomaremos el uso del método cualitativo FEMA-154 como ejemplo para presentar los objetos constructivos de la obra” (Hernandez, y otros, 2011 pág. 19)

Como **dimensión 1**, Tenemos el método FEMA 154, que comentaba que, en 1988, la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA) emitió la primera edición del Informe FEMA 154, “Inspección Visual Rápida de Edificios con Posible Riesgo Sísmico. Con base en la clasificación anterior, este se considera un manual el cual identifica mediante una inspección visual rápida los edificios que presenta riesgos sísmicos potenciales” (Castro Herrera, 2019 pág. 78)

Según (Castro Herrera, 2019) ambos documentos fueron preparados bajo contrato por el Comité Técnico Aplicado (ATC) a pedido de FEMA. La primera edición de FEMA 154 (1988) describe un procedimiento de inspección visual rápida para identificar estructuras que podrían representar un riesgo de lesiones graves o la muerte o limitar severamente los servicios comunitarios en caso de un terremoto destructivo. En agosto de 1999, FEMA otorgó al Comité Técnico Aplicado (ATC) un contrato de dos años para actualizar el informe FEMA 154 y su documentación de respaldo al informe FEMA 155 publicado originalmente en 1988 (pág. 26)

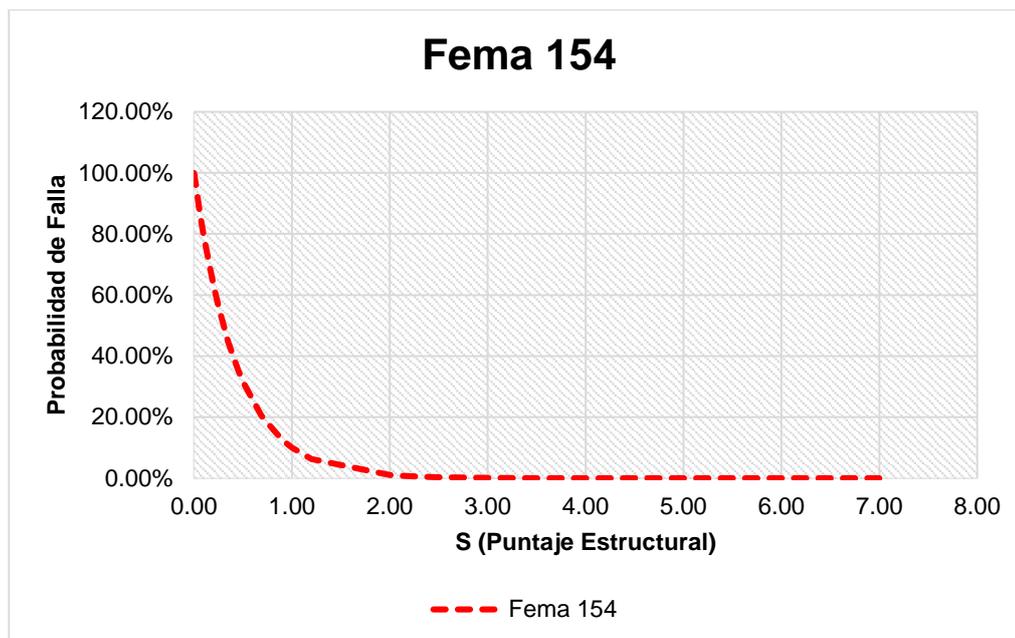


Figura 2 Probabilidad de falla estimada acorde al puntaje estructural.
Fuente: FEMA 154 (2002)

“La determinación de la puntuación final, S, se calcula sumando aritméticamente la puntuación básica y el valor del modificador. Esta puntuación final del edificio se registra en un formato de recopilación de datos”. (Hernandez, y otros, 2011 pág. 36)

Según (Castro Herrera, 2019), con base en esta información, así como el puntaje de corte seleccionado previo a la salida de campo, el evaluador decide si se requiere una evaluación detallada, la cual debe indicarse en el formulario seleccionando un círculo. en la opción "Sí" O No, esta opción aparece en la esquina inferior derecha de la hoja de trabajo (pág. 45).

Este enfoque conservador no plantea ningún problema si todos los tipos de edificios posibles seleccionados tienen valores por debajo de la puntuación de corte. Si el evaluador no está seguro de las opciones del sistema estructural, escriba "Desconocido" en "Tipo de edificio". La palabra significa que el validador o inspector no puede reconocerlo. En este caso, un profesional de diseño experimentado debe realizar un análisis detallado de la construcción (página 52)

- Comprender el puntaje promedio de los edificios comunitarios y la necesidad de restauración sísmica.

- Desarrollar una lista de edificios regionales para la evaluación de daños por terremotos. Asimismo, permite estimar posibles pérdidas por impacto (Castro Herrera, 2019 pág. 55)
- Desarrollar un plan de evaluación de daños estructurales y reparación antes del terremoto, y formular un plan de reconstrucción post-desastre de la misma manera (Castro Herrera, 2019 pág. 56)

Como **Dimensión 2**, tenemos al método de demanda resistencia, este es un método de análisis, el cual se basa en verificar los requerimientos sísmicos de la estructura y su resistencia, para finalmente compararlos entre sí; para la aplicación de este programa se basará en una metodología de uso común, descrita a continuación (Lopez Ramirez , 2020 pág. 42):

En primer lugar, la resistencia de la estructura será evaluada mediante los llamados criterios de falla simplificados, los cuales suelen ser evaluados por medio de fórmulas empíricas, incluyendo vigas, pilares y losas. Este análisis se realiza sobre el plano estructural de la edificación, el cual proporcionará la información requerida para el cálculo resistivo del mismo. (Lopez Ramirez , 2020)

Con el fin de comprobar la resistencia mecánica de los materiales de construcción, se realizará una prueba de dureza (ensayo de esclerómetro) para comprobar el trabajo de diseño del concreto propuesto en el plano de ingeniería estructural.

Como **indicador 2** tenemos a los tres tipos de falla contenidas por los tabiques y relacionadas a la incidencia de carga sísmica. Tales grupos de falla y sus respectivas resistencias (R), en propiedad de rotura del puntal, son descritas a continuación:

(a) Falla por aplastamiento R_c :

$$R_c = 0.12f'_m * D * t$$

(b) Falla por tracción diagonal R_t :

$$R_t = 0.85\sqrt{f'_m} * D * t$$

(c) Falla por cizalle R_s :

$$R_s = \frac{f_s * t * D}{1 - 0.4 * h/L}$$

Dónde:

R = resistencia última del puntal de albañilería (en kilogramos)

L, h, t = longitud, altura y espesor del tabique, respectivamente (cm)

$$D = \sqrt{L^2 + h^2}$$

f'_m = resistencia característica a compresión axial de la albañilería (en kg/cm²).

f_s = resistencia última a cizalle de la albañilería = 4 kg/cm²

Como **indicador 3** se manejará el índice de rebote. Esta propiedad es el resultado de aplicar un ensayo no destructivo de uso cada vez más extendido en estructuras de hormigón gracias a su mínima incidencia en su funcionamiento, sin requerir el aislamiento o detención en el uso de las instalaciones. (F.ORTEGA, 2007 pág. 22)

Adicionalmente debe preverse la necesidad de emplear medidas de campo en conjunto con estudios de laboratorio no destructivo; aplicar ensayos de probetas de hormigón por medio del esclerómetro, por ejemplo, ha ganado fama como un análisis rápido y no destructivo para la estimación de la resistencia presente en las estructuras de este tipo. "Como un dispositivo robusto, es seguro de operar y muy simple de operar, lo que permite pruebas no destructivas tanto en el laboratorio como en el campo" (HERNÁNDEZ A., y otros pág. 9).

Como **dimensión 3** del método AIS, "Este método de evaluación se rige por el Manual de la Sociedad de Ingeniería Sísmica de Colombia, que detalla cada aspecto, consideración y parámetro. La evaluación se basa en observaciones detalladas del sitio que requieren conocimientos básicos de ingeniería de resistencia sísmica. Cada La evaluación de los parámetros se realiza en tres

niveles: bajo, medio y alto, por lo que determinamos un índice de vulnerabilidad general para cada vivienda a modo de evaluación” (Carpeta Peña, 2014 p. 84)



Figura 3 Vulnerabilidad baja - Irregularidad en Planta
Fuente: (AIS, 1998)

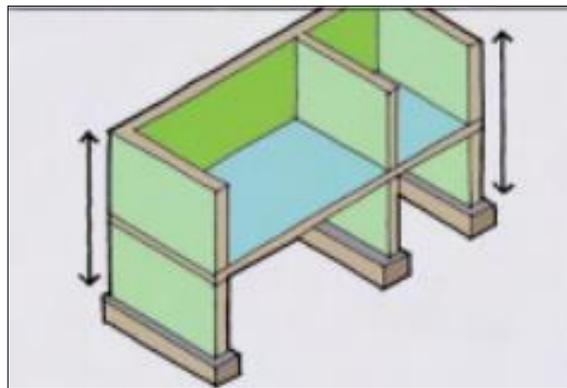


Figura 4 Vulnerabilidad baja – Irregularidad en altura
Fuente: (AIS, 1998)



Figura 5 Vulnerabilidad baja – calidad de las juntas
Fuente: (AIS, 1998)

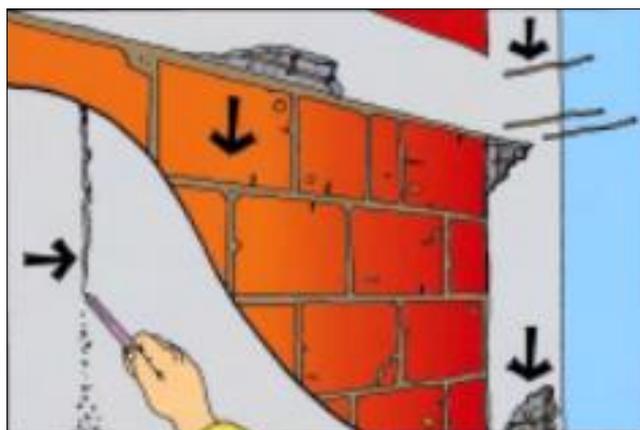


Figura 6 Vulnerabilidad alta – Calidad de los Materiales
Fuente: (AIS, 1998)

Como **indicador 4** “tenemos a los niveles de vulnerabilidad, estando estos categorizado por 3 niveles, referidos a la vulnerabilidad baja cuya calificación será menor al 15%, vulnerabilidad media, que estará por debajo de un 35% y vulnerabilidad alta que su nivel de calificación supera el 35%” (Carpeta Peña, 2014 pág. 85)

Como **dimensión 4** “tenemos a los métodos de reforzamiento, hay diferentes métodos y sistemas de refuerzo, y siempre que se cambia la capacidad portante del edificio, hay cambios en la rigidez, la resistencia, la ductilidad” (Arana Almanza, Joel pág. 31).

Los métodos de refuerzo se clasifican según los aumentos de resistencia, rigidez y ductilidad, véanse las tablas 1 y 2.

Tabla 1 Incremento de resistencia y ductilidad

Incremento de resistencia	Incremento de ductilidad	Unión de resistencia y ductilidad
Muros de pórticos, corte	Muro de corte	Reforzamiento de cimentación
Muros laterales a la columna	Estructura en Armadura	Sumatoria de muros laterales a las columnas
Evitar paños con muros de albañilería	Refuerzo de columnas y vigas	Reducción de carga muerta

Fuente: Arana, 2018

En la Tabla 2 detalla los sistemas de refuerzo que aumentan la rigidez y la resistencia a través de losas de hormigón armado, revestimientos de hormigón, etc.

Tabla 2 Sistemas de reforzamiento estructural

Incremento de la resistencia y rigidez	Modifica la respuesta sísmica de la estructura
Placas de concreto armado	Aisladores sísmicos
Encamisado de concreto	
Contrafuertes	
Arriostramiento metálico	Disipadores de energía
Adición de perfiles metálicos	
Encamisado metálico	

Fuente: Arana, 2018

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

3.1.1 Tipo de investigación

Aplicada con enfoque cuantitativo:

Para (Hernández Mendoza, y otros, 2020) es del tipo aplicado porque la investigación resolverá el problema y se basa en los hallazgos y soluciones de una investigación ordenada (p. 42)

El presente trabajo será del tipo aplicada, ya que se empleará estudios de ingeniería civil con el fin de ser desarrollados para Evaluar el efecto de columna corta en los pabellones de la I.E. Privada Justo Juez, ubicado en el Distrito de Majes, Provincia de Caylloma, y brindar soluciones a la problemática.

3.1.2 Nivel de estudio:

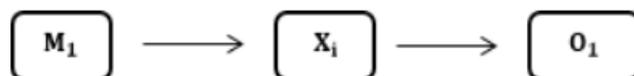
Descriptivo: Porque se observarán los hechos como se muestran de manera natural, para poder examinarlos.

3.1.3 Diseño de la investigación no experimental- transversal:

Se utilizará el diseño no experimental- transversal.

No experimental: Puesto que se observarán los hechos como se muestran de manera natural, para poder examinarlos.

Transversal: Puesto que los datos se recolectan en un tiempo determinado (Hernández, 2014, pág. 22).



M1: Área del nivel secundario la I.E. Justo Juez

X1: Vulnerabilidad sísmica

O1: Resultados del análisis (nivel de vulnerabilidad)

3.2 Variables y operacionalización

“Una variable es una propiedad que puede fluctuar, cuyos cambios pueden ser medidos u observados” (Fernández y Baptista, 2014, p. 105) De acuerdo con la explicación brindada, la investigación propone una variable: la vulnerabilidad sísmica.

Definición conceptual de la variable

Vulnerabilidad sísmica:

“La vulnerabilidad sísmica se refiere al grado o medida en que una edificación es susceptible de sufrir daños debido a daños causados por el hombre durante un sismo, según las características de diseño de la estructura, la calidad de los materiales y el tipo de tecnología en la construcción”. (Bonett Diaz, 2003)

Definición operacional de la variable

Vulnerabilidad sísmica:

Se realizará por los métodos: FEMA 154, AIS y Demanda Resistencia, este último se basa en el análisis Estático que “representa las sollicitaciones sísmicas mediante un conjunto de fuerzas horizontales actuando en cada piso del edificio y un modelado estructural que idealiza la geometría de la estructura, como las condiciones de acción y apoyo, a través de modelos apropiados” (Carpeta Peña, 2014 pág. 77)

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Vulnerabilidad Sísmica	La Vulnerabilidad sísmica, es el grado o la medida en que un edificio es susceptible de sufrir daños, a causa del hombre, durante un sismo, según las características del diseño de la estructura, la calidad de los materiales y del tipo de tecnología en la construcción.	Se realizará a través de: FEMA 154, AIS y demanda resistencia, este último basado en análisis estático, representando las solicitudes sísmicas a través de un conjunto de fuerzas horizontales que actúan en cada piso del edificio, y a través del modelado estructural, que idealiza la geometría de la estructura, como el movimiento y las condiciones de apoyo utilizando un modelo adecuado.	D1: Método Fema 154	- Probabilidad de falla	Razón
			D2: Método Demanda resistencia	- Tipos de falla - Índice de rebote de concreto	Razón Razón
			D3: Método AIS	- Nivel de vulnerabilidad	Intervalo
			D4: Método de reforzamiento	- Reforzamiento con varillas de fibra de vidrio - Reforzamiento por encamisado de concreto	Razón Razón

3.3 Población, muestra y muestreo

a) Población:

Según (Hernández, Fernández, 2014 p. 168) la población involucra a aquel conjunto de individuos o elementos cuyas características serán evaluadas durante el transcurso de la investigación, es decir, son la fuente principal de la información a analizar durante el proceso investigativo. El análisis inicia con la investigación de datos (pág. 165).

A razón de ello, la población construida en la presente investigación está conformada por los pabellones de la I.E. Privada Justo Juez del distrito de Majes, Provincia de Caylloma, Departamento de Arequipa.

b) Muestra:

Según (Hernández, Roberto; Fernández, Carlos, 2014), la muestra es aquel subconjunto propio de la población que, aun siendo solo un porcentaje, aún mantiene representatividad total de las características de interés en el estudio a realizar. En este aspecto, el tamaño muestral por lo general se sustenta en bases probabilísticas, a fin de establecer la integridad de las características en una proporción válida para extender los resultados encontrados en esta, sin embargo, debido a limitaciones de diferente aspecto (capacidad, presupuesto, alcance) se describen también las denominadas muestras dirigidas, en las que los elementos que la componen son seleccionados por el investigador en base a sus características de interés (pág. 170).

Aun cuando existen un sustento menos mecanizado, el resultado de la selección es propio de un análisis objetivo según las características y capacidades de investigación. Por ello, la muestra tomada para el presente proyecto corresponde al Pabellón 101 de la I.E. Privada Justo Juez del distrito de Majes, Provincia de Caylloma, Departamento de Arequipa.

c) Muestreo

Para el caso, debido a las limitaciones en el alcance y los recursos disponibles, se ha decidido tomar la muestra por medio de un muestreo no probabilístico. Según (Valderrama Mendoza, 2013), se menciona el muestreo no probabilístico para tomar grupos de una población como singularidades

donde la elección planteada de estos elementos depende directamente de las características del estudio y de los requerimientos a evaluar.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

a) Técnicas

Para (Hernández, Fernández & Baptista, 2010), las técnicas para la recolección de datos corresponden a la metodología empleada por el investigador para obtener la información requerida para el estudio de las variables objetivo sobre la muestra elegida; es imprescindible el correcto establecimiento de esta, en conjunto con el instrumento adecuado, a fin de objetivar la recolección de información y permitir obtener solo lo estrictamente necesario (pág. 196)

Para el caso, el presente proyecto se sustenta en la aplicación del registro documental como técnica de recojo de datos, pues se realizará una selección de datos con respecto al fenómeno de estudios y procedimientos implicados obtenido por medio de los registros propios de la zona de estudio. Adicionalmente se emplearán técnicas de campo y observación, a fin de poder establecer las condiciones directas del sujeto de estudio y poder relacionarlo a los conceptos analíticos presentes en la teoría.

b) Instrumento: Fichas de recolección de datos

El instrumento, asociado directamente a la técnica de recolección de datos elegida, corresponde a la herramienta puntual que permitirá la recolección de datos requeridos para construir las características de la variable de estudio (Reyes Meza & Sánchez Carlessi, 2006, p. 153)

Según (Valderrama ,2013), las herramientas de investigación adecuadas permiten la realización de observaciones convenientes sobre la muestra estudiada. A razón de ello, la presente investigación propone como herramientas a emplear la ficha técnica, la hoja de cálculo y la aplicación de softwares de ingeniería para el análisis posterior (pág. 194)

Para la construcción adecuada del instrumento, debe tenerse en cuenta lo mencionado por Hurtado (2015), que establece que la efectividad de la herramienta estará sometida a su capacidad de cuantificar correctamente el

margen de medición de los indicadores de la variable para los que fue diseñado, y será construido en función a los principios objetivos del investigador (pág. 4). Para el caso, se han construido los siguientes formatos de recolección de datos:

- Formato Ensayo de Esclerometría
- Formato de evaluación normado en la metodología FEMA
- Formato de evaluación Método AIS

3.4.1 Validez de instrumentos de investigación

La validez se encuentra relacionada directamente a qué tan útil es el instrumento para medir únicamente los datos de la variable que se plantea estudiar (MARTÍNEZ LANZ, 2011 pág. 76).

Existen varias formas diferentes de realizar una validación de instrumentos; un análisis cuantitativo estadístico a fin de reconocer, por medio de tablas y gráficos probabilísticos la validez de los ítems en relación unos con otros.

Por otro lado, la validación más usual, y la empleada en el presente proyecto, corresponde a la validación por expertos, en donde un grupo de profesionales especialistas del área a estudiar evalúa ítem por ítem el instrumento construido y su capacidad de recolectar, objetivamente, los datos requeridos.

Los resultados de la validación en la presente investigación se definen en las siguientes tablas.

Tabla 3. Rangos y Magnitud de Validez

Rangos	Magnitud
0.81 a 1	Muy Alta
0.60 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja
0.01 a 0.20	Muy Baja

Fuente: (Bolívar , 2005 pág. 12)

Tabla 4. Coeficiente de Validez por Juicio de Expertos

Validez	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Promedio
(1)	0.77	0.70	0.73	0.736
(2)	0.83	0.77	0.77	0.791
(3)	0.70	0.73	0.70	0.714
Índice de Validez				0.747

Fuente: (25 pág. 27)

Tabla 5. Juicio de Expertos

N° EXPERTO	NOMBRE DE EXPERTOS	PERFIL PROFESIONAL	CARGO	COLEGIATURA
EXPERTO 1	Ing. Daniel M. Gonzales Arce	Ingeniero Civil	Gerente DGA Laboratorio	N° CIP 256786
EXPERTO 2	Ing. Luis Alberto Quispe Calloapaza	Ingeniero Civil	Supervisor de Obras	N° CIP 77301
EXPERTO 3	Ing. Ronald L. Castillo Montenegro	Ingeniero Civil	Supervisor de obras	N° CIP 266189

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 6. Resumen de validez para reporte de índice de rebote – esclerómetro

Ítem	EXPERTOS			SUMA DE ACUERDOS	VALIDEZ	DESCRIPCIÓN
	1	2	3			
01	3	2	2	7	0.78	Alta
02	2	2	2	6	0.67	Alta
03	2	2	2	6	0.67	Alta
04	3	2	3	8	0.89	Muy Alta
05	2	2	2	6	0.67	Alta
06	2	2	2	6	0.67	Alta
07	2	2	2	6	0.67	Alta
08	2	2	2	6	0.67	Alta
09	3	3	3	9	1.00	Muy Alta
10	2	2	2	6	0.67	Alta
					0.736	Alta

Fuente: Elaboración Propia – Anexo (Validación de instrumentos)

La validación por medio de juicio de expertos dio como resultado un valor promedio de 0.736 para el primer instrumento, pudiéndose interpretar como una validez de nivel alto.

Tabla 7. Resumen de validez para reporte del método Fema 154

Ítem	EXPERTOS			SUMA DE ACUERDOS	VALIDEZ	DESCRIPCIÓN
	1	2	3			
01	3	2	2	7	0.78	Alta
02	2	2	2	6	0.67	Alta
03	3	3	3	9	1.00	Muy Alta
04	2	2	2	6	0.67	Alta
05	3	2	2	7	0.78	Alta
06	2	2	2	6	0.67	Alta
07	2	2	2	6	0.67	Alta
08	2	2	2	6	0.67	Alta
09	3	3	3	9	1.00	Muy Alta
10	3	3	3	9	1.00	Muy Alta
					0.791	Alta

Fuente: Elaboración Propia – Anexo (Validación de instrumentos)

La validación por medio de juicio de expertos dio como resultado un valor promedio de 0.791 para el primer instrumento, pudiéndose interpretar como una validez de nivel alto.

Tabla 8. Resumen de validez para reporte del método AIS

Ítem	EXPERTOS			SUMA DE ACUERDOS	VALIDEZ	DESCRIPCIÓN
	1	2	3			
01	2	2	2	6	0.67	Alta
02	2	2	2	6	0.67	Alta
03	2	3	3	8	0.89	Muy Alta
04	2	2	2	6	0.67	Alta
05	2	2	2	6	0.67	Alta
06	2	2	2	6	0.67	Alta
07	2	2	2	6	0.67	Alta
08	2	2	2	6	0.67	Alta
09	3	3	2	8	0.89	Muy Alta
10	2	2	2	6	0.67	Alta
					0.714	Alta

Fuente: Elaboración Propia – Anexo (Validación de instrumentos)

La validación por medio de juicio de expertos dio como resultado un valor promedio de 0.714 para el primer instrumento, pudiéndose interpretar como una validez de nivel alto.

3.4.2 Confiabilidad de instrumentos de investigación

De forma complementaria a la validación, el análisis de fiabilidad es imprescindible en la sustentación de solidez de los datos obtenidos. La fiabilidad de los resultados obtenidos por un instrumento está relacionados al grado en que este, puede replicar los mismos valores al usarse de forma reiterada en las mismas condiciones, dependiendo por ello, de la muestra de estudio (MARTÍNEZ LANZ, 2011 pág. 76)

Los rangos de fiabilidad se evalúan generalmente por medio de la prueba estadística alfa de Cronbach, Sus resultados se puntúan del 0 al 1 y el nivel de fiabilidad se da en relación a los datos presentes en la tabla 9.

Tabla 9. Rango y Confiabilidad para el Instrumento

Rango	Confiabilidad (dimensión)
0.90 – 1	Excelente
0.80 – 0.90	Bueno
0.70 – 0.80	Aceptable
0.60 – 0.70	Débil
0.50 – 0.60	Pobre
0 – 0.50	Inaceptable

Fuente: Valoración de la fiabilidad de ítems según el coeficiente alfa de Cronbach

El procedimiento para el análisis de la fiabilidad inició con la importación de los resultados obtenidos por medio del esclerómetro para el estudio de las columnas y vigas; con estos, se construyó la fiabilidad del equipo y el margen de error obtenido en los datos.

Posteriormente, por medio del software IBM SPSS V.25 se construyó la base de datos con los registros construidos en el paso anterior, para, finalmente, calcular el Alfa de Cronbach sobre la data total. Debe aclararse que al emplearse esta prueba estadística para la fiabilidad, los ítems tuvieron que sostener una condición de respuesta politómica, para posteriormente ser evaluados por medio de la ecuación 3.1.

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left(1 - \frac{\sum S_i^2}{\sum S_t^2} \right) \quad (3.1)$$

Dónde:

α : Coeficiente alfa de Cronbach

K: Numero de ítems

$\sum Si^2$: Sumatoria de las varianzas de los ítems

$\sum St^2$: Varianza de la suma de ítems

Columnas de concreto armado:

Tabla 10. Resumen de procesamiento columnas

		N	%
Casos	Válido	12	100,0
	Excluido ^a	0	,0
	Total	12	100,0

Fuente: SPSS Statistics

Tabla 11. Alfa de Cronbach columnas

Alfa de Cronbach	N de elementos
,917	13

Fuente: SPSS Statistics

Tabla 12. Alfa de Cronbach por elemento columnas

	Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
VAR00001	411,0000	274,364	,367	,919
VAR00002	410,5833	256,265	,623	,912
VAR00003	411,5833	254,629	,484	,917
VAR00004	411,6667	266,242	,474	,916
VAR00005	411,5000	242,636	,757	,906
VAR00006	411,7500	241,114	,760	,906
VAR00007	411,5000	228,636	,823	,903
VAR00008	410,6667	261,515	,448	,918
VAR00009	410,5833	247,174	,757	,907
VAR00010	411,3333	253,515	,620	,912
VAR00011	411,7500	223,295	,811	,904
VAR00012	411,2500	249,114	,727	,908
VAR00013	410,8333	235,061	,746	,906

Fuente: SPSS Statistics

Con respecto a las columnas de concreto armado, el análisis de fiabilidad de los datos obtenidos por medio de la ficha de índice de rebote para columnas en los segmentos de piso 1 y 2, la confiabilidad obtenida es del 91.70%, lo que representa un nivel excelente de confiabilidad.

Vigas de concreto armado:

Tabla 13. Resumen de procesamiento vigas

		N	%
Casos	Válido	12	100,0
	Excluido ^a	0	,0
	Total	12	100,0

Fuente: SPSS Statistics

Tabla 14. Alfa de Cronbach vigas

Alfa de Cronbach	N de elementos
,896	13

Fuente: SPSS Statistics

Tabla 15. Alfa de Cronbach por elemento vigas

	Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
VAR00001	432,9167	256,447	,590	,890
VAR00002	431,8333	252,333	,441	,896
VAR00003	432,0833	244,083	,539	,892
VAR00004	432,4167	224,811	,756	,880
VAR00005	433,0833	265,174	,327	,899
VAR00006	432,0000	234,727	,768	,880
VAR00007	431,6667	229,333	,798	,878
VAR00008	431,2500	230,750	,697	,884
VAR00009	432,0000	243,091	,589	,889
VAR00010	431,5000	258,636	,641	,889
VAR00011	432,2500	265,477	,559	,893
VAR00012	431,6667	268,061	,262	,902
VAR00013	431,3333	220,424	,876	,873

Fuente: SPSS Statistics

En relación al análisis realizado sobre las vigas, el instrumento denominado ficha de índice de rebote recolectó unos resultados evaluados en una confiabilidad del 89.6%, lo que representa un nivel bueno de confiabilidad.

3.5 Procedimientos

Se recopilará la información empleando diversas encuestas y evaluando la I.E. Privada Justo Juez, seguidamente se realizara el levantamiento estructural para determinar las dimensiones físicas de cada pabellón, de tal manera que se determine el grado de vulnerabilidad sísmica en que se encuentre la estructura, todo ello con la finalidad de determinar la probabilidad de falla por el método fema 154 y el nivel de vulnerabilidad por el método AIS, con respecto al método de demanda resistencia será necesario identificar los factores sísmicos. Posterior a ello se realizará un modelo matemático de los edificios con el apoyo del método de análisis estático donde se podrá determinar la resistencia y rigidez de los elementos estructurales a través del ensayo de esclerometría, debemos indicar que con el análisis podremos determinar las patologías existentes para plantear una técnica de reforzamiento estructural, acorde a sus necesidades.

3.5.1 Fema 154: Pabellón 101

En este apartado se presenta el resultado obtenido de la evaluación realizada al pabellón 101 de la I.E Privada Justo Juez. Asimismo, con respecto al cálculo del puntaje obtenido para el bloque evaluado, se muestra en los Anexos.

Descripción	Datos
Pabellón	101
Año de Construcción	1995
Uso	Aulas
Sistema Estructural	mampostería reforzada con diafragma rígido
Número de Pisos	3
Puntaje final "S"	0.30

Tabla 16 Reporte de Pabellón 101, según Fema 154
Fuente: Elaboración Propia

El pabellón evaluado consta de un sistema estructural (RM2) para uso educativo de estudiantes de secundaria, el cual se define como mampostería armada en la dirección de fachada y por muros de mampostería constreñida en la dirección vertical.

La cubierta está formada por losas de hormigón armado aligeradas. Nuevamente el puntaje final S fue de 0.30, el cual se obtuvo llenando el formulario de inspección visual Fema 154 y de acuerdo a las instrucciones de nuestro anexo, el valor de probabilidad de falla fue de 50.12%. Considerando que el valor del puntaje de corte es $S_0=2$, lo que significa que la probabilidad de falla es de 1.00%, se concluye que la probabilidad de falla del Hall 101 es inaceptable. Además de estar catalogada como de **alta vulnerabilidad**.

Probabilidad de falla	S (puntaje estructural)	Equivalencia a $10^{\wedge}S$	Conversión
63.10%	0.20	1.58	0.63
56.23%	0.25	1.78	0.56
50.12%	0.30	2.00	0.50
44.67%	0.35	2.24	0.45
39.81%	0.40	2.51	0.40

Tabla 17 Probabilidad de falla para S:0.70- Pabellón E
Fuente: Elaboración Propia

PROBABILIDAD DE FALLA
Para una puntuación final S hay una probabilidad de 1 en $10^{\wedge}S$

Probabilidad de colapso	S (puntaje estructural)	Equivalencia $10^{\wedge}S$	Conversion
100.00%	0.00	1.00	1.00
94.41%	0.03	1.06	0.94
89.13%	0.05	1.12	0.89
87.10%	0.06	1.15	0.87
85.11%	0.07	1.17	0.85
83.18%	0.08	1.20	0.83
79.43%	0.10	1.26	0.79
70.79%	0.15	1.41	0.71
63.10%	0.20	1.58	0.63
56.23%	0.25	1.78	0.56
50.12%	0.30	2.00	0.50
44.67%	0.35	2.24	0.45
39.81%	0.40	2.51	0.40
35.48%	0.45	2.82	0.35
25.12%	0.60	3.98	0.25
20.89%	0.68	4.79	0.21
19.95%	0.70	5.01	0.20
15.85%	0.80	6.31	0.16
12.59%	0.90	7.94	0.13
10.00%	1.00	10.00	0.10
7.94%	1.10	12.59	0.08
6.31%	1.20	15.85	0.06310
5.01%	1.30	19.95	0.05012
3.98%	1.40	25.12	0.03981
3.16%	1.50	31.62	0.03162
2.51%	1.60	39.81	0.02512
2.00%	1.70	50.12	0.01995
1.00%	2.00	100.00	0.01000
0.79%	2.10	125.89	0.00794
0.50%	2.30	199.53	0.00501
0.32%	2.50	316.23	0.00316
0.100%	3.00	1000.00	0.00100
0.050%	3.30	1995.26	0.00050
0.032%	3.50	3162.28	0.00032

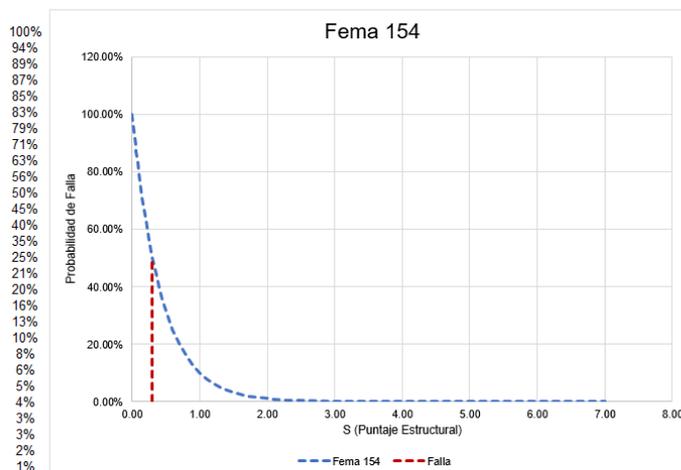


Figura 7 Curva de estimación de probabilidad de falla, Pabellón E
Fuente: elaboración propia

3.5.2 Verificación de fallas por la interacción tabique – pórtico

Para la verificación correspondiente al presente ítem, se evaluará uno a uno el grupo de fallas y resistencias anteriormente mencionadas para los tabiques. Este conjunto ya fue descrito con anterioridad, pero se mencionan brevemente a continuación:

En primer lugar, la nomenclatura respectiva corresponde a la siguiente:

R = Resistencia última del puntal de albañilería (en Kgf)

L, h, t = Longitud, altura y espesor del tabique, respectivamente (en cm).

$$D = \sqrt{L^2 + h^2}$$

f_m = Resistencia característica a compresión axial de la albañilería (en Kg/cm²).

f_s = Resistencia ultima a cizalle de la albañilería = 4 kg/cm²

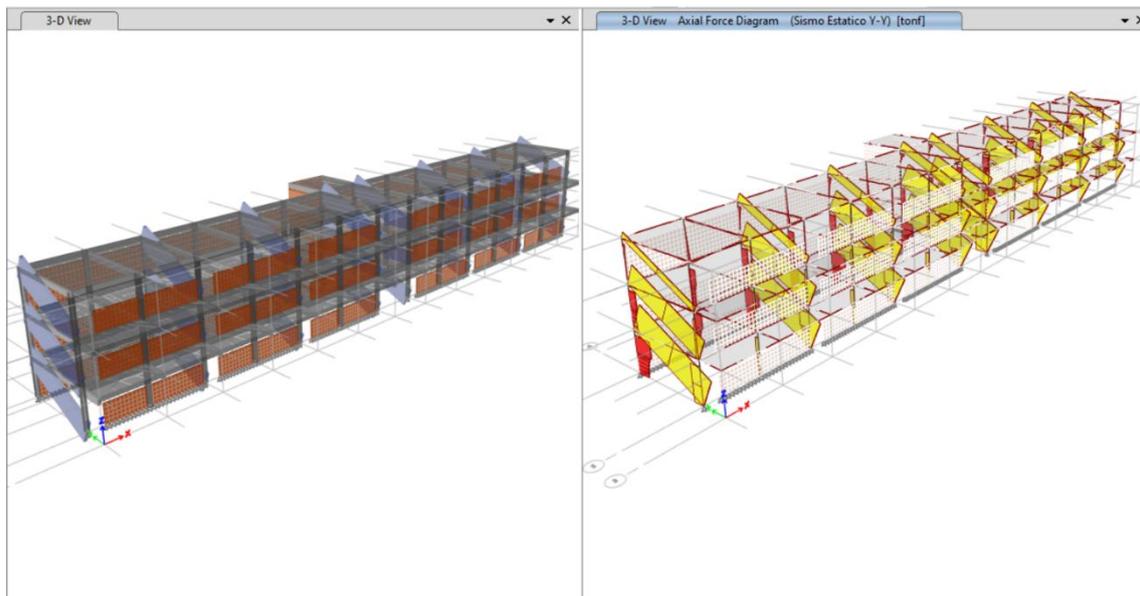


Figura 8 Vista extruida del Pabellón, (puntal diagonal de albañilería)
Fuente: Análisis Etabs V19

Posteriormente se realizó la verificación de la interacción muro de mampostería con pórtico de concreto armado mediante el chequeo de fallas por carga sísmica contenida en el plano del tabique. Estos se plantean a continuación:

3.5.2.1 Verificación por Aplastamiento (R_c) Piso 1 $e=0.23m$

Las fallas por aplastamiento se presentan en las esquinas del tabique, generando un proceso de triturado sobre los ladrillos de soporte. En este aspecto, la resistencia última del puntal será calculado en el piso 1 con el siguiente procedimiento:

$$R_c = 0.12 * f'_m * D * t$$

$$R_c = 0.12 * 35 * 715.63 * 23$$

$$R_c = 69.13 \text{ tnf}$$

Número de Pisos	3		
Verificación	Falla por aplastamiento		
Punto (Piso 1)	R_c resistente (Tonf)	R_c demandante (Tonf)	Evaluación
Eje A	69.13	75.74	El muro falla por aplastamiento
Eje C	69.13	81.36	El muro falla por aplastamiento
Eje E	69.13	82.87	El muro falla por aplastamiento
Eje G	69.13	88.39	El muro falla por aplastamiento
Eje H	69.13	89.19	El muro falla por aplastamiento
Eje J	69.13	86.33	El muro falla por aplastamiento
Eje L	69.13	87.62	El muro falla por aplastamiento
Eje N	69.13	84.07	El muro falla por aplastamiento
El R_c resistente $\geq R_c$ demandante			El Muro No presenta falla por aplastamiento
El R_c resistente $\leq R_c$ demandante			El Muro presenta falla por aplastamiento

Tabla 18 Falla por aplastamiento, Piso 1
Fuente: Elaboración Propia

3.5.2.2 Verificación por Aplastamiento (R_c) Piso 2 y 3 $e=0.23m$

Las fallas por aplastamiento se presentan en las esquinas del tabique, generando un proceso de triturado sobre los ladrillos de soporte. En este aspecto, la resistencia última del puntal será calculado en los pisos 2 y 3 con el siguiente procedimiento:

$$R_c = 0.12 * f'_m * D * t$$

$$R_c = 0.12 * 35 * 715.63 * 23$$

$$R_c = 69.13 \text{ tnf}$$

Número de Pisos	3		
Verificación	Falla por aplastamiento		
Punto (Piso 2)	R_c resistente (Tonf)	R_c demandante (Tonf)	Evaluación
Eje A Máximo	69.13	56.10	No Falla por aplastamiento
Eje C Máximo	69.13	64.65	No Falla por aplastamiento
Eje E Máximo	69.13	66.15	No Falla por aplastamiento
Eje G Máximo	69.13	71.06	Falla por aplastamiento
Eje H Máximo	69.13	70.26	Falla por aplastamiento
Eje J Máximo	69.13	69.05	No Falla por aplastamiento
Eje L Máximo	69.13	69.81	Falla por aplastamiento
Eje N Máximo	69.13	63.83	No Falla por aplastamiento
El R _c resistente ≥ R _c demandante			El Muro No presenta falla por aplastamiento
El R _c resistente ≤ R _c demandante			El Muro presenta falla por aplastamiento

Tabla 19 Falla por aplastamiento, Piso 2
Fuente: Elaboración Propia

Número de Pisos	3		
Verificación	Falla por aplastamiento		
Punto (Piso 3)	R_c resistente (Tonf)	R_c demandante (Tonf)	Evaluación
Eje A Máximo	69.13	15.08	No Falla por aplastamiento
Eje C Máximo	69.13	22.93	No Falla por aplastamiento
Eje E Máximo	69.13	23.99	No Falla por aplastamiento
Eje G Máximo	69.13	27.12	No Falla por aplastamiento
Eje H Máximo	69.13	26.46	No Falla por aplastamiento
Eje J Máximo	69.13	25.59	No Falla por aplastamiento
Eje L Máximo	69.13	25.69	No Falla por aplastamiento
Eje N Máximo	69.13	18.94	No Falla por aplastamiento
El R _c resistente ≥ R _c demandante			El Muro No presenta falla por aplastamiento
El R _c resistente ≤ R _c demandante			El Muro presenta falla por aplastamiento

Tabla 20 Falla por aplastamiento, Piso 3
Fuente: Elaboración Propia

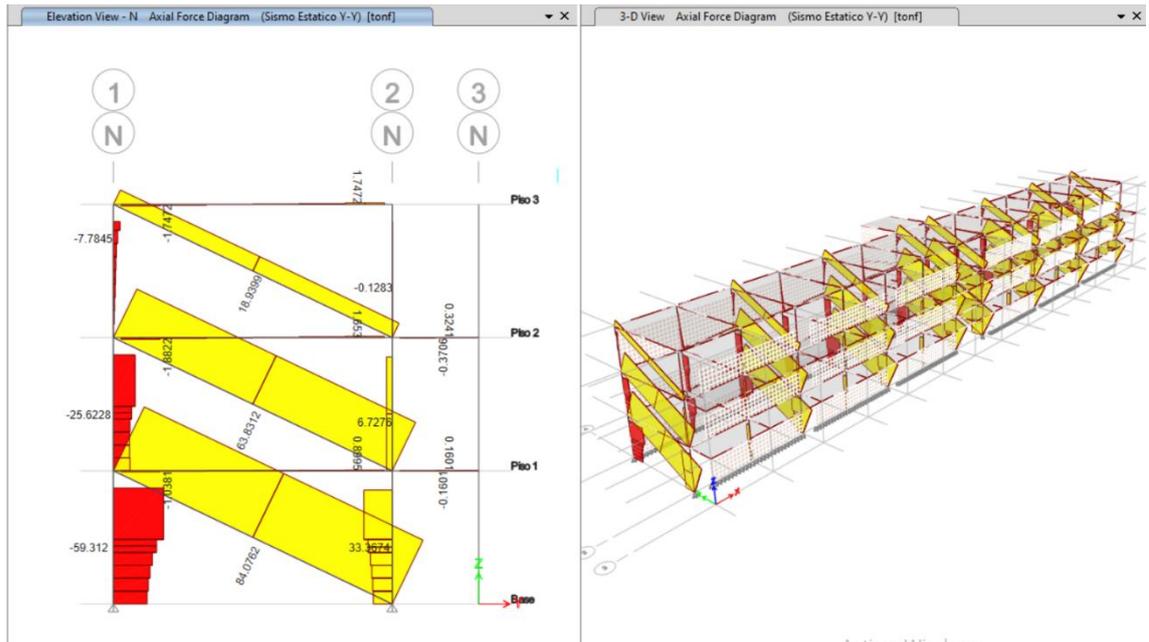


Figura 9 Diagrama de Fuerza axial – Sismo Estático eje N

Fuente: Programa Etabs V19

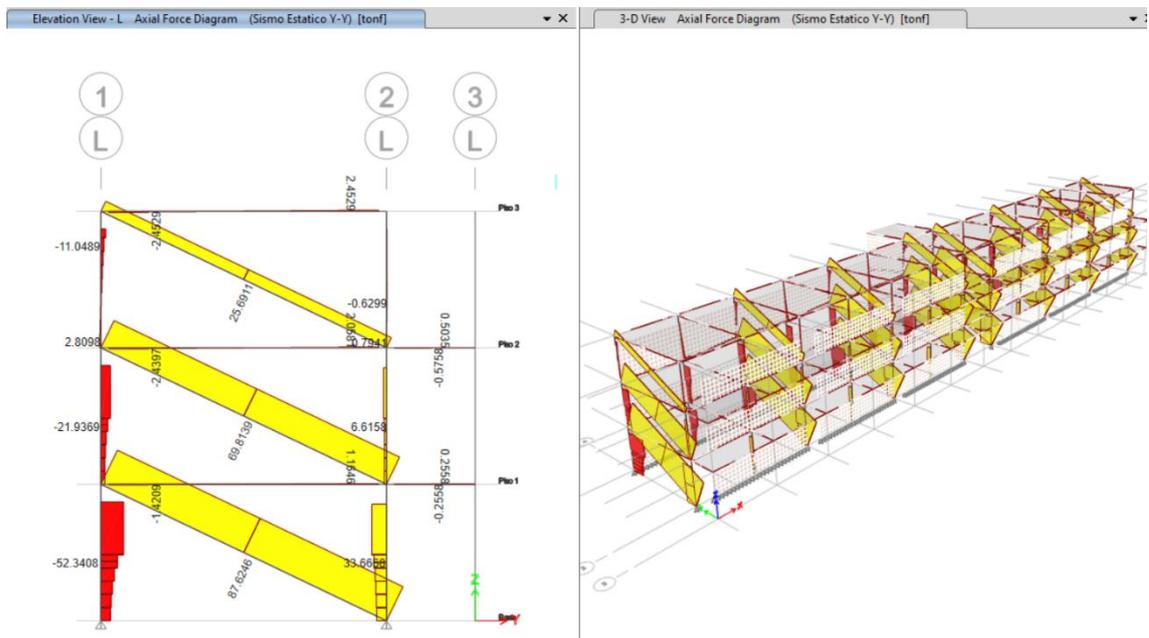


Figura 10 Diagrama de Fuerza axial – Sismo Estático eje L

Fuente: Programa Etabs V19

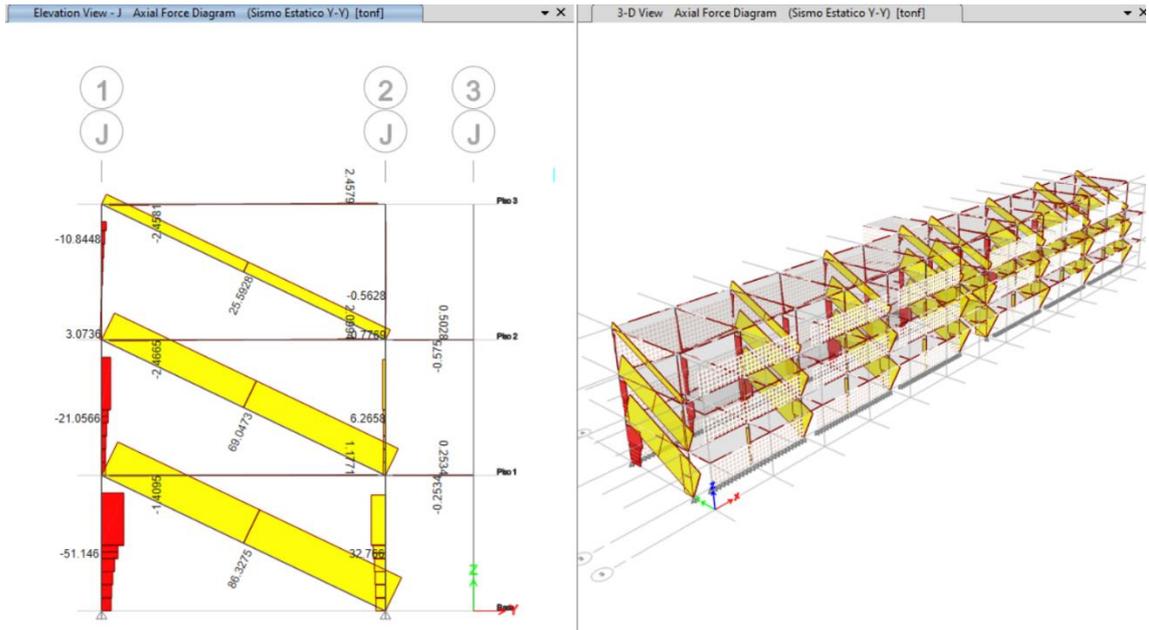


Figura 11 Diagrama de Fuerza axial – Sismo Estático eje J

Fuente: Programa Etabs V19

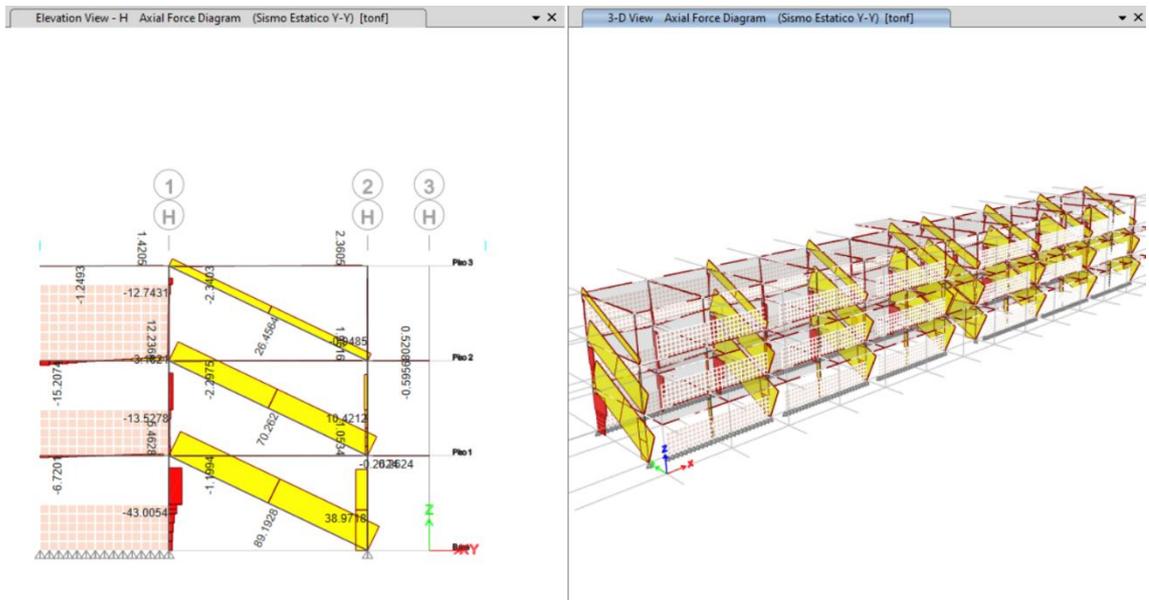


Figura 12 Diagrama de Fuerza axial – Sismo Estático eje H

Fuente: Programa Etabs V19

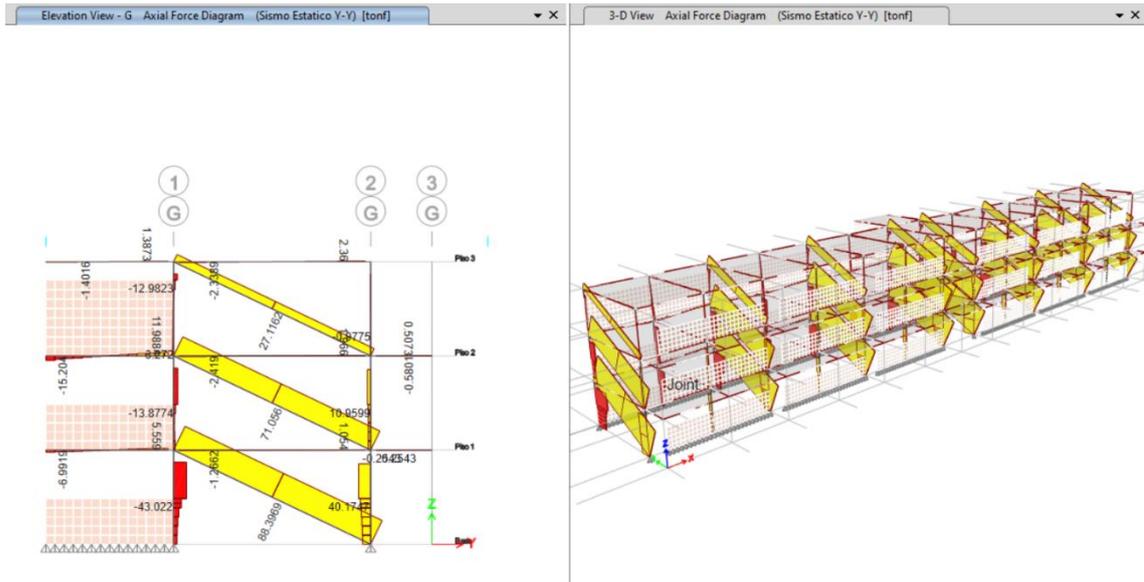


Figura 13 Diagrama de Fuerza axial – Sismo Estático eje G

Fuente: Programa Etabs V19

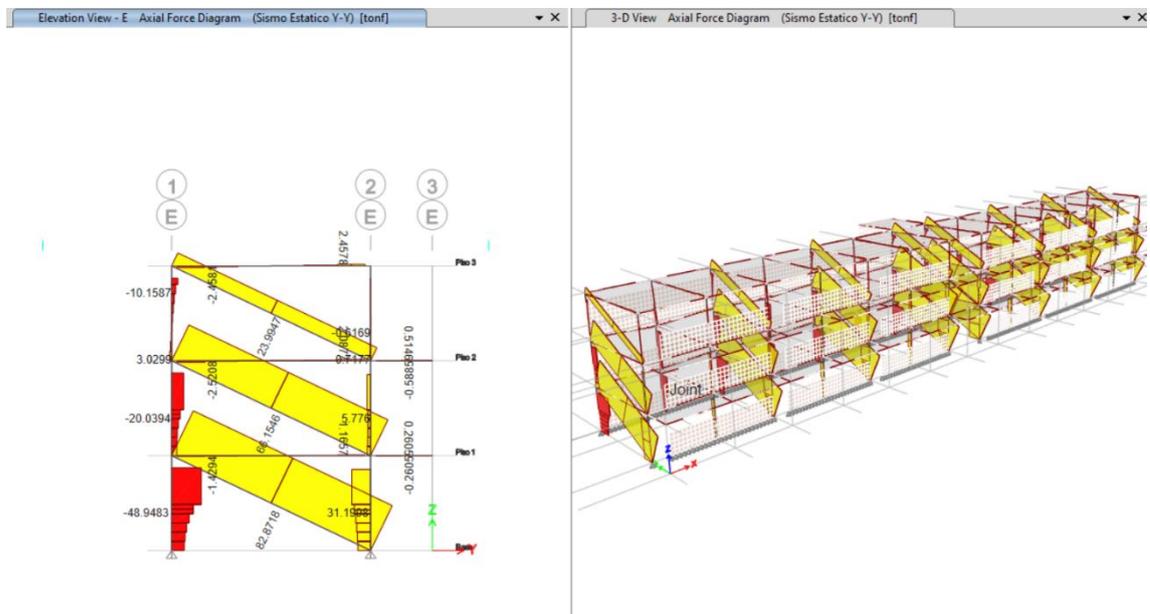


Figura 14 Diagrama de Fuerza axial – Sismo Estático eje E

Fuente: Programa Etabs V19

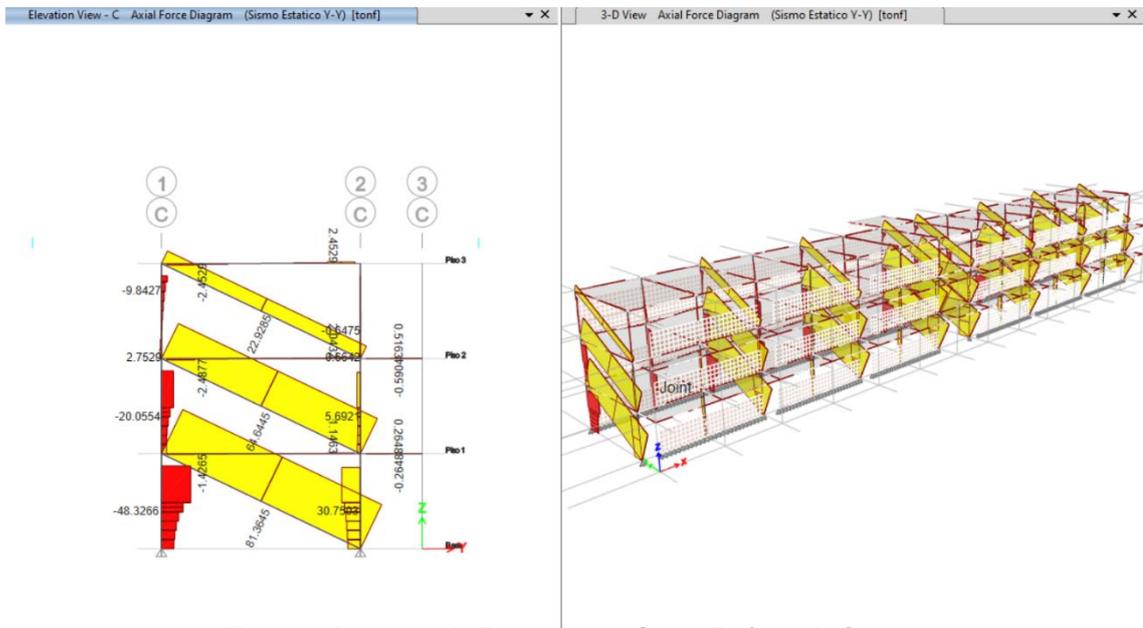


Figura 15 Diagrama de Fuerza axial – Sismo Estático eje C

Fuente: Programa Etabs V19

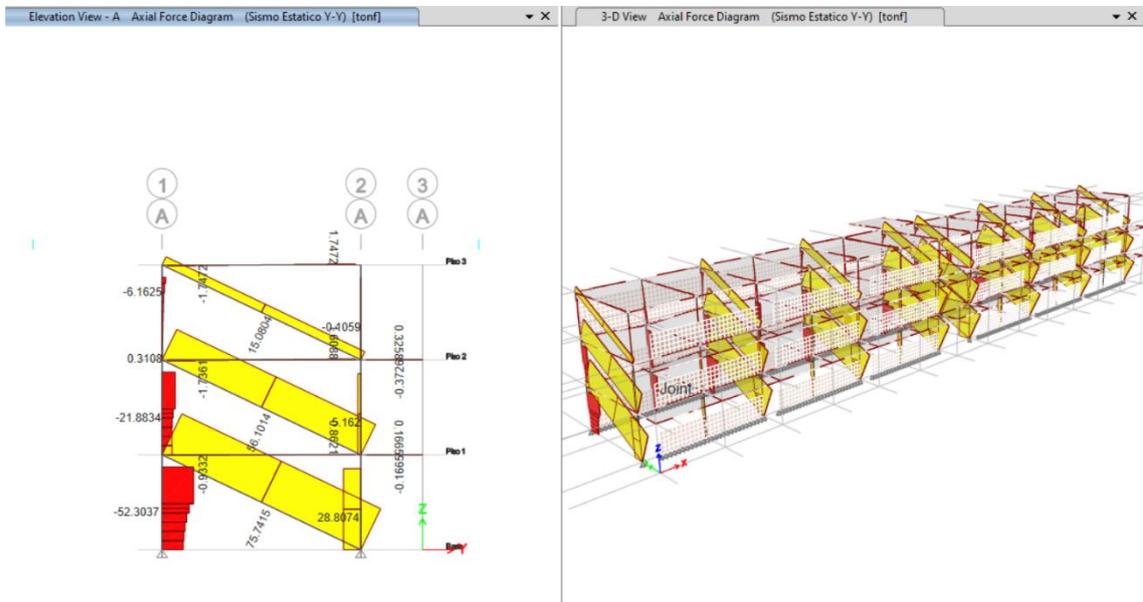


Figura 16 Diagrama de Fuerza axial – Sismo Estático eje A

Fuente: Programa Etabs V19

3.5.2.3 Verificación por tracción diagonal (R_t) Piso 1, 2 y 3 $e=0.23m$

La falla por tracción diagonal se presenta a través de una grieta diagonal en el tabique. La resistencia última del puntal para los pisos 1, 2 y 3 se calculó por medio de la siguiente ecuación:

$$R_t = 0.85 * \sqrt{f'_m} * D * t$$

$$R_t = 0.85 * \sqrt{35} * 715.63 * 23$$

$$R_t = 82.769 \text{ tnf}$$

Según la tabla 21 se puede identificar fallas por tracción diagonal ubicados en la primera planta del edificio en los ejes E, G, H, J, L, N, es decir de que la resistencia demandante es mayor que la resistencia existente de los muros de albañilería.

Número de Pisos	3		
Verificación	Falla por tracción diagonal (tonf)		
Punto (Piso 1)	R_t resistente	R_t demandante	Evaluación
Eje A Máximo	82.77	75.74	El muro no Falla por tracción diagonal
Eje C Máximo	82.77	81.36	El muro no Falla por tracción diagonal
Eje E Máximo	82.77	82.87	El muro falla por tracción diagonal
Eje G Máximo	82.77	88.39	El muro falla por tracción diagonal
Eje H Máximo	82.77	89.19	El muro falla por tracción diagonal
Eje J Máximo	82.77	86.33	El muro falla por tracción diagonal
Eje L Máximo	82.77	87.62	El muro falla por tracción diagonal
Eje N Máximo	82.77	84.07	El muro falla por tracción diagonal
El R_t resistente $\geq R_t$ demandante			No presenta falla por tracción diagonal
El R_t resistente $\leq R_t$ demandante			Presenta falla por tracción diagonal

Tabla 21 Falla por tracción diagonal, Piso 1
Fuente: Elaboración Propia

Según la tabla 22 no se presentarían fallas por tracción diagonal en ninguno de los muros de la segunda planta del edificio, debido a que la resistencia demandante es menor que la resistencia existente de los muros de albañilería.

Número de Pisos	3		
Verificación	Falla por tracción diagonal (tonf)		
Punto (Piso 2)	R_t resistente	R_t demandante	Evaluación
Eje A Máximo	82.77	56.10	El muro no Falla por tracción diagonal
Eje C Máximo	82.77	64.65	El muro no Falla por tracción diagonal
Eje E Máximo	82.77	66.15	El muro no Falla por tracción diagonal
Eje G Máximo	82.77	71.06	El muro no Falla por tracción diagonal
Eje H Máximo	82.77	70.26	El muro no Falla por tracción diagonal
Eje J Máximo	82.77	69.05	El muro no Falla por tracción diagonal
Eje L Máximo	82.77	69.81	El muro no Falla por tracción diagonal
Eje N Máximo	82.77	63.83	El muro no Falla por tracción diagonal
El R _t resistente ≥ R _t demandante			No presenta falla por tracción diagonal
El R _t resistente ≤ R _t demandante			Presenta falla por tracción diagonal

Tabla 22 Falla por tracción diagonal, Piso 2
Fuente: Elaboración Propia

Según la tabla 23 no se presentarían fallas por tracción diagonal en ninguno de los muros de la tercera planta del edificio, debido a que la resistencia demandante es menor que la resistencia existente de los muros de albañilería.

Número de Pisos	3		
Verificación	Falla por tracción diagonal (tonf)		
Punto (Piso 3)	R_t resistente	R_t demandante	Evaluación
Eje A Máximo	82.77	15.08	El muro no Falla por tracción diagonal
Eje C Máximo	82.77	22.93	El muro no Falla por tracción diagonal
Eje E Máximo	82.77	23.99	El muro no Falla por tracción diagonal
Eje G Máximo	82.77	27.12	El muro no Falla por tracción diagonal
Eje H Máximo	82.77	26.46	El muro no Falla por tracción diagonal
Eje J Máximo	82.77	25.59	El muro no Falla por tracción diagonal
Eje L Máximo	82.77	25.69	El muro no Falla por tracción diagonal
Eje N Máximo	82.77	18.94	El muro no Falla por tracción diagonal
El R _t resistente ≥ R _t demandante			No presenta falla por tracción diagonal
El R _t resistente ≤ R _t demandante			Presenta falla por tracción diagonal

Tabla 23 Falla por tracción diagonal, Piso 3
Fuente: Elaboración Propia

3.5.2.4 Verificación por Cizalle (R_s) Piso 1, $e=0.23m$

La falla por cizalle se produce a la mitad de la altura del muro (junta de construcción) por lo que su habitual característica es una grieta horizontal.

$$R_s = \frac{f_s * t * D}{1 - 0.4 * \frac{h}{L}}$$

$$R_s = \frac{4 * 23 * 715.63}{1 - 0.4 * \frac{310}{645}}$$

$$R_s = 81.51 \text{ tonf}$$

Según la tabla 24 se puede identificar fallas por cizalle ubicados en los ejes E, G, H, J, L, N, es decir de que la resistencia demandante es mayor que la resistencia existente de los muros de albañilería.

Número de Pisos	3		
Verificación	Falla por cizalle (tonf)		
Punto (Piso 1)	R_s resistente	R_s demandante	Evaluación
Eje A Máximo	81.51	75.74	El muro no Falla por cizalle
Eje C Máximo	81.51	81.36	El muro no Falla por cizalle
Eje E Máximo	81.51	82.87	El muro falla por cizalle
Eje G Máximo	81.51	88.39	El muro falla por cizalle
Eje H Máximo	81.51	89.19	El muro falla por cizalle
Eje J Máximo	81.51	86.33	El muro falla por cizalle
Eje L Máximo	81.51	87.62	El muro falla por cizalle
Eje N Máximo	81.51	84.07	El muro falla por cizalle
El R_s resistente $\geq R_s$ demandante			No presenta falla por cizalle
El R_s resistente $\leq R_s$ demandante			Presenta falla por cizalle

Tabla 24 Falla por cizalle, Piso 1
Fuente: Elaboración Propia

Según la tabla 25 no se presentarían fallas por cizalle en ninguno de los muros de la segunda planta del edificio, debido a que la resistencia demandante es menor que la resistencia existente de los muros de albañilería.

Número de Pisos	3		
Verificación	Falla por cizalle (tonf)		
Punto (Piso 2)	R_s resistente	R_s demandante	Evaluación
Eje A Máximo	81.51	56.10	El muro no falla por cizalle
Eje C Máximo	81.51	64.65	El muro no falla por cizalle
Eje E Máximo	81.51	66.15	El muro no falla por cizalle
Eje G Máximo	81.51	71.06	El muro no falla por cizalle
Eje H Máximo	81.51	70.26	El muro no falla por cizalle
Eje J Máximo	81.51	69.05	El muro no falla por cizalle
Eje L Máximo	81.51	69.81	El muro no falla por cizalle
Eje N Máximo	81.51	63.83	El muro no falla por cizalle
El R _s resistente ≥ R _s demandante			No presenta falla por cizalle
El R _s resistente ≤ R _s demandante			Presenta falla por cizalle

Tabla 25 Falla por cizalle, Piso 2
Fuente: Elaboración Propia

Según la tabla 26 no se presentarían fallas por cizalle en ninguno de los muros de la tercera planta del edificio, debido a que la resistencia demandante es menor que la resistencia existente de los muros de albañilería.

Número de Pisos	3		
Verificación	Falla por cizalle (tonf)		
Punto (Piso 3)	R_s resistente	R_s demandante	Evaluación
Eje A Máximo	81.51	15.08	El muro no falla por cizalle
Eje C Máximo	81.51	22.93	El muro no falla por cizalle
Eje E Máximo	81.51	23.99	El muro no falla por cizalle
Eje G Máximo	81.51	27.12	El muro no falla por cizalle
Eje H Máximo	81.51	26.46	El muro no falla por cizalle
Eje J Máximo	81.51	25.59	El muro no falla por cizalle
Eje L Máximo	81.51	25.69	El muro no falla por cizalle
Eje N Máximo	81.51	18.94	El muro no falla por cizalle
El R _s resistente ≥ R _s demandante			No presenta falla por cizalle
El R _s resistente ≤ R _s demandante			Presenta falla por cizalle

Tabla 26 Falla por cizalle, Piso 3
Fuente: Elaboración Propia

3.5.3 Demanda – resistencia del concreto estructural

El método analiza los requerimientos sísmicos de una estructura y su resistencia sísmica, estableciendo una equivalencia entre ambos. Para desarrollar este método se analizó la resistencia mecánica del material deseado y la resistencia del material que realmente tiene la estructura, y se estableció la relación de la resistencia $f'c$ con la $f'c$ requerida. Para hallar el $f'c$ resistente se desarrollaron ensayos de esclerometría.

Para verificar este requerimiento se realizó ensayos de esclerometria, tanto en columnas como en vigas, tal y como se detalla a continuación:

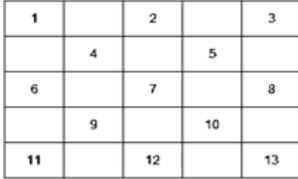
Nº	LECTURA ESCLEROMETRO	RESISTENCIA ASOCIADA N/mm ²	ESQUEMA DE TOMA DE DATOS
1	35.00	26.80	  
2	33.00	24.20	
3	35.00	26.80	
4	31.00	22.00	
5	31.00	22.00	
6	31.00	22.00	
7	32.00	23.00	
8	35.00	26.80	
9	32.00	23.00	
10	31.00	22.00	
11	30.00	20.00	
12	32.00	23.00	
13	34.00	26.00	
Promedio		23.66	Resistencia Estimada (Mpa) 23.66
			FACTOR DE CONVERSION 1Mpa=10.2 Kg/cm²
RESISTENCIA ESTIMADA A COMPRESION DEL ELEMENTO			
f'c= 241.00 kg/cm²			

Figura 17 Reporte de resistencia C-1, Pabellón 101
Fuente: elaboración propia

Interpretación

Según la figura 17, los resultados obtenidos de la columna C-1 muestran la calidad resistente del elemento estructural evaluado, encontrándose dentro de su resistencia esperada, este elemento al ser incluido en el muestreo para el reporte de resistencia del concreto (según la norma ASTM C805) ha obtenido un índice de rebote equivalente a 23.66 N/mm², lo cual es equivalente decir 23.66 Mpa, este valor fue convertido a kg/cm², mediante el factor de conversión igual a 10.20 Kg/cm², valor equivalente a 1 Mpa, obteniendo un reporte final de resistencia de 241 Kgf/cm². Por tanto, se debe

tener en consideración de que el máximo error tolerable no debe ser mayor de 20%, y que, según el reporte de fiabilidad del instrumento, se obtuvo un nivel de confianza de 91.70%, así mismo el reporte de los elementos verticales se encuentran detallados en los anexos.

Nº	LECTURA ESCLEROMETRO	RESISTENCIA ASOCIADA N/mm2	ESQUEMA DE TOMA DE DATOS
1	36.00	22.30	
2	38.00	25.00	
3	40.00	28.00	
4	40.00	28.00	
5	37.00	24.00	
6	40.00	28.00	
7	39.00	26.00	
8	38.00	25.00	
9	38.00	25.00	
10	37.00	24.00	
11	37.00	24.00	
12	36.00	22.30	
13	39.00	26.00	
		Resistencia Estimada (Mpa)	
Promedio		25.20	25.20
		FACTOR DE CONVERSION 1Mpa=10.2 Kg/cm2	
RESISTENCIA ESTIMADA A COMPRESION DEL ELEMENTO			
		f'c= 257.00	kg/cm2

Figura 18 Reporte de resistencia V-1, Pabellón 101
Fuente: elaboración propia

Interpretación

Según la figura 9, los resultados obtenidos de la viga V-1 muestran la calidad resistente del elemento estructural evaluado, encontrándose dentro de su resistencia esperada, este elemento al ser incluido dentro del muestreo para el reporte de resistencia del concreto con esclerómetro (según la norma ASTM C805) ha obtenido un índice de rebote equivalente a 25.20 N/mm², lo cual es equivalente decir 25.20 Mpa, este valor fue convertido a kg/cm², mediante el factor de conversión igual a 10.20 Kg/cm², valor equivalente a 1 Mpa, obteniendo un reporte final de resistencia de 257 Kgf/cm². Por tanto, se debe tener en consideración de que el máximo error tolerable no debe ser mayor de 20%, y que, según el reporte de fiabilidad del instrumento, se obtuvo un nivel de confianza de 89.6%, obteniendo un reporte final de 230.27 kgf/cm² para la viga V-1 ubicada en el piso 1, así mismo el reporte de los elementos horizontales se encuentran detallados en los anexos.

3.5.4 Método AIS

Los parámetros de calificación se basan a los siguientes rangos:

Nivel de vulnerabilidad Baja = 0.00

Nivel de vulnerabilidad Media = 2.00

Nivel de vulnerabilidad Alta = 4.00

Los criterios del índice de la vulnerabilidad sísmica dados por el método AIS, según la normativa colombiana NSR-10, se denotan los siguientes rangos:

Existe una vulnerabilidad BAJA cuando su porcentaje de evaluación es menor al 15%; en referencia a la vulnerabilidad media, esta se encuentra entre 15% y 35% y finalmente existe vulnerabilidad ALTA cuando el factor de calificación supera el 35%.

3.5.4.1 Aspectos Geométricos

– Irregularidad en Planta

Pabellón 101:

Como se detalla en el marco teórico de los Aspectos Geométricos, para identificar irregularidades en los planos arquitectónicos se debe determinar la relación largo-ancho. En el caso de evaluación de infraestructura, se dispone de los siguientes datos:

Ancho (a) = 6.45 m

Longitud del Pabellón (b) = 57.10 m

Por lo tanto $3a = 19.35\text{m}$; obteniéndose una relación de $57.10 > 3a$, es decir que el largo del pabellón supera los 3 veces su ancho, asignándole una calificación de 4 como **vulnerabilidad alta**.



– **Cantidad de Muros en las dos direcciones**

En el factor de calificación de un muro estructural o de carga, se debe considerar la esbeltez en términos de su espesor mínimo.

Amenaza sísmica	Numero de niveles de construcción		
	Un Piso	Dos Piso	
		1er Nivel	2do Nivel
Alta	11	11	10
Intermedia	10	11	9.5
Baja	9.5	11	9.5

Tabla 27 Espesor mínimo de muros en centímetros

Fuente: Manual de AIS, 1998

Así mismo se verificará la cantidad de muros portantes en ambas direcciones en función a la siguiente tabla:

Zona de Amenaza Sísmica	Valores A_a	Valores M_o
Alta	0.40	33.00
	0.35	30.00
	0.30	25.00
	0.25	21.00
Intermedia	0.20	17.00
	0.15	13.00
Baja	0.10	8.00
	0.05	4.00

Tabla 28 Coeficiente M_o para longitud mínima de muros estructurales confinados

Fuente: Norma NSR-10 Ítem 3.6

Cálculo de longitud mínima:

La longitud mínima de muros confinados se calculará en función a la siguiente expresión:

$$L_{min} = \frac{M_o A_p}{t}$$

Dónde:

L_{\min} = Longitud mínima de muros estructurales en cada dirección de análisis (m)

M_o = coeficiente asignado por el Manual de AIS.

t = espesor efectivo de muros estructurales en el nivel considerado (mm)

A_p = Se considera en m^2

Pabellón 101:

El pabellón 101 presenta una configuración de muros estructurales en albañilería ubicadas en una sola dirección de análisis (Y-Y).

Siendo:

$$A_a = 0.40$$

$$M_o = 33$$

$$A_p = 6.45 \times 57.10 = 368.29 \text{ m}^2$$

$$t = 0.23\text{m} = 230\text{mm}$$

$$L_{\min} = \frac{33 \times 368.29}{230}$$

$$L_{\min} = 52.84 \text{ m}$$

$$L_{\text{muros}} = 51.60 \text{ m}$$

Según la evaluación se tiene una longitud de muros estructurales en el sentido más corto de 51.60 m, entendiéndose de que no se logra cumplir con la longitud mínima requerida; por lo tanto, se le asignara una calificación de 4 para **vulnerabilidad alta**.

– **Irregularidad en altura**

Respecto a irregularidades en altura, la AIS considera la continuidad, alineamiento y verticalidad de los muros estructurales en mampostería.

Pabellón 101:

Según la evaluación se puede indicar que la totalidad de los muros ubicados en la dirección “y” presentan continuidad de los mismos desde la base o cimentación hasta la cubierta, sin embargo, en la dirección horizontal de

análisis “x” presentan patologías por columna corta donde los muros se encuentran arriostrados a las columnas quedando una fracción de la misma sin conectar a la losa de entrepiso, calificándolo con un puntaje de 4 para una **Vulnerabilidad alta.**

Ubicación de Muro	Nivel	Aparejo	Descripción del muro	Observaciones
Eje A	1°	cabeza	Muro portante	Existe continuidad desde la base.
Eje C	1°	cabeza	Muro portante	Existe continuidad desde la base.
” Eje E	1°	cabeza	Muro portante	Existe continuidad desde la base.
Eje G	1°	cabeza	Muro portante	Existe continuidad desde la base.
Eje H	1°	cabeza	Muro portante	Existe continuidad desde la base.
Eje J	1°	cabeza	Muro portante	Existe continuidad desde la base.
Eje L	1°	cabeza	Muro portante	Existe continuidad desde la base.
Eje N	1°	cabeza	Muro portante	Existe continuidad desde la base.

Tabla 29 Irregularidad en altura, dirección “y”, Piso 1 - Pabellón 101
Fuente: Elaboración propia

Ubicación de Muro	Nivel	Aparejo	Descripción del muro	Observaciones
Eje A	2°	cabeza	Muro portante	Existe continuidad desde la base.
Eje C	2°	cabeza	Muro portante	Existe continuidad desde la base.
” Eje E	2°	cabeza	Muro portante	Existe continuidad desde la base.
Eje G	2°	cabeza	Muro portante	Existe continuidad desde la base.
Eje H	2°	cabeza	Muro portante	Existe continuidad desde la base.
Eje J	2°	cabeza	Muro portante	Existe continuidad desde la base.
Eje L	2°	cabeza	Muro portante	Existe continuidad desde la base.
Eje N	2°	cabeza	Muro portante	Existe continuidad desde la base.

Tabla 30 Irregularidad en altura, dirección “y”, Piso 2 - pabellón 101
Fuente: Elaboración propia

Ubicación de Muro	Nivel	Aparejo	Descripción del muro	Observaciones
Eje A	3°	cabeza	Muro portante	Existe continuidad desde la base.
Eje C	3°	cabeza	Muro portante	Existe continuidad desde la base.
" Eje E	3°	cabeza	Muro portante	Existe continuidad desde la base.
Eje G	3°	cabeza	Muro portante	Existe continuidad desde la base.
Eje H	3°	cabeza	Muro portante	Existe continuidad desde la base.
Eje J	3°	cabeza	Muro portante	Existe continuidad desde la base.
Eje L	3°	cabeza	Muro portante	Existe continuidad desde la base.
Eje N	3°	cabeza	Muro portante	Existe continuidad desde la base.

Tabla 31 Irregularidad en altura, dirección "y", Piso 3 - pabellón 101
Fuente: Elaboración propia

Ubicación de Muro	Nivel	Aparejo	Descripción del muro	Observaciones
Eje 1	1°	Soga	tabique	Existe columna corta
Eje 2	1°	Soga	tabique	Existe columna corta

Tabla 32 Irregularidad en altura, dirección "x" Piso 1 - pabellón 101
Fuente: Elaboración propia

Ubicación de Muro	Nivel	Aparejo	Descripción del muro	Observaciones
Eje 1	2°	Soga	tabique	Existe columna corta
Eje 2	2°	Soga	tabique	Existe columna corta

Tabla 33 Irregularidad en altura, dirección "x", Piso 2 - pabellón 101
Fuente: Elaboración propia

Ubicación de Muro	Nivel	Aparejo	Descripción del muro	Observaciones
Eje 1	3°	Soga	tabique	Existe columna corta
Eje 2	3°	Soga	tabique	Existe columna corta

Tabla 34 Irregularidad en altura, dirección "x" Piso 3 - pabellón 101
Fuente: Elaboración propia



Figura 20 Columna corta en Eje 2, Pabellón 101
Fuente: elaboración propia



Figura 21 Columna corta en Eje 1, Pabellón 101
Fuente: elaboración propia

3.5.4.2 Aspectos Constructivos

– Calidad de las juntas de pega en mortero

Pabellón 101:

El Pabellón 101, exhibiendo juntas uniformes, además de alineación horizontal y vertical, también verifica que la argamasa esté en buen estado, con un espesor promedio de 1,25 cm, no pierda sus propiedades y se adhiera adecuadamente a las unidades de mampostería, por lo que, Se ha considerado nivel 0, considerando **vulnerabilidad baja.**

– **Tipo y disposición de las unidades de mampostería**

Pabellón 101:

Con referencia al pabellón 101, se observó que en su totalidad de muros portantes y no portantes existe un mínimo deterioro y agrietamiento en morteros de concreto, mas no en unidades de albañilería, cabe señalar de que las unidades de albañilería presentan uniformidad y continuidad en las hileras, por tal razón se le asigna una calificación de 0, considerándose **Vulnerabilidad baja.**

– **Calidad de los materiales**

Pabellón 101:

Según el Manual de la Sociedad de Ingeniería Sísmica de Colombia, se tiene certeza de que la calidad de los materiales cumple con los requisitos establecidos, tales como ladrillo de buena calidad aún conservado y concreto sin presencia de cangrejeras en buena apariencia, el mortero se deja rayar con un clavo únicamente en los tabiques, mientras que en los muros portantes no se evidencio desmoronamiento; por tal razón se le asigna una calificación de 2, considerándose **Vulnerabilidad media.**

Ubicación de Muro	Nivel	Aparejo	Descripción del muro	Observaciones
Eje A	1°	cabeza	Muros portantes	Al realizar el rayado sobre superficie de concreto en mortero, no se presenta deterioro alguno.
Eje C	1°	cabeza	Muros portantes	Al realizar el rayado sobre superficie de concreto en mortero, no se presenta deterioro alguno.
" Eje E	1°	cabeza	Muros portantes	Al realizar el rayado sobre superficie de concreto en mortero, no se presenta deterioro alguno.
Eje G	1°	cabeza	Muros portantes	Al realizar el rayado sobre superficie de concreto en mortero, no se presenta deterioro alguno.
Eje H	1°	cabeza	Muros portantes	Al realizar el rayado sobre superficie de concreto en mortero, no se presenta deterioro alguno.
Eje J	1°	cabeza	Muros portantes	Al realizar el rayado sobre superficie de concreto en mortero, no se presenta deterioro alguno.
Eje L	1°	cabeza	Muros portantes	Al realizar el rayado sobre superficie de concreto en mortero, no se presenta deterioro alguno.
Eje N	1°	cabeza	Muros portantes	Al realizar el rayado sobre superficie de concreto en mortero, no se presenta deterioro alguno.

Tabla 35 Calidad de material en dirección "y", Piso 1 - Pabellón 101
Fuente: Elaboración propia



Figura 22 Vista interior de muros y pórticos
Fuente: elaboración propia

Ubicación de Muro	Nivel	Aparejo	Descripción del muro	Observaciones
Eje A	2°	cabeza	Muros portantes	Al realizar el rayado sobre superficie de concreto en mortero, no se presenta deterioro alguno.
Eje C	2°	cabeza	Muros portantes	Al realizar el rayado sobre superficie de concreto en mortero, no se presenta deterioro alguno.
" Eje E	2°	cabeza	Muros portantes	Al realizar el rayado sobre superficie de concreto en mortero, no se presenta deterioro alguno.
Eje G	2°	cabeza	Muros portantes	Al realizar el rayado sobre superficie de concreto en mortero, no se presenta deterioro alguno.
Eje H	2°	cabeza	Muros portantes	Al realizar el rayado sobre superficie de concreto en mortero, no se presenta deterioro alguno.
Eje J	2°	cabeza	Muros portantes	Al realizar el rayado sobre superficie de concreto en mortero, no se presenta deterioro alguno.
Eje L	2°	cabeza	Muros portantes	Al realizar el rayado sobre superficie de concreto en mortero, no se presenta deterioro alguno.
Eje N	2°	cabeza	Muros portantes	Al realizar el rayado sobre superficie de concreto en mortero, no se presenta deterioro alguno.

Tabla 36 Calidad de material en dirección "y", Piso 2 - Pabellón 101
Fuente: Elaboración propia

Ubicación de Muro	Nivel	Aparejo	Descripción del muro	Observaciones
Eje A	3°	cabeza	Muros portantes	Al realizar el rayado sobre superficie de concreto en mortero, no se presenta deterioro alguno.
Eje C	3°	cabeza	Muros portantes	Al realizar el rayado sobre superficie de concreto en mortero, no se presenta deterioro alguno.
" Eje E	3°	cabeza	Muros portantes	Al realizar el rayado sobre superficie de concreto en mortero, no se presenta deterioro alguno.
Eje G	3°	cabeza	Muros portantes	Al realizar el rayado sobre superficie de concreto en mortero, no se presenta deterioro alguno.
Eje H	3°	cabeza	Muros portantes	Al realizar el rayado sobre superficie de concreto en mortero, no se presenta deterioro alguno.
Eje J	3°	cabeza	Muros portantes	Al realizar el rayado sobre superficie de concreto en mortero, no se presenta deterioro alguno.
Eje L	3°	cabeza	Muros portantes	Al realizar el rayado sobre superficie de concreto en mortero, no se presenta deterioro alguno.
Eje N	3°	cabeza	Muros portantes	Al realizar el rayado sobre superficie de concreto en mortero, no se presenta deterioro alguno.

Tabla 37 Calidad de material en dirección "y", Piso 2 - Pabellón 101
Fuente: Elaboración propia

Ubicación de Muro	Nivel	Aparejo	Descripción del muro	Observaciones
Eje 1	1°	Soga	tabique	Leve deterioro del concreto de mortero debido al rayado de la misma.
Eje 2	1°	Soga	tabique	Leve deterioro del concreto de mortero debido al rayado de la misma.

Tabla 38 calidad de material en dirección "x", Piso 1 - pabellón 101
Fuente: Elaboración propia

Ubicación de Muro	Nivel	Aparejo	Descripción del muro	Observaciones
Eje 1	2°	Soga	tabique	Leve deterioro del concreto de mortero debido al rayado de la misma.
Eje 2	2°	Soga	tabique	Leve deterioro del concreto de mortero debido al rayado de la misma.

Tabla 39 calidad de material en dirección "x", Piso 2 - pabellón 101
Fuente: Elaboración propia

Ubicación de Muro	Nivel	Aparejo	Descripción del muro	Observaciones
Eje 1	3°	Soga	tabique	Leve deterioro del concreto de mortero debido al rayado de la misma.
Eje 2	3°	Soga	tabique	Leve deterioro del concreto de mortero debido al rayado de la misma.

Tabla 40 calidad de material en dirección "x", Piso 3 - pabellón 101
Fuente: Elaboración propia

3.5.4.3 Aspectos Estructurales

– Muros confinados y reforzados

Pabellón 101:

Existe confinamiento en muros portantes, según se detalla en las tablas N° 41, 42, 43, 44, 45 y 46, estos muros se encuentran confinados con vigas y columnas de concreto reforzado longitudinal y transversalmente, además se encuentran separados a menos de 4m, por tal motivo se le asigna una calificación de 0, considerándose **Vulnerabilidad baja**.

Ubicación de Muro	Nivel	Aparejo	Descripción del muro	Observaciones
Eje A	1°	cabeza	Muros portantes	El muro se encuentra confinado y separación entre columnas es menor a 4m.
Eje C	1°	cabeza	Muros portantes	El muro se encuentra confinado y separación entre columnas es menor a 4m.
" Eje E	1°	cabeza	Muros portantes	El muro se encuentra confinado y separación entre columnas es menor a 4m.
Eje G	1°	cabeza	Muros portantes	El muro se encuentra confinado y separación entre columnas es menor a 4m.
Eje H	1°	cabeza	Muros portantes	El muro se encuentra confinado y separación entre columnas es menor a 4m.
Eje J	1°	cabeza	Muros portantes	El muro se encuentra confinado y separación entre columnas es menor a 4m.
Eje L	1°	cabeza	Muros portantes	El muro se encuentra confinado y separación entre columnas es menor a 4m.
Eje N	1°	cabeza	Muros portantes	El muro se encuentra confinado y separación entre columnas es menor a 4m.

Tabla 41 Descripción de muros confinados, dirección "y", piso 1 - Pabellón 101
Fuente: Elaboración propia

Ubicación de Muro	Nivel	Aparejo	Descripción del muro	Observaciones
Eje A	2°	cabeza	Muros portantes	El muro se encuentra confinado y separación entre columnas es menor a 4m
Eje C	2°	cabeza	Muros portantes	El muro se encuentra confinado y separación entre columnas es menor a 4m
" Eje E	2°	cabeza	Muros portantes	El muro se encuentra confinado y separación entre columnas es menor a 4m
Eje G	2°	cabeza	Muros portantes	El muro se encuentra confinado y separación entre columnas es menor a 4m
Eje H	2°	cabeza	Muros portantes	El muro se encuentra confinado y separación entre columnas es menor a 4m
Eje J	2°	cabeza	Muros portantes	El muro se encuentra confinado y separación entre columnas es menor a 4m
Eje L	2°	cabeza	Muros portantes	El muro se encuentra confinado y separación entre columnas es menor a 4m
Eje N	2°	cabeza	Muros portantes	El muro se encuentra confinado y separación entre columnas es menor a 4m

Tabla 42 Descripción de muros confinados, dirección "y", piso 2 - Pabellón 101

Fuente: Elaboración propia

Ubicación de Muro	Nivel	Aparejo	Descripción del muro	Observaciones
Eje A	3°	cabeza	Muros portantes	El muro se encuentra confinado y separación entre columnas es menor a 4m
Eje C	3°	cabeza	Muros portantes	El muro se encuentra confinado y separación entre columnas es menor a 4m
" Eje E	3°	cabeza	Muros portantes	El muro se encuentra confinado y separación entre columnas es menor a 4m
Eje G	3°	cabeza	Muros portantes	El muro se encuentra confinado y separación entre columnas es menor a 4m
Eje H	3°	cabeza	Muros portantes	El muro se encuentra confinado y separación entre columnas es menor a 4m
Eje J	3°	cabeza	Muros portantes	El muro se encuentra confinado y separación entre columnas es menor a 4m
Eje L	3°	cabeza	Muros portantes	El muro se encuentra confinado y separación entre columnas es menor a 4m
Eje N	3°	cabeza	Muros portantes	El muro se encuentra confinado y separación entre columnas es menor a 4m

Tabla 43 Descripción de muros confinados, dirección "y", piso 3 - Pabellón 101

Fuente: Elaboración propia

Ubicación de Muro	Nivel	Aparejo	Descripción del muro	Observaciones
Eje 1	1°	Soga	tabique	Tabiques confinados c/columnas y vigas
Eje 2	1°	Soga	tabique	Tabiques confinados c/columnas y vigas

Tabla 44 calidad de material en dirección "x", Piso 1 - pabellón 101

Fuente: Elaboración propia

Ubicación de Muro	Nivel	Aparejo	Descripción del muro	Observaciones
Eje 1	2°	Soga	tabique	Tabiques confinados c/columnas y vigas
Eje 2	2°	Soga	tabique	Tabiques confinados c/columnas y vigas

Tabla 45 calidad de material en dirección "x", Piso 2 - pabellón 101

Fuente: Elaboración propia

Ubicación de Muro	Nivel	Aparejo	Descripción del muro	Observaciones
Eje 1	3°	Soga	tabique	Tabiques confinados c/columnas y vigas
Eje 2	3°	Soga	tabique	Tabiques confinados c/columnas y vigas

Tabla 46 calidad de material en dirección "x", Piso 3 - pabellón 101

Fuente: Elaboración propia

– **Detalles de columnas y vigas de confinamiento**

Pabellón 101

Según la tabla N°47, 48 y 49, las columnas y vigas tienen más de 20cm de espesor, así mismo estos elementos de confinamiento cuentan como mínimo con 6 barras de refuerzo, además de ello poseen una sección transversal mínima de 400 cm² y existe una buena conexión entre muros y elementos de confinamiento; por tal motivo se le considero una calificación de 0, considerándose **Vulnerabilidad baja**.

Ubicación de Muro	Nivel	Descripción del muro	Observaciones
Eje A	1°	Muros portantes	Presenta columnas rectangulares de 0.25x0.35m (0.138m ²) y cuya sección transversal es mayor a los 0.04m ² recomendado, todas constan de más de 6 barras de ½"
Eje C	1°	Muros portantes	Presenta columnas rectangulares de 0.25x0.35m (0.138m ²) y cuya sección transversal es mayor a los 0.04m ² recomendado, todas constan de más de 6 barras de ½"
" Eje E	1°	Muros portantes	Presenta columnas rectangulares de 0.25x0.35m (0.138m ²) y cuya sección transversal es mayor a los 0.04m ² recomendado, todas constan de más de 6 barras de ½"
Eje G	1°	Muros portantes	Presenta columnas rectangulares de 0.25x0.35m (0.138m ²) y cuya sección transversal es mayor a los 0.04m ² recomendado, todas constan de más de 6 barras de ½"
Eje H	1°	Muros portantes	Presenta columnas rectangulares de 0.25x0.35m (0.138m ²) y cuya sección transversal es mayor a los

			0.04m ² recomendado, todas constan de más de 6 barras de ½”
Eje J	1°	Muros portantes	Presenta columnas rectangulares de 0.25x0.35m (0.138m ²) y cuya sección transversal es mayor a los 0.04m ² recomendado, todas constan de más de 6 barras de ½”
Eje L	1°	Muros portantes	Presenta columnas rectangulares de 0.25x0.35m (0.138m ²) y cuya sección transversal es mayor a los 0.04m ² recomendado, todas constan de más de 6 barras de ½”
Eje N	1°	Muros portantes	Presenta columnas rectangulares de 0.25x0.35m (0.138m ²) y cuya sección transversal es mayor a los 0.04m ² recomendado, todas constan de más de 6 barras de ½”

Tabla 47 Detalle de columnas y vigas de confinamiento, dirección “y”, piso 1 - Pabellón 101
Fuente: Elaboración propia

Ubicación de Muro	Nivel	Descripción del muro	Observaciones
Eje A	2°	Muros portantes	Presenta columnas rectangulares de 0.25x0.35m (0.138m ²) y cuya sección transversal es mayor a los 0.04m ² recomendado, todas constan de más de 6 barras de ½”
Eje C	2°	Muros portantes	Presenta columnas rectangulares de 0.25x0.35m (0.138m ²) y cuya sección transversal es mayor a los 0.04m ² recomendado, todas constan de más de 6 barras de ½”
” Eje E	2°	Muros portantes	Presenta columnas rectangulares de 0.25x0.35m (0.138m ²) y cuya sección transversal es mayor a los 0.04m ² recomendado, todas constan de más de 6 barras de ½”
Eje G	2°	Muros portantes	Presenta columnas rectangulares de 0.25x0.35m (0.138m ²) y cuya sección transversal es mayor a los 0.04m ² recomendado, todas constan de más de 6 barras de ½”
Eje H	2°	Muros portantes	Presenta columnas rectangulares de 0.25x0.35m (0.138m ²) y cuya sección transversal es mayor a los 0.04m ² recomendado, todas constan de más de 6 barras de ½”
Eje J	2°	Muros portantes	Presenta columnas rectangulares de 0.25x0.35m (0.138m ²) y cuya sección transversal es mayor a los 0.04m ² recomendado, todas constan de más de 6 barras de ½”
Eje L	2°	Muros portantes	Presenta columnas rectangulares de 0.25x0.35m (0.138m ²) y cuya sección transversal es mayor a los 0.04m ² recomendado, todas constan de más de 6 barras de ½”
Eje N	2°	Muros portantes	Presenta columnas rectangulares de 0.25x0.35m (0.138m ²) y cuya sección transversal es mayor a los 0.04m ² recomendado, todas constan de más de 6 barras de ½”

Tabla 48 Detalle de columnas y vigas de confinamiento, dirección “y”, piso 2 - Pabellón 101
Fuente: Elaboración propia

Ubicación de Muro	Nivel	Descripción del muro	Observaciones
Eje A	3°	Muros portantes	Presenta columnas rectangulares de 0.25x0.35m (0.138m ²) y cuya sección transversal es superior a 0.04m ² , las columnas cuentan con 6 barras de ½”
Eje C	3°	Muros portantes	Presenta columnas rectangulares de 0.25x0.35m (0.138m ²) y cuya sección transversal es superior a 0.04m ² , las columnas cuentan con 6 barras de ½”
” Eje E	3°	Muros portantes	Presenta columnas rectangulares de 0.25x0.35m (0.138m ²) y cuya sección transversal es superior a 0.04m ² , las columnas cuentan con 6 barras de ½”
Eje G	3°	Muros portantes	Presenta columnas rectangulares de 0.25x0.35m (0.138m ²) y cuya sección transversal es superior a 0.04m ² , las columnas cuentan con 6 barras de ½”
Eje H	3°	Muros portantes	Presenta columnas rectangulares de 0.25x0.35m (0.138m ²) y cuya sección transversal es superior a 0.04m ² , las columnas cuentan con 6 barras de ½”
Eje J	3°	Muros portantes	Presenta columnas rectangulares de 0.25x0.35m (0.138m ²) y cuya sección transversal es superior a 0.04m ² , las columnas cuentan con 6 barras de ½”
Eje L	3°	Muros portantes	Presenta columnas rectangulares de 0.25x0.35m (0.138m ²) y cuya sección transversal es superior a 0.04m ² , las columnas cuentan con 6 barras de ½”
Eje N	3°	Muros portantes	Presenta columnas rectangulares de 0.25x0.35m (0.138m ²) y cuya sección transversal es superior a 0.04m ² , las columnas cuentan con 6 barras de ½”

Tabla 49 Detalle de columnas y vigas de confinamiento, dirección “y”, piso 3 - Pabellón 101
Fuente: Elaboración propia

– **Vigas de amarre o corona**

Pabellón 101:

El Pabellón en estudio cuenta con vigas de amarre o confinamiento, dispuestas en todos los muros, y fachada de mampostería, por consiguiente, por tal motivo se le considero una calificación de 0, considerándose **Vulnerabilidad baja**.

Ubicación de Muro	Nivel	Descripción del muro	Observaciones
Eje A	1°	Muros portantes	Vigas de confinamiento existente de 25x40cm
Eje C	1°	Muros portantes	Vigas de confinamiento existente de 25x40cm
” Eje E	1°	Muros portantes	Vigas de confinamiento existente de 25x40cm
Eje G	1°	Muros portantes	Vigas de confinamiento existente de 25x40cm
Eje H	1°	Muros portantes	Vigas de confinamiento existente de 25x40cm
Eje J	1°	Muros portantes	Vigas de confinamiento existente de 25x40cm

Eje L	1°	Muros portantes	Vigas de confinamiento existente de 25x40cm
Eje N	1°	Muros portantes	Vigas de confinamiento existente de 25x40cm

Tabla 50 Detalle de vigas de amarre, dirección “y”, piso 1 - Pabellón 101
Fuente: Elaboración propia

Ubicación de Muro	Nivel	Descripción del muro	Observaciones
Eje A	2°	Muros portantes	Vigas de confinamiento existente de 25x40cm
Eje C	2°	Muros portantes	Vigas de confinamiento existente de 25x40cm
” Eje E	2°	Muros portantes	Vigas de confinamiento existente de 25x40cm
Eje G	2°	Muros portantes	Vigas de confinamiento existente de 25x40cm
Eje H	2°	Muros portantes	Vigas de confinamiento existente de 25x40cm
Eje J	2°	Muros portantes	Vigas de confinamiento existente de 25x40cm
Eje L	2°	Muros portantes	Vigas de confinamiento existente de 25x40cm
Eje N	2°	Muros portantes	Vigas de confinamiento existente de 25x40cm

Tabla 51 Detalle de vigas de amarre, dirección “y”, piso 2 - Pabellón 101
Fuente: Elaboración propia

Ubicación de Muro	Nivel	Descripción del muro	Observaciones
Eje A	3°	Muros portantes	Vigas de confinamiento existente de 25x40cm
Eje C	3°	Muros portantes	Vigas de confinamiento existente de 25x40cm
” Eje E	3°	Muros portantes	Vigas de confinamiento existente de 25x40cm
Eje G	3°	Muros portantes	Vigas de confinamiento existente de 25x40cm
Eje H	3°	Muros portantes	Vigas de confinamiento existente de 25x40cm
Eje J	3°	Muros portantes	Vigas de confinamiento existente de 25x40cm
Eje L	3°	Muros portantes	Vigas de confinamiento existente de 25x40cm
Eje N	3°	Muros portantes	Vigas de confinamiento existente de 25x40cm

Tabla 52 Detalle de vigas de amarre, dirección “y”, piso 3 - Pabellón 101
Fuente: Elaboración propia

– **Características de las aberturas**

Pabellón 101

Las aberturas se encuentran en muros de tabiquería en la dirección “X”, esta tabiquería no se encuentra aislada de los pórticos, además se tiene la presencia de ventanas y puertas de estructura metálica que se encuentran conectados a los pórticos.

Así mismo los muros portantes no presentan aberturas, pero serán evaluados por el método de demanda resistencia como cargas distribuidas; por consiguiente, se le considera una calificación de 2, considerándose **Vulnerabilidad media.**



Figura 23 Presencia de aberturas en fachada principal
Fuente: elaboración propia

– **Entrepiso**

Pabellón 101:

Existen placas de entrepiso de concreto armado en el primer, segundo y tercer nivel arriostrados en los muros portantes de albañilería y los elementos de confinamiento, por consiguiente, se le considera una calificación de 0, considerándose **Vulnerabilidad baja.**

– **Amarre de cubiertas**

Pabellón 101:

La cubierta es una losa aligerada de concreto armado, el cual no correspondería su evaluación, sin embargo, por fines académicos se le considera una calificación de 0, considerándose **Vulnerabilidad baja.**

3.5.4.4 Cimentación

Pabellón 101:

La cimentación del pabellón en estudio, cuenta con zapatas conectadas de concreto armado, es decir bajo los muros estructurales de albañilería, calificando a este componente con una **vulnerabilidad baja**.

3.5.4.5 Suelos

Pabellón 101:

El suelo se considera de tipo intermedio, es decir, de resistencia moderada, como lo demuestra y justifica la ausencia de hundimiento, pero se clasifica como moderadamente vulnerable (**vulnerabilidad media**) debido a las vibraciones percibidas por los vehículos que lo atraviesan.

3.5.4.6 Entorno

Pabellón 101

Se realizó una validación para determinar la vulnerabilidad sísmica por el medio físico mediante su topografía, por lo que se pudo interpretar de que el Pabellón 101 está ubicado sobre una superficie plana o ligeramente inclinada, por lo que su **vulnerabilidad es baja**.

3.5.5 Propuesta de refuerzo estructural

3.5.5.1 Desplazamientos – Modelo incluyendo tabiquería

Para la propuesta de refuerzo estructural se deberá realizar el análisis lineal elástico de la estructura para verificar desplazamientos y patologías que permitan identificar y plantear una alternativa que mitigue dichos efectos.

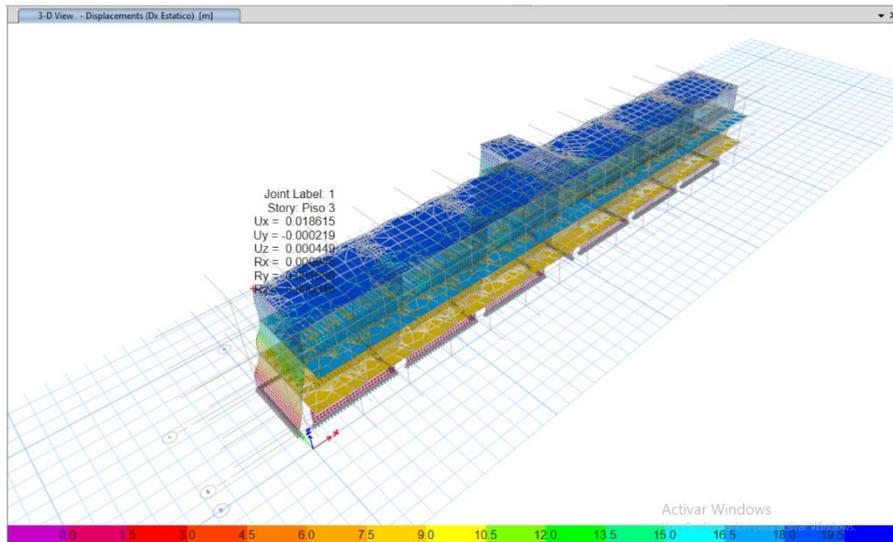


Figura 24 Desplazamientos Dx – Sismo Estático X
Fuente: Elaboración Propia

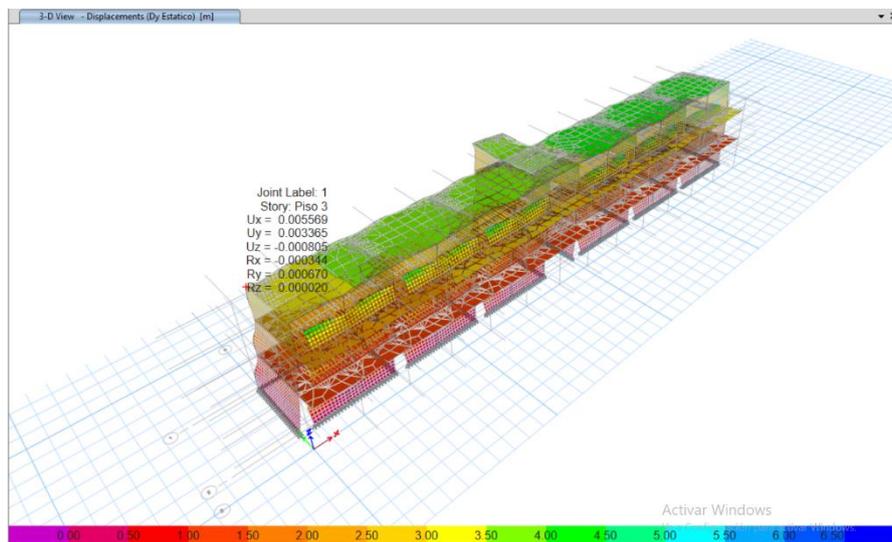


Figura 25 Desplazamientos Dy – Sismo Estático Y
Fuente: Elaboración Propia

Con base en los resultados de la Tabla N°53, se obtuvieron los desplazamientos máximos absolutos para cada piso en cada dirección de análisis, y también de la Tabla N°54, el pabellón evaluado cumple con la verificación de deriva sándwich en la dirección X, la cual se realizó mientras realiza un análisis sísmico estático después.

Tabla 53 Desplazamiento, Sismo Estático X, Y

N° de Piso	Dirección X-X			Dirección Y-Y		
	$\Delta_{\text{máx}}$ (m)	Δ_{prom} (m)	Δ_{CM} (m)	$\Delta_{\text{máx}}$ (m)	Δ_{prom} (m)	Δ_{CM} (m)
3	0.019	0.0187	0.0188	0.0045	0.0039	0.0011
2	0.017	0.0164	0.0164	0.0031	0.0027	0.0008
1	0.008	0.0083	0.0084	0.0014	0.0012	0.0003

Fuente: Propia

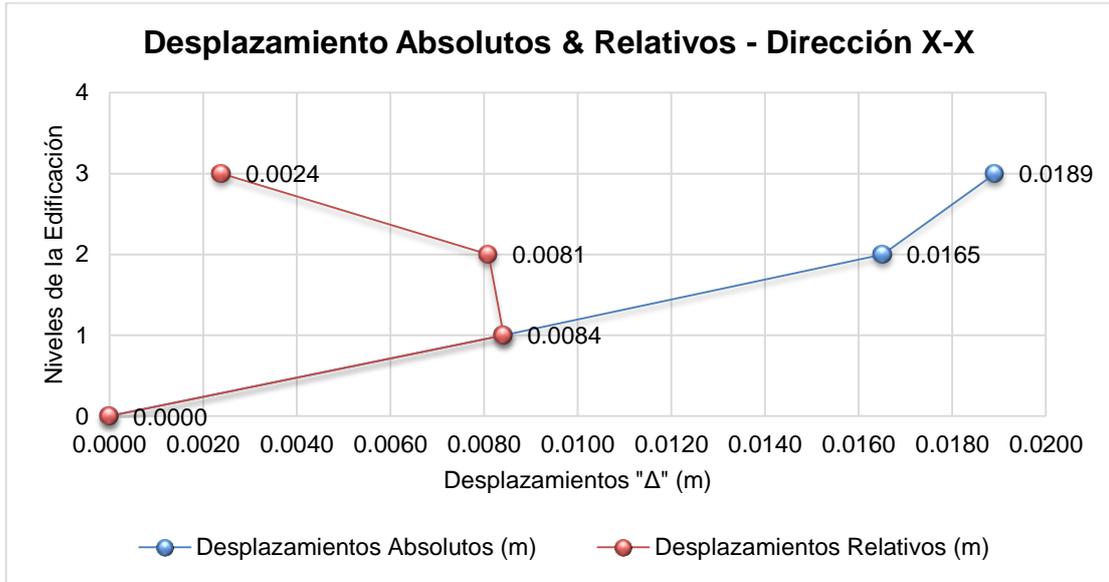


Figura 26 Desplazamiento, Sismo Estático X,
Fuente: Elaboración Propia

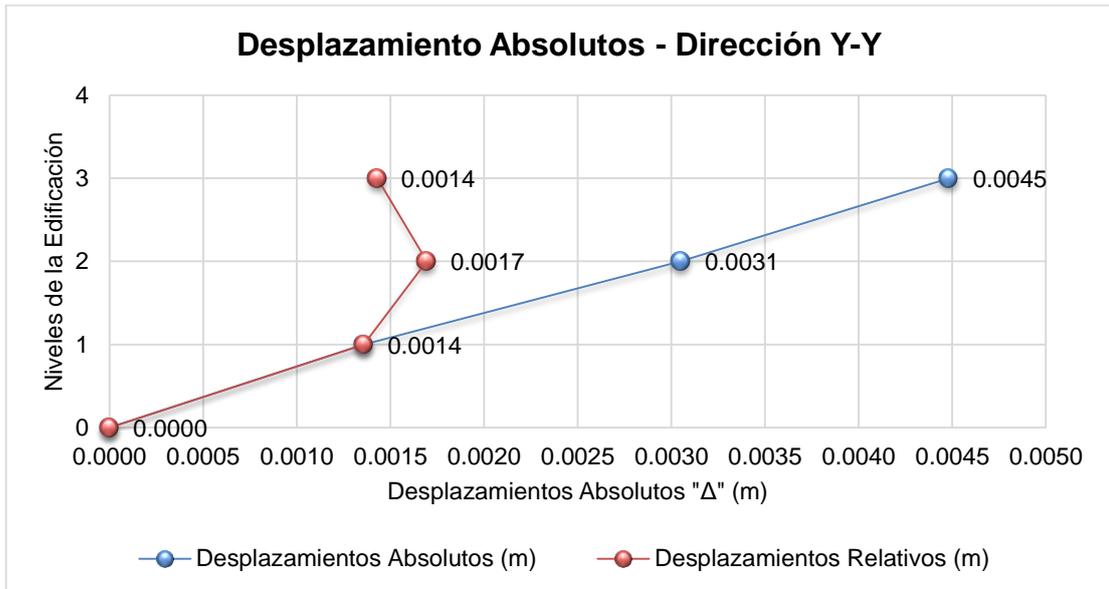


Figura 27 Desplazamiento, Sismo Estático Y,
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 54 Distorsiones de piso, Sismo Estático X

N° de Piso	Norma E.030 Artículo 31		Altura "h" (m)	Distorsión de Entrepiso	Verificación de Deriva
	Δ_{absoluto} (m)	Δ_{relativo} (m)			
3	0.0189	0.0024	3.20	0.0008	Si Cumple
2	0.0165	0.0081	3.20	0.0025	Si Cumple
1	0.0084	0.0084	3.20	0.0026	Si Cumple
0	0.0000	0.0000	0.00	0.0000	-

Fuente: Propia

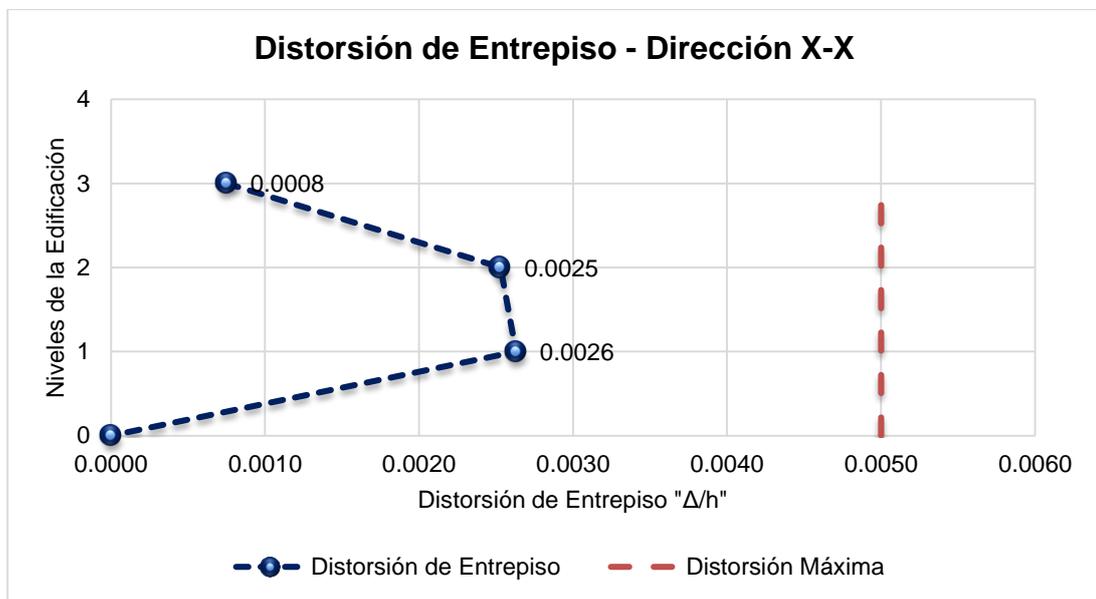


Figura 28 Distorsión de entrepiso, Sismo Estático X, Fuente: Elaboración Propia

Con respecto a la tabla N°55, se observa que se cumple con la verificación de derivas de entrepiso en la dirección Y, ello tras realizar el análisis sismo estático.

Tabla 55 Distorsiones de piso, Sismo Estático Y

N° de Piso	Norma E.030 Artículo 31		Altura "h" (m)	Distorsión de Entrepiso	Verificación de Deriva
	Δ_{absoluto} (m)	Δ_{relativo} (m)			
3	0.0045	0.0014	3.20	0.0004	Si Cumple
2	0.0031	0.0017	3.20	0.0005	Si Cumple
1	0.0014	0.0014	3.20	0.0004	Si Cumple
0	0.0000	0.0000	0.00	0.0000	-

Fuente: Propia

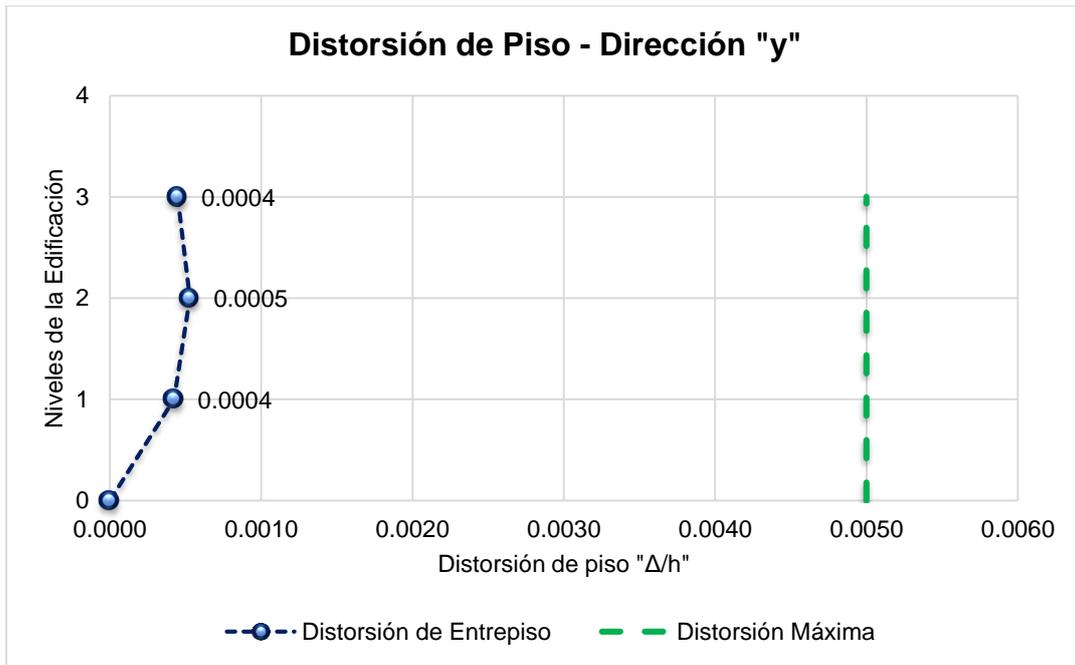


Figura 29 Distorsión de entrepiso, Sismo Estático Y,
Fuente: Elaboración Propia

3.5.5.2 Desplazamientos – Modelo sin incluir tabiquería

En la figura N° 30 se puede evidenciar que, al aislar la tabiquería de los pórticos, la estructura presentaría un incremento de 3.9 veces con respecto al desplazamiento en la dirección x del pabellón con tabiquería arriostrada, es decir que los muros de tabiquería se encuentran influenciando en el comportamiento estructural del pabellón.

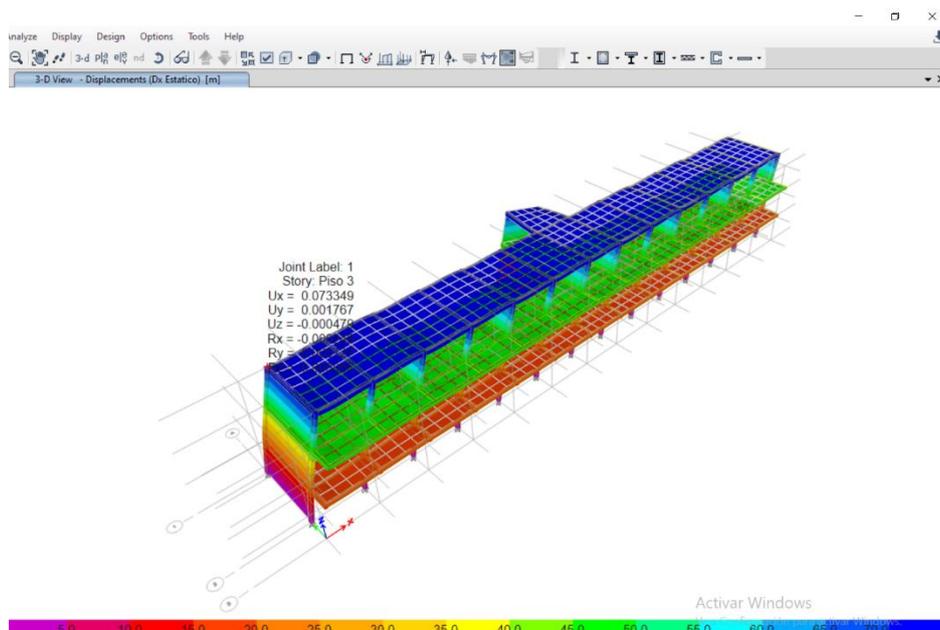


Figura 30 Desplazamientos Dx – Sismo Estático X, S/tabique
Fuente: Elaboración Propia

Con base en los resultados de la Tabla N°56 se obtuvieron los desplazamientos máximos absolutos por piso para cada dirección de análisis, y también de la Tabla N°57 se observó que el pabellón evaluado ya no cumplía con las direcciones de validación para deriva de entrepiso en X, después de quitar la tabiquería.

Tabla 56 Desplazamiento, Sismo Estático X, Y

N° de Piso	Dirección X-X		
	$\Delta_{\text{máx}}$ (m)	Δ_{prom} (m)	Δ_{CM} (m)
3	0.074	0.0734	0.0735
2	0.047	0.0467	0.0468
1	0.019	0.0190	0.0191

Fuente: Propia

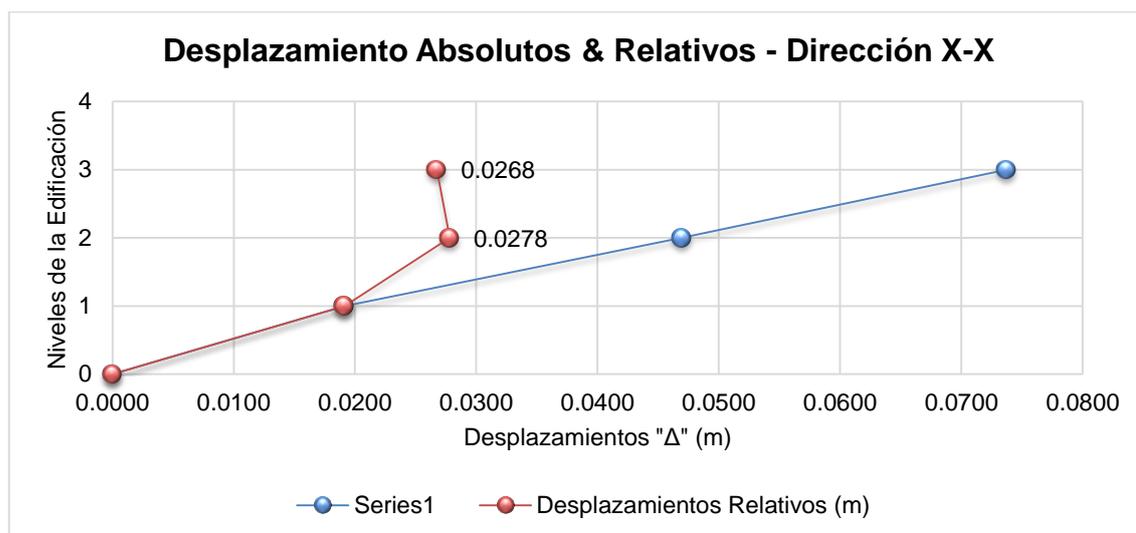


Figura 31 Desplazamiento, Sismo Estático X, S/tabique
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 57 Distorsiones de piso, Sismo Estático X

N° de Piso	Norma E.030 Artículo 31		Altura "h" (m)	Distorsión de Entrepiso	Verificación de Deriva
	Δ_{absoluto} (m)	Δ_{relativo} (m)			
3	0.0737	0.0268	3.20	0.0084	No Cumple, Verificar
2	0.0469	0.0278	3.20	0.0087	No Cumple, Verificar
1	0.0191	0.0191	3.20	0.0060	Si Cumple
0	0.0000	0.0000	0.00	0.0000	-

Fuente: Propia

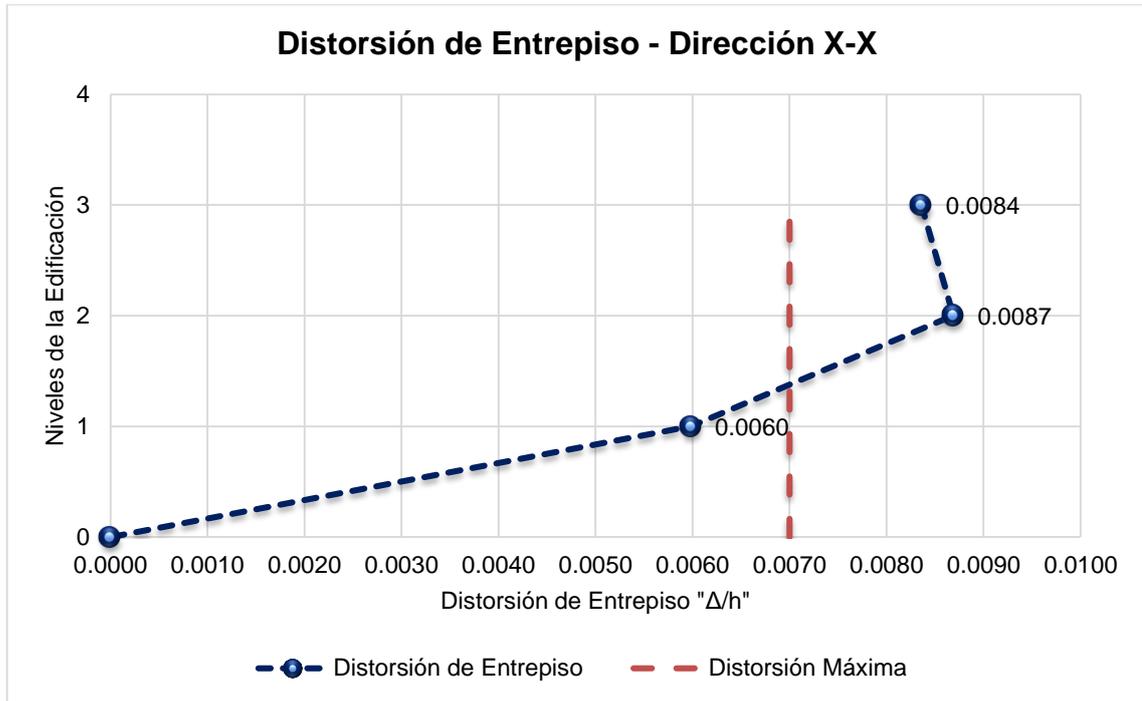


Figura 32 Distorsión de entrepiso, Sismo Estático X,
Fuente: Elaboración Propia

Con respecto a la Tabla N°55, luego de realizar un análisis sísmico estático, se puede observar que se cumple con la verificación de la deriva de piso en la dirección Y.

Tabla 58 Distorsiones de piso, Sismo Estático Y

N° de Piso	Norma E.030 Artículo 31		Altura "h" (m)	Distorsión de Entrepiso	Verificación de Deriva
	Δ_{absoluto} (m)	Δ_{relativo} (m)			
3	0.0045	0.0014	3.20	0.0004	Si Cumple
2	0.0031	0.0017	3.20	0.0005	Si Cumple
1	0.0014	0.0014	3.20	0.0004	Si Cumple
0	0.0000	0.0000	0.00	0.0000	-

Fuente: Propia

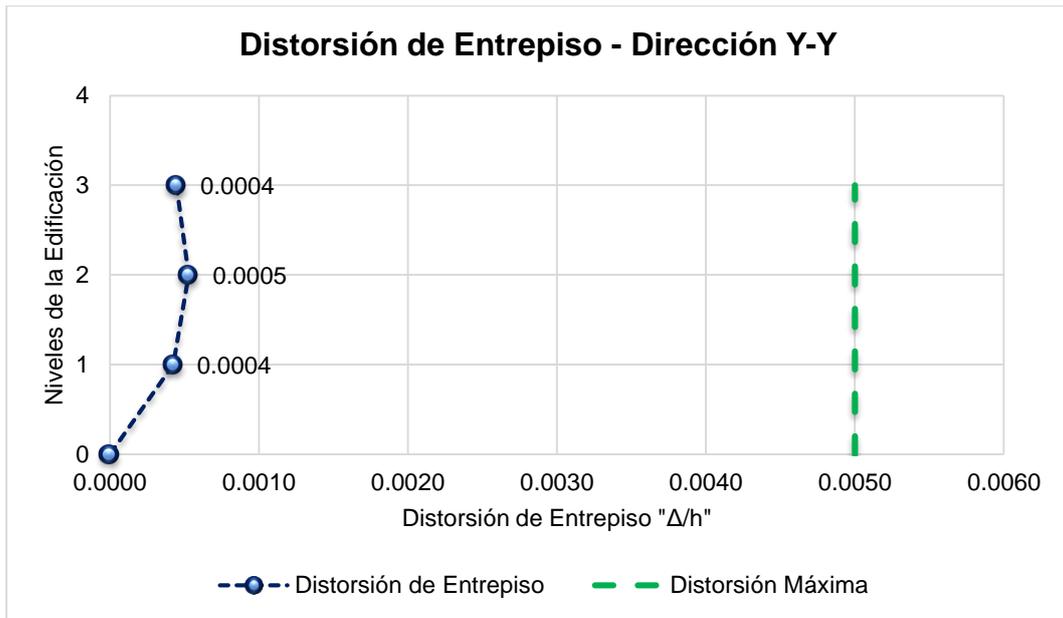


Figura 33 Distorsión de entrepiso, Sismo Estático Y,
Fuente: Elaboración Propia

3.5.5.3 Efecto de columna corta (Verificación por cortantes)

Este efecto corresponde a una variación de carácter accidental en la condición estructural inicial de una columna o grupo de columnas. Esta situación surge cuando, en una estructura que se encuentra sometida a esfuerzos de dirección horizontal, la distancia libre vertical entre elementos del tipo viga o losas que se encuentran soportadas sobre la o las columnas afectadas, disminuye en reacción a la obstaculización por un elemento constructivo, generalmente de condición no estructural, que somete y restringe la capacidad del conjunto de columnas afectadas a deformarse libremente debido a los esfuerzos. Debido a ello, a esta condición generalmente se le conoce como cautiva. En la figura a continuación se observa mejor el fenómeno.

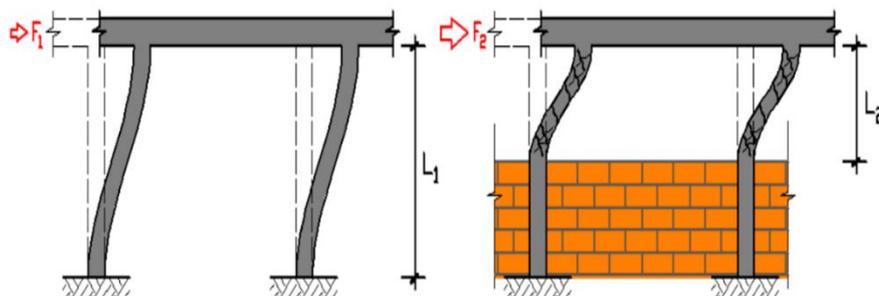


Figura 34 Concentración de tensiones y falla prematura en la "columna corta"

En la Tabla N° 59 se puede verificar el reporte del diagrama de fuerza cortante V_{x3-3} para el modelo con columnas cortas, de manera que las columnas absorben un mayor porcentaje de cortante en comparación a las secciones de columna apoyadas, sus fuerzas cortantes son mucho menores, es decir, cuando el desplazamiento es limitado y el tabique también interactúa con la columna del marco, la fuerza de corte aumenta.

Tabla 59 Reporte de cortantes Piso 1 Eje 2

Nudo	V_{3-3}	
	Columna corta	Columna arriostrada
2B	17.85	9.66
2D	18.00	9.69
2F	18.01	9.70
2I	17.90	9.67
2F	18.02	9.71
2G	18.32	9.78

Fuente: Análisis Etabs V19

Las figuras 20, 21, 22 y 23 muestran gráficamente el incremento de cortantes en las columnas cortas, debido a que en esa fracción de columna es el único elemento que absorbe los cortantes, caso contrario sucede en el muro arriostrado con columna, donde claramente se evidencia que una porción de cortante es absorbida por el muro y otro por la columna de pórtico.

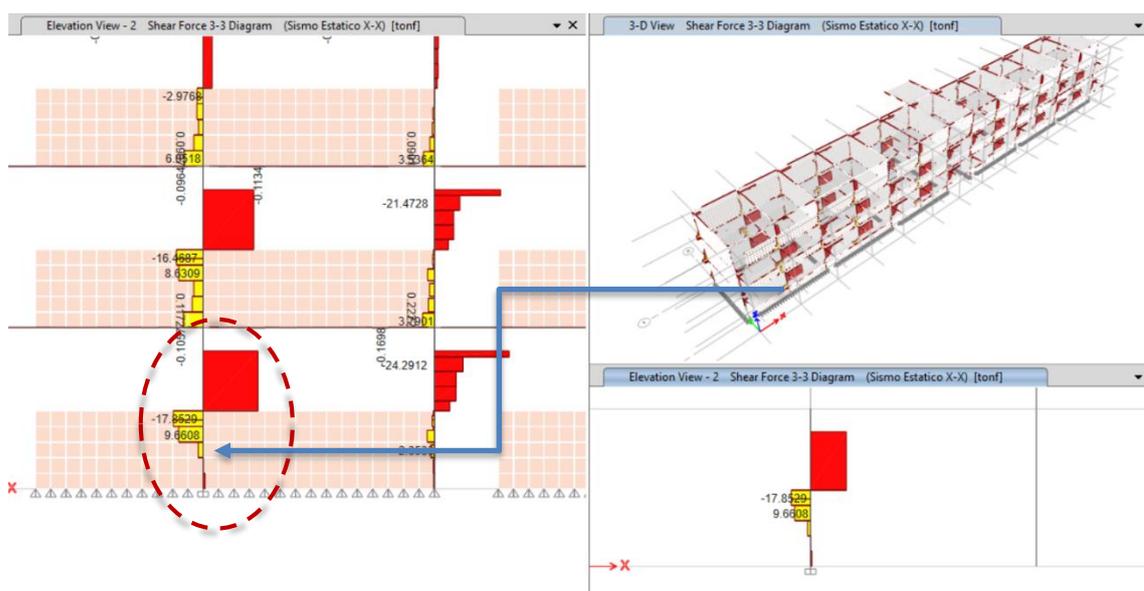


Figura 35 Diagrama de cortante eje 2B, Sismo Estático X,
Fuente: Elaboración Propia

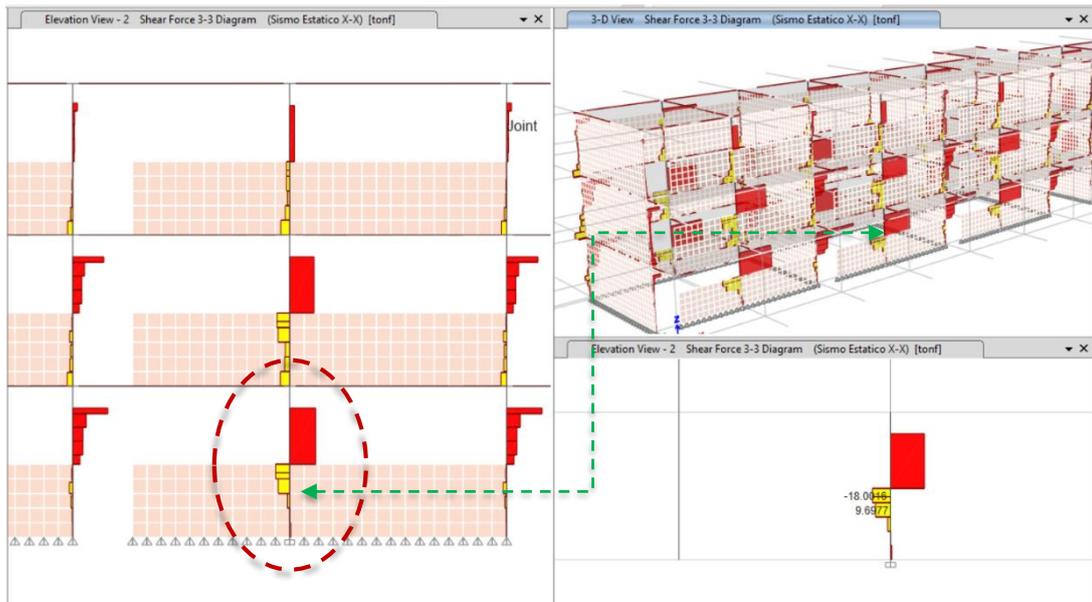


Figura 36 Diagrama de cortante eje 2D, Sismo Estático X,
Fuente: Elaboración Propia

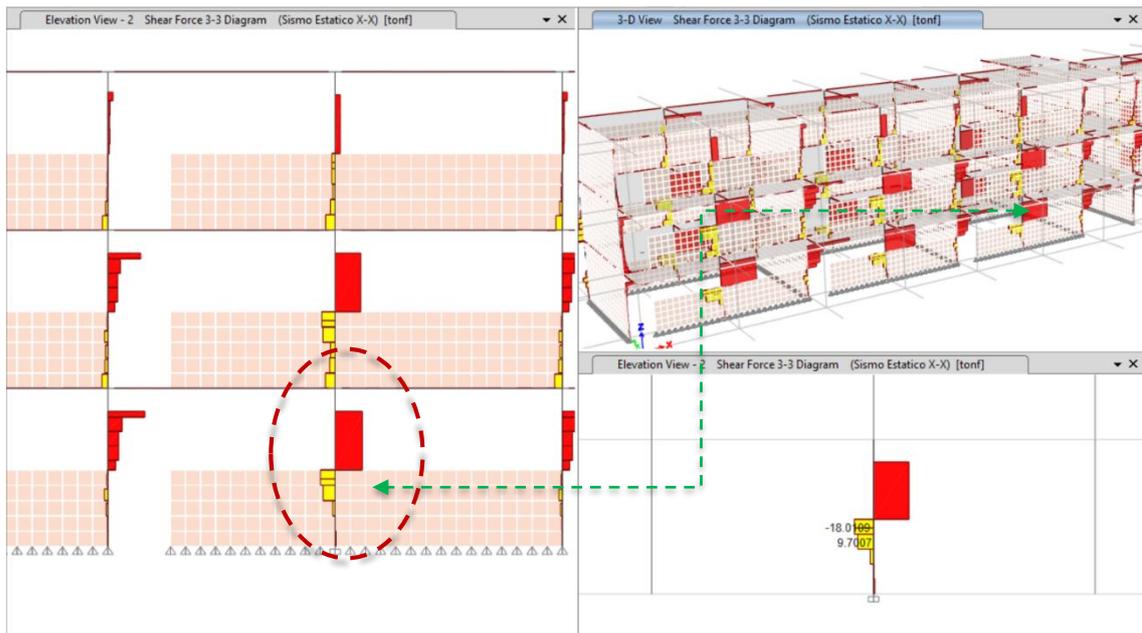


Figura 37 Diagrama de cortante eje 2F, Sismo Estático X,
Fuente: Elaboración Propia

Refuerzo de columna corta

Con este procedimiento lo que se ha conseguido es un aumento de la resistencia a cortante en las columnas, especialmente donde hay columnas cortas.

Para efectos de calcular el canto de la ampliación (muros del alero), al menos este se considera suficiente para anclar su armadura horizontal (ondulación ϕ 3/8"), estos muros del alero se consideran en los ejes 2B, 2D, 2F, 2I, 2K, 2M, excepto para el eje 1B, 1C, 1D, 1E, 1F, 1G, 1H, 1I, 1J, 1K, 1L, 1M a cada lado de la columna exterior 50 cm, lo que da como resultado una pendiente de 100 cm cuando se ensancha. También se probó el cortante (V) que actúa sobre la columna por el apoyo de hormigón, asumiendo que absorbió un porcentaje estimado del cortante total presente en el primer piso, $A_m = 0.93g$ (aceleración máxima, para sismos fuertes, zona 4), se tiene:

Para ensanche $d=150\text{cm}$

$$V_a = A_m * V_x * \%C$$

$$V_a = 0.93 * 192.94 * 0.0213$$

$$V_a = 16.61 \text{ tnf}$$

Luego:

$$V_{diseño} = \frac{V_a}{\phi}$$

$$V_{diseño} = \frac{16.61}{0.85}$$

$$V_{diseño} = 19.54 \text{ tnf}$$

Dónde:

ϕ = factor de reducción de resistencia (ϕ corte=0.85)

V_a = cortante actuante

Mientras que:

$$V_c(\text{columna existente}) = 11.71 \text{ tnf}$$

$$V_c(\text{ensanche}) = 0.53 * \sqrt{f'_c} * b * d$$

$$V_c(\text{ensanche}) = 0.53 * \sqrt{210} * 15 * 100$$

$$V_c(\text{ensanche}) = 11.52 \text{ tnf}$$

Obteniendo un cortante total:

$$V_c(\text{total}) = 23.23 \text{ tnf}$$

$$V_c > V_{\text{diseño}} \quad 23.23 \text{ tnf} > 19.54 \text{ tnf}$$

Por tanto, en el ensanchamiento se colocará la armadura horizontal más pequeña para que soporte la carga ($V_c=23,23$ tonf) de su fisuración diagonal.

Dónde:

b= Ancho de la sección

d = Peralte efectivo de la sección

f'_c = Resistencia del concreto a compresión

$$s = \frac{A_v * f_y * d}{V_c}$$

$$s = \frac{0.71 * 4200 * 100}{19201.07}$$

$$s = 25.88 \text{ cm}$$

$$s = 25 \text{ cm}$$

$$25\text{cm} \leq \frac{d}{2} = 50\text{cm}$$

De esta manera podemos emplear ensanches de 100cm de peralte reforzados con $\Phi 3/8'' @ 25\text{cm}$, tal y como se muestra en la tabla N° 60.

Piso 1	Ubicación	Vc existente	% que absorbe	Vc refuerzo	% que absorbe	Espesor	Peralte
	B2	17.85	2.13%	11.71	1.4%	0.25	1.00
	C2	18.00	2.15%	11.89	1.4%	0.25	1.00
	F2	18.01	2.15%	11.94	1.4%	0.25	1.00
	I2	17.9	2.13%	11.84	1.4%	0.25	1.00
	K2	18.02	2.15%	11.93	1.4%	0.25	1.00
	M2	18.33	2.19%	12.06	1.4%	0.25	1.00

Tabla 60 Reporte de cortante para refuerzo de columna corta, Piso 1
Fuente: Elaboración propia

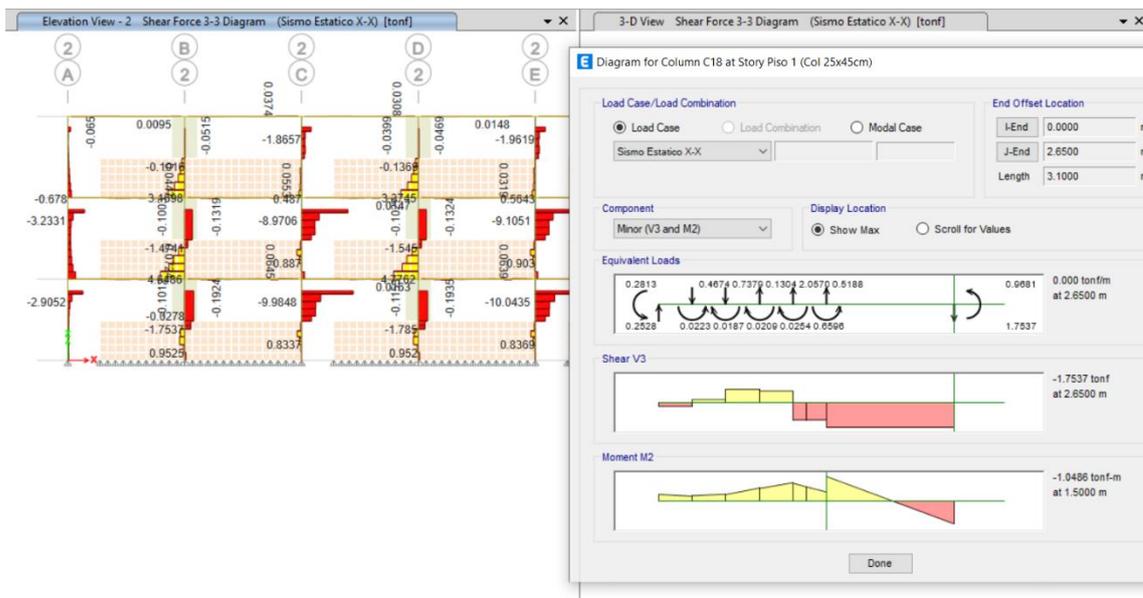


Figura 38 Reporte grafico de cortantes en columnas cortas reforzadas Eje 2 Piso 1
Fuente: Elaboración Propia

3.6 Método de análisis de datos

Para el análisis de datos posterior a la recolección, se empleó el software Microsoft Excel v.2016 para la construcción de las bases de datos; adicionalmente, se empleó PTC y MathCAD, y posteriormente el SPSS v. 25 a fin de construir la estadística descriptiva requerida para el análisis requerido, incluyendo el uso de tablas de frecuencia para delimitar los porcentajes categóricos, el uso de medias, promedios, varianza, entre otros que fueron de valor para el estudio.

3.7 Aspectos éticos

La elaboración de la investigación destaca los aspectos éticos de honestidad y veracidad ya que los procedimientos serán realizados de manera honesta y confiable, verificando cada procedimiento según las normas vigentes.

IV. RESULTADOS

4.1 Determinar la probabilidad de falla según el método FEMA 154 de la I.E. Privada Justo Juez

Probabilidad de falla bloque 101

Los resultados que se obtuvieron son de acuerdo al método FEMA-154, obteniéndose un puntaje de SL1 igual a 0.10, sin embargo, la metodología plantea como requerimiento para RM2 una calificación mínima Smin: 0.30.

Tabla 61 Puntaje final "S" Bloque 101

Tipo de edificación	RM2	Observación
Irregularidad vertical Severa, VL1	1.70	
Irregularidad vertical Moderada, VL1	0.90	3 pisos
Irregularidad en Planta	-0.70	
Pre-Código	-	Torsión
Post-año de comparación	-	
Tipo de Suelo A o B	-	
Tipo de Suelo E (1-3 pisos)	-	
Tipo de Suelo E (> 3 pisos)	-	
Puntaje	0.10	0.30

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 62 Probabilidad de falla para S:0.30- Pabellón 101

Probabilidad de falla	S (puntaje estructural)	Equivalencia 10^S	Conversión
50.12%	0.30	2.00	0.50

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

El pabellón 101 está destinado a uso educativo y consta del sistema estructural RM2, que se define como un marco apoyado sobre mampostería armada en la dirección de fachada, y por un muro de mampostería limitada en la dirección vertical.

La cubierta está formada por losas de hormigón armado aligeradas. Nuevamente, de acuerdo a la Tabla 18, el puntaje final S es 0.30, el cual se obtiene llenando el formulario de inspección visual Fema 154 y de acuerdo a las instrucciones de nuestro anexo; además, de acuerdo a la Tabla 19, el valor de probabilidad de falla es de 50.12%. Considerando que el valor del puntaje de corte es $S_0=2$, significa que la probabilidad de falla es de 1.00%.

4.2 Determinar los tipos de falla debido a la interacción tabique-pórtico, según el método de demanda resistencia de la I.E. Privada Justo Juez.

Verificación por Aplastamiento (R_c) Piso 1, 2 y 3 $e=0.23m$

Interpretación:

Según la tabla 63 se presentarían fallas por aplastamiento en los pisos 1 y 2, mientras que en el piso 3 la totalidad de muros superarían la demanda de resistencia, en el caso de este tipo de fallas se presentarían ciertos daños en las esquinas del tabique, triturándose los ladrillos.

Número de Pisos	3		
Verificación	Falla por aplastamiento		
Punto (Piso 1)	R_c resistente (Tonf)	R_c demandante (Tonf)	Evaluación
Eje A Máximo	69.13	75.74	El muro falla por aplastamiento
Eje C Máximo	69.13	81.36	El muro falla por aplastamiento
Eje E Máximo	69.13	82.87	El muro falla por aplastamiento
Eje G Máximo	69.13	88.39	El muro falla por aplastamiento
Eje H Máximo	69.13	89.19	El muro falla por aplastamiento
Eje J Máximo	69.13	86.33	El muro falla por aplastamiento
Eje L Máximo	69.13	87.62	El muro falla por aplastamiento
Eje N Máximo	69.13	84.07	El muro falla por aplastamiento
El R_c resistente $\geq R_c$ demandante			El Muro No presenta falla por aplastamiento
El R_c resistente $\leq R_c$ demandante			El Muro presenta falla por aplastamiento

Tabla 63 Falla por aplastamiento, Piso 1
Fuente: Elaboración Propia

Número de Pisos	3		
Verificación	Falla por aplastamiento		
Punto (Piso 2)	R_c resistente (Tonf)	R_c demandante (Tonf)	Evaluación
Eje A Máximo	69.13	56.10	El muro no Falla por aplastamiento
Eje C Máximo	69.13	64.65	El muro no Falla por aplastamiento
Eje E Máximo	69.13	66.15	El muro no Falla por aplastamiento
Eje G Máximo	69.13	71.06	El muro falla por aplastamiento
Eje H Máximo	69.13	70.26	El muro falla por aplastamiento
Eje J Máximo	69.13	69.05	El muro no Falla por aplastamiento
Eje L Máximo	69.13	69.81	El muro falla por aplastamiento
Eje N Máximo	69.13	63.83	El muro no Falla por aplastamiento
El R _c resistente ≥ R _c demandante			El Muro No presenta falla por aplastamiento
El R _c resistente ≤ R _c demandante			El Muro presenta falla por aplastamiento

Tabla 64 Falla por aplastamiento, Piso 2
Fuente: Elaboración Propia

Número de Pisos	3		
Verificación	Falla por aplastamiento		
Punto (Piso 3)	R_c resistente (Tonf)	R_c demandante (Tonf)	Evaluación
Eje A Máximo	69.13	15.08	El muro no Falla por aplastamiento
Eje C Máximo	69.13	22.93	El muro no Falla por aplastamiento
Eje E Máximo	69.13	23.99	El muro no Falla por aplastamiento
Eje G Máximo	69.13	27.12	El muro no Falla por aplastamiento
Eje H Máximo	69.13	26.46	El muro no Falla por aplastamiento
Eje J Máximo	69.13	25.59	El muro no Falla por aplastamiento
Eje L Máximo	69.13	25.69	El muro no Falla por aplastamiento
Eje N Máximo	69.13	18.94	El muro no Falla por aplastamiento
El R _c resistente ≥ R _c demandante			El Muro No presenta falla por aplastamiento
El R _c resistente ≤ R _c demandante			El Muro presenta falla por aplastamiento

Tabla 65 Falla por aplastamiento, Piso 3
Fuente: Elaboración Propia

Verificación por tracción diagonal (R_t) Piso 1, 2 y 3 e=0.23m

Interpretación:

Este tipo de falla se estaría presentando en el piso 1, por lo que se manifestaría a través de una grieta diagonal en el tabique.

Según la tabla 66 se puede identificar fallas por tracción diagonal ubicados en la primera planta del edificio en los ejes E, G, H, J, L, N, es decir de que la

resistencia demandante es mayor que la resistencia existente de los muros de albañilería.

Número de Pisos	3		
Verificación	Falla por tracción diagonal (tonf)		
Punto (Piso 1)	R_t resistente	R_t demandante	Evaluación
Eje A Máximo	82.77	75.74	El muro no Falla por tracción diagonal
Eje C Máximo	82.77	81.36	El muro no Falla por tracción diagonal
Eje E Máximo	82.77	82.87	El muro falla por tracción diagonal
Eje G Máximo	82.77	88.39	El muro falla por tracción diagonal
Eje H Máximo	82.77	89.19	El muro falla por tracción diagonal
Eje J Máximo	82.77	86.33	El muro falla por tracción diagonal
Eje L Máximo	82.77	87.62	El muro falla por tracción diagonal
Eje N Máximo	82.77	84.07	El muro falla por tracción diagonal
El R_t resistente $\geq R_t$ demandante			No presenta falla por tracción diagonal
El R_t resistente $\leq R_t$ demandante			Presenta falla por tracción diagonal

Tabla 66 Falla por tracción diagonal, Piso 1
Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

Según la tabla 67 no se presentarían fallas por tracción diagonal en ninguno de los muros de la segunda planta del edificio, debido a que la resistencia demandante es menor que la resistencia existente de los muros de albañilería.

Número de Pisos	3		
Verificación	Falla por tracción diagonal (tonf)		
Punto (Piso 2)	R_t resistente	R_t demandante	Evaluación
Eje A Máximo	82.77	56.10	El muro no Falla por tracción diagonal
Eje C Máximo	82.77	64.65	El muro no Falla por tracción diagonal
Eje E Máximo	82.77	66.15	El muro no Falla por tracción diagonal
Eje G Máximo	82.77	71.06	El muro no Falla por tracción diagonal
Eje H Máximo	82.77	70.26	El muro no Falla por tracción diagonal
Eje J Máximo	82.77	69.05	El muro no Falla por tracción diagonal
Eje L Máximo	82.77	69.81	El muro no Falla por tracción diagonal
Eje N Máximo	82.77	63.83	El muro no Falla por tracción diagonal
El R_t resistente $\geq R_t$ demandante			No presenta falla por tracción diagonal
El R_t resistente $\leq R_t$ demandante			Presenta falla por tracción diagonal

Tabla 67 Falla por tracción diagonal, Piso 2
Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

Según la tabla 68 no se presentarían fallas por tracción diagonal en ninguno de los muros de la tercera planta del edificio, debido a que la resistencia demandante es menor que la resistencia existente de los muros de albañilería.

Número de Pisos	3		
Verificación	Falla por tracción diagonal (tonf)		
Punto (Piso 3)	R _t resistente	R _t demandante	Evaluación
Eje A Máximo	82.77	15.08	El muro no Falla por tracción diagonal
Eje C Máximo	82.77	22.93	El muro no Falla por tracción diagonal
Eje E Máximo	82.77	23.99	El muro no Falla por tracción diagonal
Eje G Máximo	82.77	27.12	El muro no Falla por tracción diagonal
Eje H Máximo	82.77	26.46	El muro no Falla por tracción diagonal
Eje J Máximo	82.77	25.59	El muro no Falla por tracción diagonal
Eje L Máximo	82.77	25.69	El muro no Falla por tracción diagonal
Eje N Máximo	82.77	18.94	El muro no Falla por tracción diagonal
El R _t resistente ≥ R _t demandante			No presenta falla por tracción diagonal
El R _t resistente ≤ R _t demandante			Presenta falla por tracción diagonal

Tabla 68 Falla por tracción diagonal, Piso 3
Fuente: Elaboración Propia

Verificación por Cizalle (R_s) Piso 1, e=0.23m

Interpretación:

Este tipo de falla se produce a la mitad de la altura del tabique (junta de construcción) y se caracteriza por ser una grieta horizontal. Según la tabla 69 se puede identificar fallas por cizalle ubicados en los ejes E, G, H, J, L, N, es decir de que la resistencia demandante es mayor que la resistencia existente de los muros de albañilería.

Número de Pisos	3		
Verificación	Falla por cizalle (tonf)		
Punto (Piso 1)	R _s resistente	R _s demandante	Evaluación
Eje A Máximo	81.51	75.74	El muro no falla por cizalle
Eje C Máximo	81.51	81.36	El muro no falla por cizalle
Eje E Máximo	81.51	82.87	El muro si falla por cizalle
Eje G Máximo	81.51	88.39	El muro si falla por cizalle
Eje H Máximo	81.51	89.19	El muro si falla por cizalle
Eje J Máximo	81.51	86.33	El muro si falla por cizalle
Eje L Máximo	81.51	87.62	El muro si falla por cizalle
Eje N Máximo	81.51	84.07	El muro si falla por cizalle
El R _s resistente ≥ R _s demandante			No presenta falla por cizalle
El R _s resistente ≤ R _s demandante			Presenta falla por cizalle

Tabla 69 Falla por cizalle, Piso 1
Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

Según la tabla 70 no se presentarían fallas por cizalle en ninguno de los muros de la segunda planta del edificio, debido a que la resistencia demandante es menor que la resistencia existente de los muros de albañilería.

Número de Pisos	3		
Verificación	Falla por cizalle (tonf)		
Punto (Piso 2)	R_s resistente	R_s demandante	Evaluación
Eje A Máximo	81.51	56.10	El muro no falla por cizalle
Eje C Máximo	81.51	64.65	El muro no falla por cizalle
Eje E Máximo	81.51	66.15	El muro no falla por cizalle
Eje G Máximo	81.51	71.06	El muro no falla por cizalle
Eje H Máximo	81.51	70.26	El muro no falla por cizalle
Eje J Máximo	81.51	69.05	El muro no falla por cizalle
Eje L Máximo	81.51	69.81	El muro no falla por cizalle
Eje N Máximo	81.51	63.83	El muro no falla por cizalle
El R_s resistente $\geq R_s$ demandante			No presenta falla por cizalle
El R_s resistente $\leq R_s$ demandante			Presenta falla por cizalle

Tabla 70 Falla por cizalle, Piso 2
Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

Según la tabla 71 no se presentarían fallas por cizalle en ninguno de los muros de la tercera planta del edificio, debido a que la resistencia demandante es menor que la resistencia existente de los muros de albañilería.

Número de Pisos	3		
Verificación	Falla por cizalle (tonf)		
Punto (Piso 3)	R_s resistente	R_s demandante	Evaluación
Eje A Máximo	81.51	15.08	El muro no falla por cizalle
Eje C Máximo	81.51	22.93	El muro no falla por cizalle
Eje E Máximo	81.51	23.99	El muro no falla por cizalle
Eje G Máximo	81.51	27.12	El muro no falla por cizalle
Eje H Máximo	81.51	26.46	El muro no falla por cizalle
Eje J Máximo	81.51	25.59	El muro no falla por cizalle
Eje L Máximo	81.51	25.69	El muro no falla por cizalle
Eje N Máximo	81.51	18.94	El muro no falla por cizalle
El R_s resistente $\geq R_s$ demandante			No presenta falla por cizalle
El R_s resistente $\leq R_s$ demandante			Presenta falla por cizalle

Tabla 71 Falla por cizalle, Piso 3
Fuente: Elaboración Propia

4.3 Determinar los resultados de la demanda y resistencia del concreto en la I.E. Privada Justo Juez del distrito de Majes.

Elemento	Piso	f'c resistente (Kgf/cm²)	f'c demandante (Kgf/cm²)	Evaluación
Columna 25x35	Piso 1	221.00	210.00	Si cumple
Columna 25x45	Piso 1	232.00	210.00	Si cumple
Columna 25x35	Piso 1	223.75	210.00	Si cumple
Columna 25x45	Piso 1	252.18	210.00	Si cumple
Columna 25x35	Piso 1	232.92	210.00	Si cumple
Columna 25x45	Piso 1	254.93	210.00	Si cumple
Columna 25x35	Piso 2	243.92	210.00	Si cumple
Columna 25x45	Piso 2	285.19	210.00	Si cumple
Columna 25x35	Piso 2	235.67	210.00	Si cumple
Columna 25x45	Piso 2	252.18	210.00	Si cumple
Columna 25x35	Piso 2	254.01	210.00	Si cumple
Columna 25x45	Piso 2	260.43	210.00	Si cumple
El f'c resistente ≥ f'c demandante				La resistencia de la columna cumple con la resistencia mecánica del concreto
El f'c resistente ≤ f'c demandante				La resistencia no cumple con la resistencia mecánica del concreto

Tabla 72 Comparación de la demanda - Resistencia del concreto – Pabellón 101
Fuente: Esclerómetro (Martillo de SHMITH – ASTM C805)

Interpretación:

El Pabellón “101”, al ser evaluado se determinó de que cumple con la resistencia mecánica del concreto para columnas, ya que el promedio obtenido de la evaluación de sus elementos estructurales sobrepasa la demanda de los 210 kgf/cm².

Elemento	Piso	f'c resistente (Kgf/cm ²)	f'c demandante (Kgf/cm ²)	Evaluación
Viga (25 x 45)	Piso 1	221.00	280.00	No cumple
Viga (25 x 45)	Piso 1	232.00	280.00	No cumple
Viga (25 x 45)	Piso 1	223.75	280.00	No cumple
Viga (25 x 45)	Piso 1	252.18	280.00	No cumple
Viga (25 x 45)	Piso 1	232.92	280.00	No cumple
Viga (25 x 45)	Piso 1	254.93	280.00	No cumple
Viga (25 x 35)	Piso 2	243.92	280.00	No cumple
Viga (25 x 35)	Piso 2	285.19	280.00	Si cumple
Viga (25 x 35)	Piso 2	235.67	280.00	No cumple
Viga (25 x 35)	Piso 2	252.18	280.00	No cumple
Viga (25 x 35)	Piso 2	254.01	280.00	No cumple
Viga (25 x 35)	Piso 2	260.43	280.00	No cumple
El f'c resistente \geq f'c demandante				La resistencia de la viga cumple con la resistencia mecánica del concreto
El f'c resistente \leq f'c demandante				La resistencia de la viga no cumple con la resistencia mecánica del concreto

Tabla 73 Comparación de la demanda - Resistencia del concreto – Pabellón 101
Fuente: Esclerómetro (Martillo de SHMITH – ASTM C805)

Interpretación:

El Pabellón “101”, al ser evaluado se determinó de que no cumple con la resistencia mecánica del concreto para vigas, ya que el promedio obtenido de la evaluación de sus elementos estructurales no sobrepasa la demanda de los 210 kgf/cm².

4.4 Determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica según el método AIS, aplicado en la I.E. Privada justo Juez

Tabla 74 Resultados del nivel de vulnerabilidad Método AIS, Bloque 101

Pabellón "D"		CV: Baja= 0; Media= 2; Alta= 4		V Baja<15%; 15%≤V Media<35%; V Alta≥35%
No.	Componente	Calificación	Calificación de Cada Aspecto	Calificación de Cada Aspecto en Porcentaje (%)
1	Aspectos Geométricos			
1.1	Irregularidad en planta de la edificación	4	4.00	16.67%
1.2	Cantidad de muros en las dos direcciones	4		
1.3	Irregularidad en altura	4		
2	Aspectos Constructivos			
2.1	Calidad de las juntas de pega en mortero	0	0.67	2.78%
2.2	Tipo y disposición de las unidades de mampostería	0		
2.3	Calidad de los materiales	2		
3	Aspectos Estructurales			
3.1	Muros confinados y reforzados	0	0.33	1.39%
3.2	Detalles de columnas y vigas de confinamiento	0		
3.3	Vigas de amarre o corona	0		
3.4	Características de las aberturas	2		
3.5	Entrepiso	0		
3.6	Amarre de cubiertas	0		
4	Cimentación	0	0.00	0.00%
5	Suelos	2	2.00	8.33%
6	Entorno	0	0.00	0.00%
ÍNDICE DE VULNERABILIDAD DEL PABELLON:			1.17	29.17%

Interpretación: Según los resultados para determinar el índice de vulnerabilidad por el método AIS, el bloque 101 obtiene un índice del 29.17%, encontrándose dentro de un nivel de **VULNERABILIDAD MEDIA.**

4.5 Proponer un refuerzo estructural que permita mejorar el comportamiento sísmico de los pabellones en la I.E. Privada Justo Juez.

Interpretación: Refuerzo columna corta

Para mejorar la resistencia y rigidez de la estructura se propuso incrementar la resistencia a cortante en las columnas cortas, incorporando aleros de concreto armado, cuyo porcentaje de absorción de cortante es de 1.40% en el piso 1, 1.11% en el piso 2 y 0.14% en el piso 3, además se logró incrementar la resistencia de los muros de mampostería para mitigar los efectos por falla a tracción diagonal, cizalle y aplastamiento, con la incorporación de mallas de fibra de vidrio en los muros del piso 1.

Piso 1	Ubicación	Vc refuerzo	% que absorbe	Espesor	Peralte
	B2	11.71	1.40%	0.15	1.00
	C2	11.89	1.40%	0.15	1.00
	F2	11.94	1.40%	0.15	1.00
	I2	11.84	1.40%	0.15	1.00
	K2	11.93	1.40%	0.15	1.00
	M2	12.06	1.40%	0.15	1.00

Tabla 75 Reporte de cortante para refuerzo de columna corta, Piso 1
Fuente: Elaboración propia

Piso 2	Ubicación	Vc refuerzo	% que absorbe	Espesor	Peralte
	B2	9.32	1.11%	0.15	1.00
	C2	9.74	1.11%	0.15	1.00
	F2	9.79	1.11%	0.15	1.00
	I2	9.72	1.11%	0.15	1.00
	K2	9.77	1.11%	0.15	1.00
	M2	9.75	1.11%	0.15	1.00

Tabla 76 Reporte de cortante para refuerzo de columna corta, Piso 2
Fuente: Elaboración propia

Piso 3	Ubicación	Vc refuerzo	% que absorbe	Espesor	Peralte
	B2	0.98	0.14%	0.15	1.00
	C2	1.19	0.14%	0.15	1.00
	F2	1.21	0.14%	0.15	1.00
	I2	1.21	0.14%	0.15	1.00
	K2	1.19	0.14%	0.15	1.00
	M2	0.97	0.14%	0.15	1.00

Tabla 77 Reporte de cortante para refuerzo de columna corta, Piso 3
Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Refuerzo muros de albañilería

Varillas de fibra de vidrio: El uso de varillas de fibra de vidrio (GFRP) se ha propuesto como un método complementario que nos ayudará a ampliar las opciones para la colocación práctica y el refuerzo en muros de mampostería con restricciones determinadas por cortante. La base del procedimiento es reparar posibles grietas aparentes en la mampostería y columnas de muros y, si es necesario, restaurar la argamasa, de esta manera se colocan varillas de fibra de vidrio como refuerzo horizontal cada 2 capas, alternando en ambos lados. pared para no debilitar su sección transversal.

Material	Rendimiento m ² /día	Costo/m ²	Rigidez Kn/K _{of}
Malla electro soldada	6.25	132.8	8.35
Malla de acero corrugada	4.65	150.9	6.53
Fibra de carbono	7.15	149.7	3.5
Fibra de vidrio	12.50	80.80	5.85

Tabla 78 Interpretación: Refuerzo columna corta
Fuente: Sencico

V. DISCUSIÓN

Discusión 1

La vulnerabilidad sísmica determinada para el bloque 101 según el método fema 154 es del nivel alto, esto debido a que se obtuvo un puntaje de calificación igual a 0.30 y que, traducido a probabilidad de colapso, este se encontraría dentro de los 50.12, debemos comentar que el puntaje de calificación mientras más se aproxime a cero, su probabilidad de colapso será más elevada.

En contraste con el antecedente nacional de Álvarez (2019) se pudo observar que obtuvo un puntaje mínimo, siendo este igual a 0.30 y que transformándolo a probabilidades de colapso o falla este obtiene un 50.12%, encontrándose con una falla superior a la planteada por la presente tesis, debemos indicar que la configuración estructural es de similar característica a la propuesta, y que incluso fue edificada también en el año 1995.

Discusión 2

El bloque 101 presentan fallas por aplastamiento, tracción diagonal y cizalle, esto debido a que la resistencia de muros se encuentra por debajo de la demanda requerida y que ante un sismo de diseño podrían comprometer la estructura.

En contraste con el antecedente nacional de Alberto Panduro (2021) en la evaluación del pabellón de secundaria de 02 pisos se obtuvo resistencia de muros por encima de la demanda requerida, es decir que durante la evaluación ante fallas por aplastamiento los muros resistirían una fuerza axial de 57.87 tonf para una demanda de 14.27 tonf, en cuanto a la verificación de fallas por tracción diagonal los muros resistirían una carga de 57.97 tonf para una demanda de 22.06 tonf y en la verificación por fallas por cizalle los muros presentan una resistencia de 65.34 tonf para una demanda de 22.24 tonf, concluyendo en que el pabellón no presentaría fallas por aplastamiento, cizalle o tracción diagonal. Sin embargo, para ambos casos se deberían considerar ensayos por tracción diagonal para la estimación de la resistencia a compresión en pilas de ladrillos, para obtener una mejor aproximación de resultados ya que los cálculos dependen del f'_m de muro.

Discusión 3

El bloque 101 reporta una resistencia a la compresión promedio de $f'c = 246$ Kgf/cm² en columnas lo cual se interpreta como el cumplimiento de la resistencia, superando la demanda requerida para concreto estructural. Sin embargo, para vigas estructurales el reporte obtenido es de 204 kgf/cm², encontrándose por debajo de la demanda requerida.

En contraste con el antecedente nacional de Luis Godos (2020) en la evaluación de resistencia a la compresión mediante ensayos no destructivos empleando índices de rebote con esclerómetro para el pabellón evaluado, este alcanza una máxima resistencia promedio para columnas de $f'c = 240$ Kgf/cm² y en el caso de vigas estructurales un $f'c = 301$ kgf/cm², sin embargo se debe aclarar que el ensayo debió considerar un nivel de confianza del 80% con un error máximo tolerable del 20%, es decir que la resistencia promedio que debió considerar el investigador es de $f'c = 192$ kgf/cm² para el caso de columnas y de $f'c = 240.8$ kgf/cm² para vigas.

Discusión 4

Al evaluar la vulnerabilidad sísmica mediante el Manual AIS, se logró obtener para el pabellón 101 una calificación equivalente al 29,17%, es decir, su índice de vulnerabilidad corresponde a edificios con vulnerabilidad media o moderada.

En comparación con el contexto del antecedente nacional de Kevin Chura (2020), concluye que el uso de métodos AIS e índices de vulnerabilidad ayuda a examinar los bloques "A" y "B" con más detalle, ya que los dos métodos son diferentes sin embargo se complementan en algunos parámetros, resultando en una vulnerabilidad moderada a alta para ambas estructuras. Sin embargo, debe aclarar que esta metodología está basada para el análisis de vulnerabilidad de edificaciones de uso común o viviendas, sin embargo, este procedimiento se adaptó para edificaciones esenciales como lo son los pabellones de infraestructura educativa.

Discusión 5

Referente al reforzamiento estructural definido en el pabellón 101, se procedió a incorporar aleros de concreto armado de 15cm de espesor en las columnas cortas, para reducir los cortantes que absorben las columnas cortas, además de plantear el reforzamiento de muros de albañilería con varillas de fibra de vidrio cada dos hileras con la finalidad de incrementar su rigidez.

En contraste con el antecedente nacional de Isaías Ruiz (2020), concluye que a través de los modelamientos en el programa Etabs se introdujeron muros de corte en las estructuras para incrementar la rigidez del pabellón, sin embargo, deberá ser verificado mediante el desempeño sísmico de la estructura, ya que el exceso de rigidez podría traer consigo fallas frágiles, así mismo indicar que a comparación de la tesis presentada, este presenta rigidez en cada dirección de análisis y el propuesto por el investigador Isaías Ruiz, adolece de rigidez para ambas direcciones de análisis, y son los muros los que estarían absorbiendo esta cortante sísmica.

VI. CONCLUSIONES

Conclusión 1

Se concluye que, aplicando el método FEMA 154, en el Pabellón "101" de tres pisos presenta sísmicamente una **vulnerabilidad Alta**, debido a que se obtuvo un puntaje de 0.30 y cuya probabilidad de falla es de 50.12%, esto debido a la antigüedad de la misma, así mismo debemos indicar que se evidenciaron patologías referidas a columna corta y viga fuerte columna débil, influenciando de manera significativa en la evaluación y calificación de los pabellones existentes.

Conclusión 2

El bloque 101, presenta fallas por aplastamiento cuya resistencia alcanza los 69.13 Tonf y cuya demanda asciende a los 89.19 tonf, en el caso de la verificación de fallas por tracción diagonal los edificios también presentan esta patología, donde alcanza una resistencia de 82.77tonf y cuya demanda asciende a los 89.19 tonf, finalmente al realizar también la verificación de fallas por cizalle este alcanza una resistencia de 81.51tonf para una demanda de 89.20 tonf, y que ante un sismo de diseño podrían comprometer la estructura.

Conclusión 3

El bloque 101 reportan una resistencia a la compresión promedio en columnas de $f'c = 246 \text{ Kgf/cm}^2$, y en el caso de vigas estructurales su resistencia alcanzada según el reporte de índice de rebote con esclerómetro alcanza una resistencia equivalente a $f'c = 204 \text{ Kgf/cm}^2$, lo cual se interpreta como el no cumplimiento de la resistencia, encontrándose por debajo de la demanda requerida para concreto estructural.

Conclusión 4

En la evaluación de la vulnerabilidad sísmica mediante el Manual AIS, el Pabellón 101 logró una calificación equivalente al 29,17%, es decir, su índice de vulnerabilidad corresponde a una edificación de vulnerabilidad moderada, que tiene en cuenta aspectos geométricos, constructivos, estructura, composición de sus cimientos, suelo y entorno.

Conclusión 5

Con respecto al reforzamiento estructural planteado aleros de concreto armado de 0.15m de espesor de 1.00m de peralte con la finalidad de reducir los cortantes que absorben las columnas cortas, además de incorporar varillas de fibra de vidrio cada 2 hiladas para incrementar la resistencia de los muros de albañilería.

VII. RECOMENDACIONES

- Según el resultado de la evaluación se obtuvo una calificación menor a 2, debiéndose emplear un método detallado que conlleve al análisis de la edificación mediante un análisis lineal y no lineal, así mismo se recomienda reforzar la estructura.
- Se recomienda realizar en lo posterior ensayos de tracción diagonal para determinar la resistencia de la albañilería y de esta manera poder obtener resultados más certeros respecto a posibles fallas que se presenten en muros de albañilería, debido a la interacción con elementos aporticados.
- Se recomienda contrastar con ensayos de ultrasonido además de diamantina como procedimiento destructivo, con el fin de poder tener una mayor aproximación en cuanto a la resistencia de los elementos de concreto armado
- El método AIS fue calibrado como norma colombiana para edificaciones de uso común (viviendas) sin embargo se recomienda incorporar aspectos técnicos más rígidos para la adaptación de edificios de uso esencial.

REFERENCIAS

- **Abanto, Sarita. 2019.** Determinación de la vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti – Petrini en las instituciones educativas del centro histórico de Trujillo, provincia de Trujillo, región la libertad. *Tesis para optar el título de ingeniero civil*. Trujillo : Universidad Privada Antenor Orrego, 2019.
- **AIS, Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. 1998.** Manual de Construcción, evaluación y rehabilitación sísmo resistente . Bogotá, Bogotá, Colombia : LA Red, 1998.
- **Arana Almanza, Joel. 2018.** Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil). *Propuesta de Reforzamiento estructural para devolverle la funcionalidad al pabellón P-3 de la Institución Educativa Santa Fortunata en el Distrito de Moquegua*. Moquegua : Universidad José Carlos Mariátegui, 2018.
- **Bolívar , R. 2005.** *Metodología De Investigación*. 2005.
- **Bonett Díaz, Ricardo Leon. 2003.** Tesis Doctoral . *Vulnerabilidad y riesgo sísmico de edificios, aplicación a entornos urbanos en zonas de amenaza alta y moderada*. Barcelona, Barcelona, España : Universidad Politécnica de Cataluña, Departamento de Ingeniería del Terreno, cartografía y geodesia , 17 de Octubre de 2003.
- *Caracterización de la validez y confiabilidad en el constructo metodológico de la investigación social*. **Martínez, Manuel y March, Trina. 2015.** 2015, REDHECS revista electrónica de humanidades, educación y comunicación social, págs. 107-127.
- **Carpeta Peña, Elvis Leonardo. 2014.** Determinación del Índice de Vulnerabilidad sísmica de siete viviendas mediante cuatro metodologías en la ciudad de Bogotá. *Tesis de Grado*. Bogotá, Bogotá, Colombia : Universidad Piloto de Colombia , 2014.
- **Castro Herrera, Marco. 2019.** Inspección sísmica visual rápida de los edificios de la Universidad de Piura por el Método Fema 154. Piura, Perú : Universidad de Piura , 2019.
- **Espinoza, Julio. 2019.** Estudio de la vulnerabilidad sísmica de una unidad. Caso escuela primaria de la armada Nacional. *Tesis para optar el grado de Maestro*. Guayaquil : Universidad de Guayaquil, 2019.
- **F.ORTEGA, Marianela Ripani. 2007.** Experiencias en el empleo de ensayos no destructivos , en el análisis de estructuras de hormigón afectadas por diferentes situaciones Patológicas. Buenos Aires, Argentina : IV Conferencia Panamericana de END, 2007.

- **Granados, Joel. 2019.** Vulnerabilidad sísmica autoconstruidas de 2 pisos en el sector año nuevo distrito de comas. *Tesis para optar el título de ingeniero civil.* Lima : Universidad Cesar vallejo, 2019.
- **HERNÁNDEZ A., Jose R., y otros.** Relación entre Resistencia a Compresión en cilindros de Concreto y los rebotes con esclerómetro Digital. Colombia : Universidas De Sucre.
- **Hernandez Mendosa, S. y Duana Avila , D. 2020.** Tecnicas e Instrumentos de recoleccion de datos. Mexico : s.n., 2020. págs. 51-53.
- **Hernandez, Jose Daniel y Lockhart Castro, Sidney Antonio. 2011.** Metodología para la evaluacion de la vulnerabilidad sísmica de edificaciones de hormigon armado existente. s.l., Republica Dominicana : Ciencia y Sociedad, Junio de 2011. Vol. 36, 2, págs. 256-275.
- **Hernandez, Roberto; Fernandez, Carlos. 2014.** Metodología de la investigación. Mexico : McGraw Hill, 2014. 6.
- **Huaman Marcillo, Freddy Fernando. 2019.** Evaluación de la amenaza sísmica y estructuras sismogénicas para la ciudad de Esmeraldas, costa norte de Ecuador. *tesis para optar el grado académico de Magíster .* Lima, Lima, Perú : Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2019.
- **Huashua, Maximo y Sanchez, Alex. 2017.** Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas de la urbanización bella vista de la ciudad de Abancay – Apurímac. Abancay : Unievrsidad Tecnica de los Andes, 2017.
- **Lopez Ramirez , Rocio Elizabeth . 2020.** Estudio de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales en el Asentamiento Humano San Carlos de Murcia, Chachapoyas. *Articulo de investigación científica.* Chachapoyas, Amazonas, Perú : s.n., 2020. Vol. 3, 1.
- **Maldonado Salvatierra, Orlando Oscar. 2019.** Estimación de funciones de vulnerabilidad sísmica en edificaciones con base en procedimientos probabilísticos . *Tesis para optar el grado academico de magister en ingeniería civil .* Lima, Lima, Perú : Pontificia Universidad Catolica del Perú, 2019.
- **MARTÍNEZ LANZ, P. 2011.** *Manual Básico de Investigacion Científica.* México D.F, México : Editorial El Manual Moderno, S.A de C.V., 2011.
- **Mejia Mejia, Elias. 2005.** *Metodología de Investigación.* Lima : Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2005.

- **Norma E030 Diseño Sismoresistente. 2018.** *Norma E030 Diseño Sismoresistente.* 2018.
- **Orozco Orozco, Gustavo Fernando. 2019.** Análisis de vulnerabilidad sísmica de edificios de mampostería confinada, mediante análisis no lineal de cargas laterales incrementales en Guatemala. *Trabajo de graduación para obtener el título de maestro en ciencias en estructuras.* s.l., Guatemala : Universidad San Carlos de Guatemala, 2019.
- **Pizarro, Nery F., Tornello, Miguel E. y Gioacchini, Gustavo. 2021.** vulnerabilidad Sísmica de edificios Educativos. 2021. Vol. 26, 3, págs. 498-522.
- **Quiroz Rojas, Edward Alberto. 2018.** Vulnerabilidad sísmica de una edificación escolar típica módulo 780 Pre NDSR-1997 mediante modelos no lineales. *Tesis para optar el grado de Magister en Ingeniería Civil.* Lima, Lima, Perú : Pontificia Universidad Católica del Perú, marzo de 2018.
- **Reyes Virhuez, Cesar Abraham. 2018.** Estudio analítico de vulnerabilidad sísmica de Edificios de Muros de Ductilidad Limitada (EMDL) en la costa central del Perú. *Tesis para optar el grado de Magíster en Ingeniería Civil.* Lima, Lima, Perú : Pontificia Universidad Católica del Perú, 2018.
- **Rodríguez Anaya, Rosa Deifilia. 2018.** Vulnerabilidad estructural ante riesgo sísmico de las viviendas de la subcuenca Chucchun - Carhuaz. Lima, Lima, Perú : Aporte Santiaguino, Diciembre de 2018. Vol. 11, pág. 311.322.
- **Salazar Huamán, Eryln Giordany. 2018.** Vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada en la ciudad de Jesús . *Tesis para optar el grado académico de Maestro en ciencias.* Cajamarca, Cajamarca, Perú : Universidad Nacional de Cajamarca , 2018.
- **San Bartolome, Angel, Muñoz , Alejandro y Quiun, Daniel. 2001.** Estudio Experimental de una técnica de Reforzamiento . Lima, Lima, Peru : Pontificia Universidad Católica del Perú, 2001.
- **Sandoval Valenzuela, Anthony Arnold; Aguirre Paulini, Victor Manuel. 2019.** Vulnerabilidad sísmica aplicando el método Hiroswawa en la Institución educativa Elvira García. Chiclayo, Chiclayo, Perú : Universidad San Martín de Porres, 2019.
- **Sepulveda Castillo, Leonardo Antonio. 2018.** *Estudio Experimental de soluciones de reparación y refuerzo para muros de Albañilería de ladrillos confinada (tesis Universidad de Chile).* Santiago : s.n., 2018.

- **Silvia, Natalia. 2011.** Vulnerabilidad Sísmica Estructural en Viviendas Sociales y Evaluación Preliminar de Riesgo Sísmico en la Región Metropolitana. *Tesis para optar el grado de master en Geofísica.* Santiago, Chile : Universidad de Chile, 2011.
- **Sulaiman, A. 2016.** Vulnerability and risks of collapse of structural concrete walls in regions of low to moderate seismicity. *Tesis para optar el grado de Doctor.* s.l., Australia : The University of Melbourne, 2016.
- **Valderrama Mendoza, Santiago Rufo. 2013.** Guía para elaborar la tesis universitaria escuela de posgrado. s.l. : UCV, 2013.
- **Vargas Saltos, María Elena; Arroyo Orozco, Jorge; Vizconde Campos, Adalberto . 2018.** Vulnerabilidad sísmica de viviendas unifamiliares existentes de una Zona Urbano – Residencial en Anconcito, Ecuador. *Artículo de investigación científica.* Guayaquil, Guayaquil, Ecuador : s.n., 1 de octubre de 2018.
- **Vásquez López , D. y Alva Hurtado , Jose Elias . 1999.** Terremoto de Nazca. *Segunda conferencia Internacional de ingeniería Geotécnica Sísmica .* Lima : Cismid, 1999. Vol. 2, 749-758.
- **Velarde, Guillermo. 2014.** Análisis de vulnerabilidad sísmica de viviendas de dos pisos de adobe existente en Lima. *Tesis para optar el título de ingeniero civil.* Lima : Pontificia Universidad Católica del Perú, 2014.
- *Vulnerabilidad sísmica estructural de instituciones educativas públicas, aplicando el método de benedetti-petrini.* **Tuesta Moreto, Cristian; Mechatto Jimenez , Maria Jose; Diaz Jauregui , Guillermo Arturo. 2021.** 2, 2021, Ciencias Naturales e Ingeniería, Vol. 4, págs. 57-65.
- **Yepez, Barbat y Canas, A. 1995.** Riesgo, peligrosidad y vulnerabilidad sísmica de Edificios de Mampostería. Barcelona : s.n., 1995.
- **Zora Mejía, Faver Norbey y Acebedo Jaramillo, Ana Beatriz. 2019.** Índice de vulnerabilidad sísmica de escuelas del Área Metropolitana de Medellín, Colombia. 32 s.l., Colombia : Universidad EIA, 2019. Vol. 16, págs. 195-207.

ANEXOS



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Formato de Validación de Criterios de Expertos

IV. Datos Generales

Fecha	27/01/2022
Validador	Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce
Cargo e institución donde labora	Gerente General DGA Laboratorio de investigación EIRL
Instrumento a validar	Formato FEMA 154
Objetivo del instrumento	Validación
Autor(es) del instrumento	Ana Claudia Vilca Ortiz, Diego Joel Cueva Talavera

V. Criterios de validación del instrumento

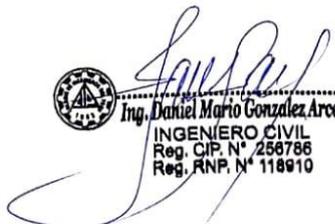
Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D	R	B	Observación
		(1)	(2)	(3)	
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.		X		
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.		X		
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.		X		
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.		X		
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.		X		
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			X	
TOTAL			10	15	

VI. Coeficiente de Validez

$$\frac{0 + 10 + 15}{30} = 0.83$$



Ing. Daniel Mario Gonzalez Arce
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 258786
Reg. RNP. N° 118910

**Formato de Validación de Criterios de Expertos****I. Datos Generales**

Fecha	27/01/2022
Validador	Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce
Cargo e institución donde labora	Gerente General DGA Laboratorio de Investigación EIRL
Instrumento a validar	Reporte de índice de rebote mediante ensayo no destructivo - esclerómetro
Objetivo del instrumento	Validación
Autor(es) del instrumento	Ana Claudia Vilca Ortiz, Diego Joel Cueva Talavera

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D (1)	R (2)	B (3)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.		X		
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.		X		
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.		X		
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.		X		
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.		X		
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.		X		
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.		X		
TOTAL			14	9	

III. Coeficiente de Validez

$$\frac{0 + 14 + 9}{30} = 0.77$$


 Ing. Daniel Mario Gonzales Arce
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 258708
 Reg. RNP. N° 118910



Formato de Validación de Criterios de Expertos

VII. Datos Generales

Fecha	27/01/2022
Validador	Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce
Cargo e institución donde labora	Gerente General DGA Laboratorio de investigación EIRL
Instrumento a validar	METODO AIS
Objetivo del instrumento	Validación
Autor(es) del instrumento	Ana Claudia Vilca Ortiz, Diego Joel Cueva Talavera

VIII. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D (1)	R (2)	B (3)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.		X		
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.		X		
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.		X		
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.		X		
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.		X		
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.		X		
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.		X		
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.		X		
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.		X		
TOTAL			18	3	

IX. Coeficiente de Validez

$$\frac{0 + 18 + 3}{30} = 0.70$$



Ing. Daniel Mario Gonzalez Arce
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 256786
 Reg. RNP. N° 118910



Formato de Validación de Criterios de Expertos

IV. Datos Generales

Fecha	27/01/2022
Validador	Ing. Luis Alberto Quispe Calloapaza
Cargo e institución donde labora	Gerente de Proyectos Volcán SAC
Instrumento a validar	Formato FEMA 154
Objetivo del instrumento	Validación
Autor(es) del instrumento	Ana Claudia Vilca Ortiz, Diego Joel Cueva Talavera

V. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D	R	B	Observación
		(1)	(2)	(3)	
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.		X		
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.		X		
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.		X		
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.		X		
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.		X		
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.		X		
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.		X		
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			X	
TOTAL			14	9	

VI. Coeficiente de Validez

$$\frac{0 + 14 + 9}{30} = 0.77$$




Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

Fecha	27/01/2022
Validador	Ing. Luis Alberto Quispe Calloapaza
Cargo e institución donde labora	Gerente de Proyectos Volcán SAC
Instrumento a validar	Reporte de índice de rebote mediante ensayo no destructivo - esclerómetro
Objetivo del instrumento	Validación
Autor(es) del instrumento	Ana Claudia Vilca Ortiz, Diego Joel Cueva Talavera

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D (1)	R (2)	B (3)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.		X		
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.		X		
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.		X		
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.		X		
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.		X		
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.		X		
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.		X		
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.		X		
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.		X		
TOTAL			14	9	

III. Coeficiente de Validez

$$\frac{0 + 18 + 3}{30} = 0.70$$



Luis Alberto Quispe Calloapaza
INGENIERO CIVIL
C.P. 77301

**Formato de Validación de Criterios de Expertos****VII. Datos Generales**

Fecha	27/01/2022
Validador	Ing. Luis Alberto Quispe Calloapaza
Cargo e institución donde labora	Gerente de Proyectos Volcán SAC
Instrumento a validar	METODO AÍS
Objetivo del instrumento	Validación
Autor(es) del instrumento	Ana Claudia Vilca Ortiz, Diego Joel Cueva Talavera

VIII. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D (1)	R (2)	B (3)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.		X		
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.		X		
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.		X		
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.		X		
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.		X		
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.		X		
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.		X		
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.		X		
TOTAL			16	6	

IX. Coeficiente de Validez

$$\frac{0 + 16 + 6}{30} = 0.73$$


Luis A. Quispe Calloapaza
INGENIERO CIVIL
C.V.P. 77301

Formato de Validación de Criterios de Expertos

IV. Datos Generales

Fecha	27/01/2022
Validador	Ing. Ronald Luigi Vidal Castillo Montenegro
Cargo e institución donde labora	Supervisor de Proyectos MCVS-MTC
Instrumento a validar	Formato FEMA 154
Objetivo del instrumento	Validación
Autor(es) del instrumento	Ana Claudia Vilca Ortiz, Diego Joel Cueva Talavera

V. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D (1)	R (2)	B (3)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.		X		
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.		X		
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.		X		
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.		X		
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.		X		
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.		X		
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.		X		
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			X	
TOTAL			14	9	

VI. Coeficiente de Validez

$$\frac{0 + 14 + 9}{30} = 0.77$$



RONALD LUIGI VIDAL CASTILLO MONTENEGRO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 266189

**Formato de Validación de Criterios de Expertos****I. Datos Generales**

Fecha	27/01/2022
Validador	Ing. Ronald Luigi Vidal Castillo Montenegro
Cargo e institución donde labora	Supervisor de Proyectos MCVS-MTC
Instrumento a validar	Reporte de índice de rebote mediante ensayo no destructivo - esclerómetro
Objetivo del instrumento	Validación
Autor(es) del instrumento	Ana Claudia Vilca Ortiz, Diego Joel Cueva Talavera

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D (1)	R (2)	B (3)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.		X		
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.		X		
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.		X		
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.		X		
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.		X		
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.		X		
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.		X		
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.		X		
TOTAL			16	6	

III. Coeficiente de Validez

$$\frac{0 + 16 + 6}{30} = 0.73$$


RONALD LUIGI VIDAL CASTILLO MONTENEGRO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 286189

Formato de Validación de Criterios de Expertos

VII. Datos Generales

Fecha	27/01/2022
Validador	Ing. Ronald Luigi Vidal Castillo Montenegro
Cargo e institución donde labora	Supervisor de Proyectos MCVS-MTC
Instrumento a validar	METODO AIS
Objetivo del instrumento	Validación
Autor(es) del instrumento	Ana Claudia Vilca Ortiz, Diego Joel Cueva Talavera

VIII. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D	R	B	Observación
		(1)	(2)	(3)	
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.		X		
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.		X		
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.		X		
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.		X		
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.		X		
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.		X		
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.		X		
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.		X		
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.		X		
TOTAL			18	3	

IX. Coeficiente de Validez

$$\frac{0 + 18 + 3}{30} = 0.70$$

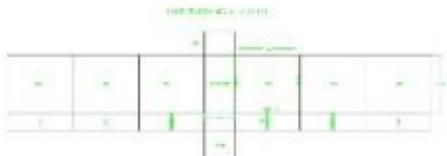


RONALD LUIGI VIDAL CASTILLO MONTENEGRO
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP 266189

FORMATO FEMA 154

Inspección Visual Rápida (RVS) de Edificaciones con Amenazas Sísmicas Potenciales
FEMA 154. Planilla de colección de datos

Alta Sismicidad

		Dirección: Urbanización las Malvinas U-1 N° de Edificación: Pabellon 101 Otras identificaciones: Uchumayo - Arequipa N° Pisos: 3 Evaluador: Diego Joel Cueva Talavera, Ana Claudia Vilca Ortiz Área Total de las Plantas (m2): 482.25 Año Construcción: 1995 Fecha: 25/01/2022 Uso: Educativo																																																									
																																																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">TIPO DE OCUPACION</th> <th colspan="6">TIPO DE SUELO</th> <th colspan="4">AMENAZA DE CAIDAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Reuniones</td> <td>Gobierno</td> <td>Oficina</td> <td>Número de Personas</td> <td>A</td> <td>B</td> <td>C</td> <td>D</td> <td>E</td> <td>F</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Comercial</td> <td>Historico</td> <td>Residencial o Común</td> <td>0-10 11-100</td> <td>Roca</td> <td>Roca</td> <td>Suelo</td> <td>Suelo</td> <td>Suelo</td> <td>Suelo</td> <td>Chimenea sin refuerzo</td> <td>Parapetos</td> <td>Revestimiento</td> <td>Otro: Vidrio de ventana</td> </tr> <tr> <td>S. Emergencia</td> <td>Industrial</td> <td>Escolar</td> <td>101-1000 1000+</td> <td>Dura</td> <td>Meda</td> <td>Denso</td> <td>Duro</td> <td>Blando</td> <td>Fobre</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				TIPO DE OCUPACION				TIPO DE SUELO						AMENAZA DE CAIDAS				Reuniones	Gobierno	Oficina	Número de Personas	A	B	C	D	E	F	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Comercial	Historico	Residencial o Común	0-10 11-100	Roca	Roca	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	Chimenea sin refuerzo	Parapetos	Revestimiento	Otro: Vidrio de ventana	S. Emergencia	Industrial	Escolar	101-1000 1000+	Dura	Meda	Denso	Duro	Blando	Fobre				
TIPO DE OCUPACION				TIPO DE SUELO						AMENAZA DE CAIDAS																																																	
Reuniones	Gobierno	Oficina	Número de Personas	A	B	C	D	E	F	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																														
Comercial	Historico	Residencial o Común	0-10 11-100	Roca	Roca	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	Chimenea sin refuerzo	Parapetos	Revestimiento	Otro: Vidrio de ventana																																														
S. Emergencia	Industrial	Escolar	101-1000 1000+	Dura	Meda	Denso	Duro	Blando	Fobre																																																		
PUNTAJACION BASICA, MODIFICACIONES Y PUNTAJE FINAL S																																																											
TIPO DE EDIFICACIÓN	W1	W2	S1	S2	S3	S4	S5	C1	C2	C3	PC1	PC2	RM1	RM2	URM																																												
	(LW)																																																										
PUNTAJE BÁSICO	3.6	2.9	2.1	2	2.6	2	1.7	1.5	2	1.2	1.6	1.4	1.7	1.7	1																																												
Irregularidad vertical Severa, VL1	-1.2	-1.2	-1	-1	-1.1	-1	-0.8	-0.9	-0.7	-0.7	-1	-0.9	-0.9	-0.9	-0.7																																												
Irregularidad vertical Moderada, VL1	-0.7	-0.7	-0.6	-0.6	-0.7	-0.6	-0.5	-0.5	-0.4	-0.4	-0.6	-0.5	-0.5	-0.5	-0.4																																												
Irregularidad en Planta	-1.1	-1	-0.8	-0.7	-0.9	-0.7	-0.6	-0.6	-0.8	-0.5	-0.7	-0.6	-0.7	-0.7	-0.4																																												
Pre-Código	-1.1	-0.9	-0.6	-0.6	-0.8	-0.6	-0.2	-0.4	-0.7	-0.1	-0.5	-0.3	-0.5	-0.5	0.00																																												
Post-año de comparación	1.6	2.2	1.4	1.4	1.1	1.9	N/A	1.9	2.1	N/A	2	2.4	2.1	2.1	N/A																																												
Tipo de Suelo A o B	0.1	0.5	0.4	0.6	0.1	0.6	0.5	0.4	0.5	0.3	0.6	0.4	0.5	0.5	0.3																																												
Tipo de Suelo E (1-3 pisos)	0.2	0.1	-0.2	-0.4	0.2	-0.1	-0.4	0.00	0.00	-0.2	-0.3	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2																																												
Tipo de Suelo E (> 3 pisos)	-0.3	-0.9	-0.6	-0.6	N/A	-0.6	-0.4	-0.5	-0.7	-0.3	N/A	-0.4	-0.5	-0.6	-0.2																																												
PUNTAJE FINAL, S	SL1 > Smin													0.1	Smin = 0.30																																												
COMENTARIOS:	El edificio presenta irregularidad vertical como son columnas cortas e irregularidad torsional debido a la planta.												Requiere evaluación detallada																																														
													SI	NO																																													

W1 = Pórtico ligero de madera

W2 = Edificios aporricados de madera

S1 = Portico en acero

S2 = Arriostres de acero

S3 = Metal liviano

S4 = Acero con muros de corte de concreto

S5 = Acero con relleno de mampostería no reforzada

C1 = Portico en concreto

C2 = Muros de corte de concreto

C3 = Concreto con mampostería de relleno no reforzada

PC1 = Construcciones en laderas muy inclinadas

PC2 = Pórticos de concreto prefabricado

RM1 = Mampostería Reforzada con diafragmas de piso y azotea flexibles

RM2 = Mampostería Reforzada con diafragmas de piso y azotea rígidos

LW = Madera Liviana

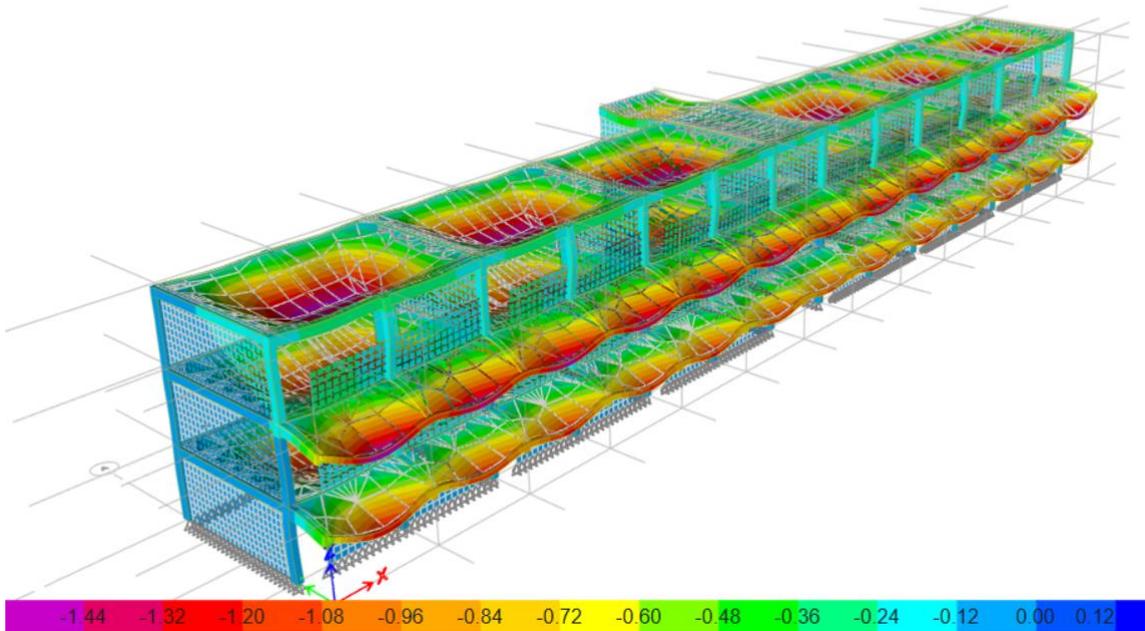
URM = Mampostería no reforzada

*=Estimado, subjetivo o dato no confiable

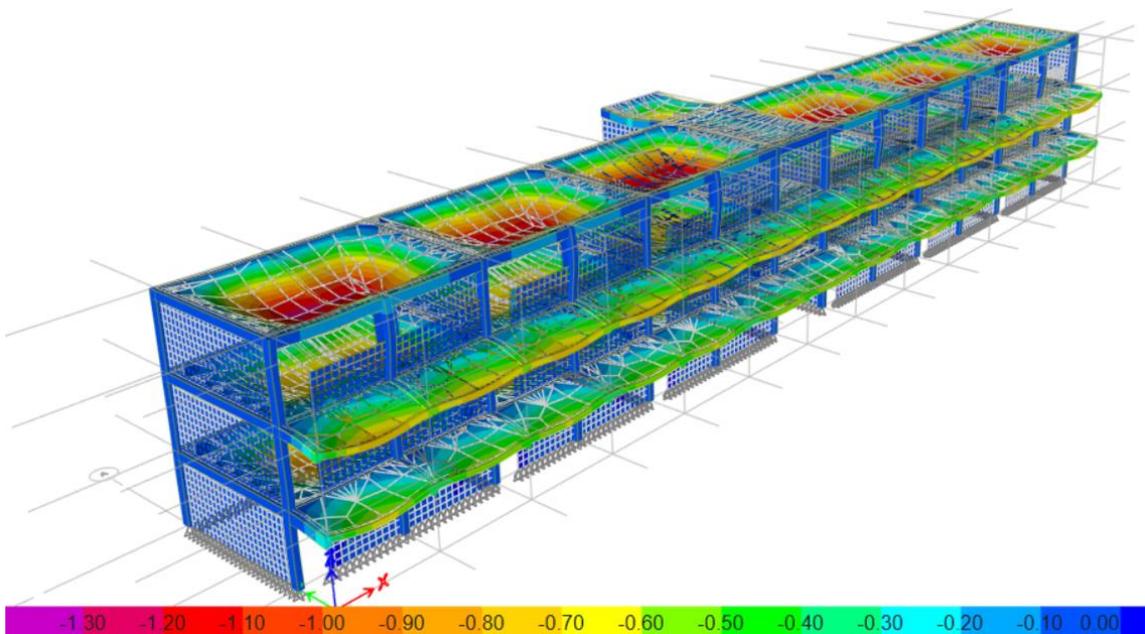
DNK = Desconocido

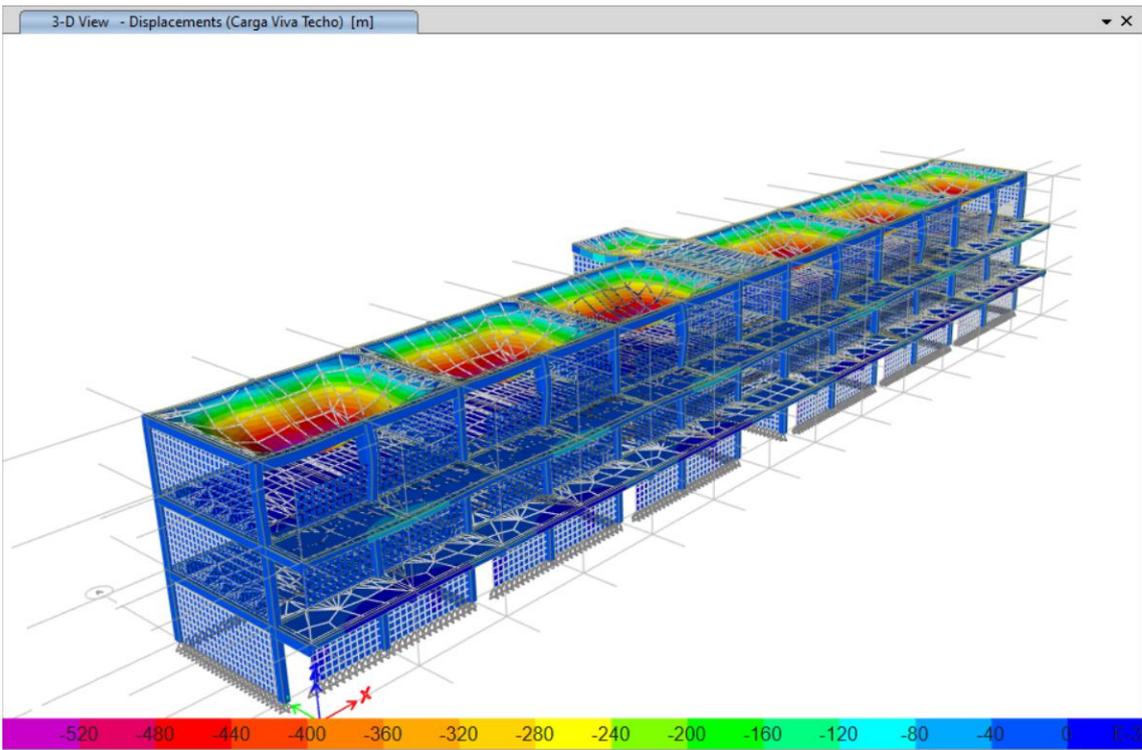
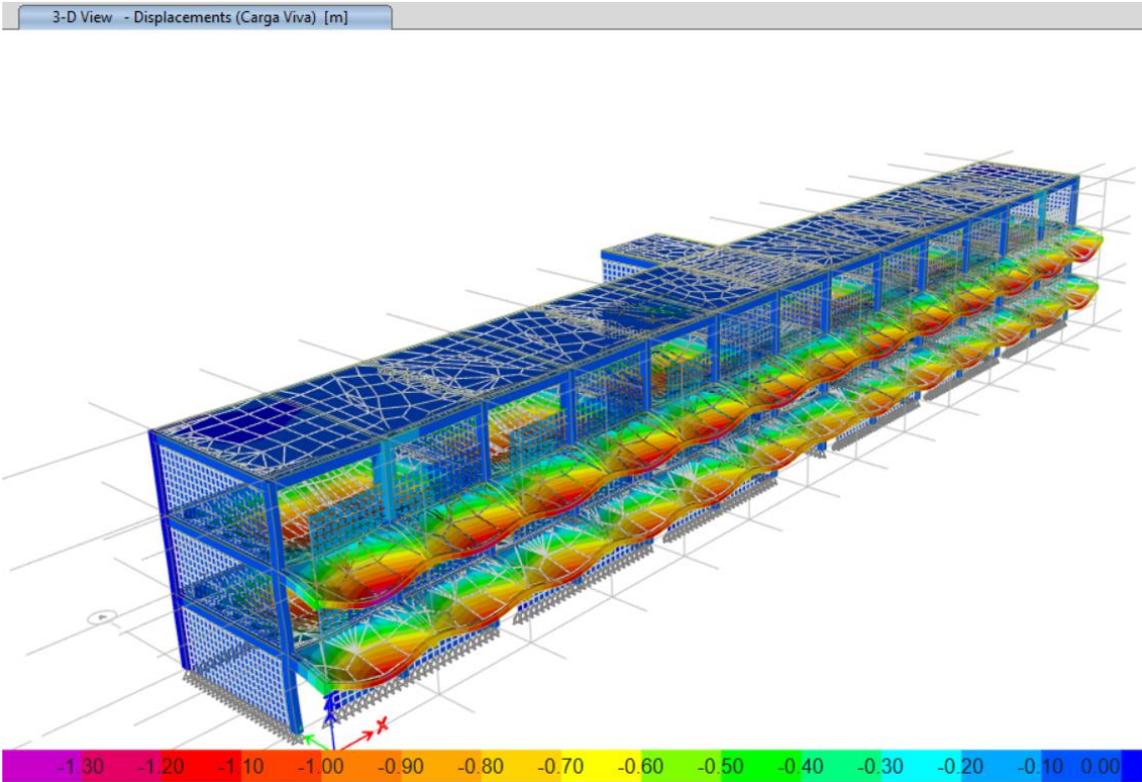
**REPORTE ETABS
DEFORMADAS**

3-D View - Displacements (Peso Propio) [m]

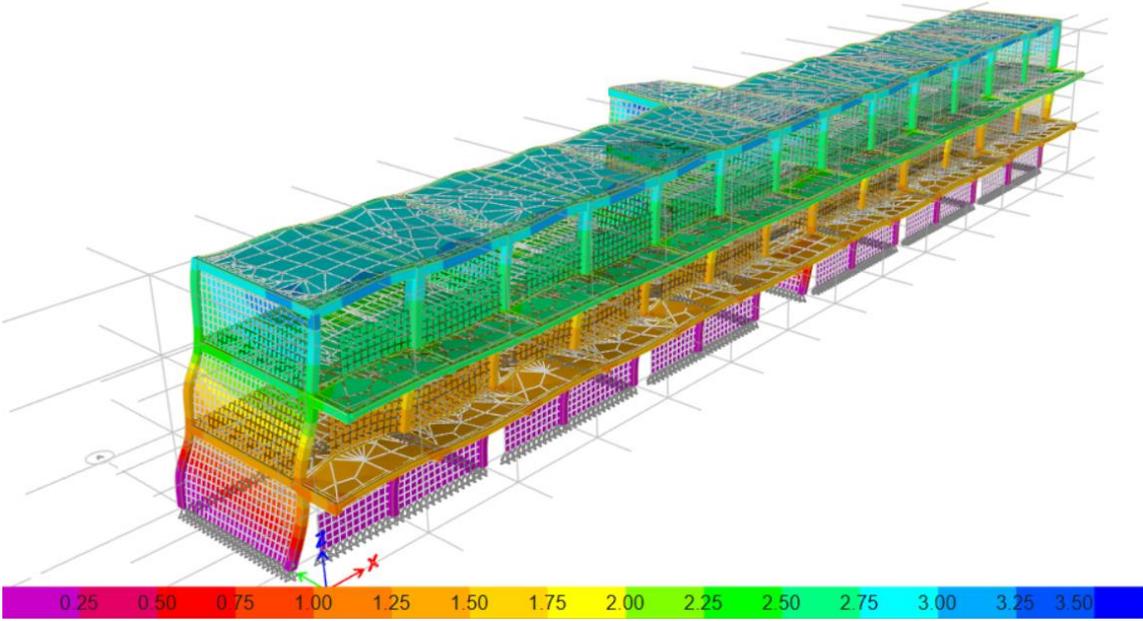


3-D View - Displacements (Carga Muerta) [m]

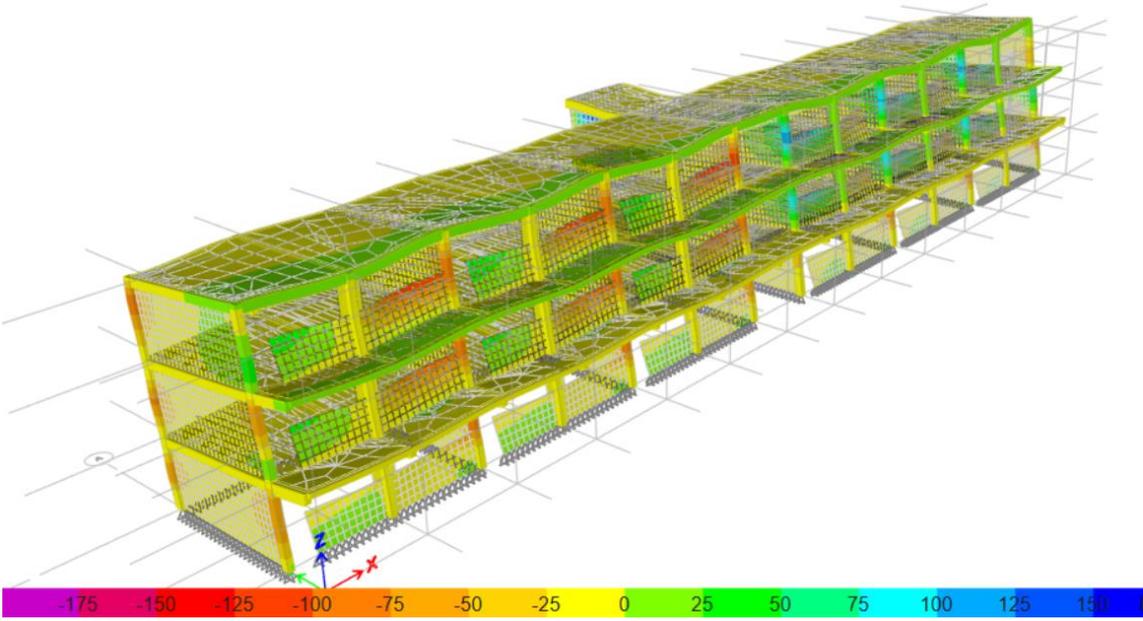


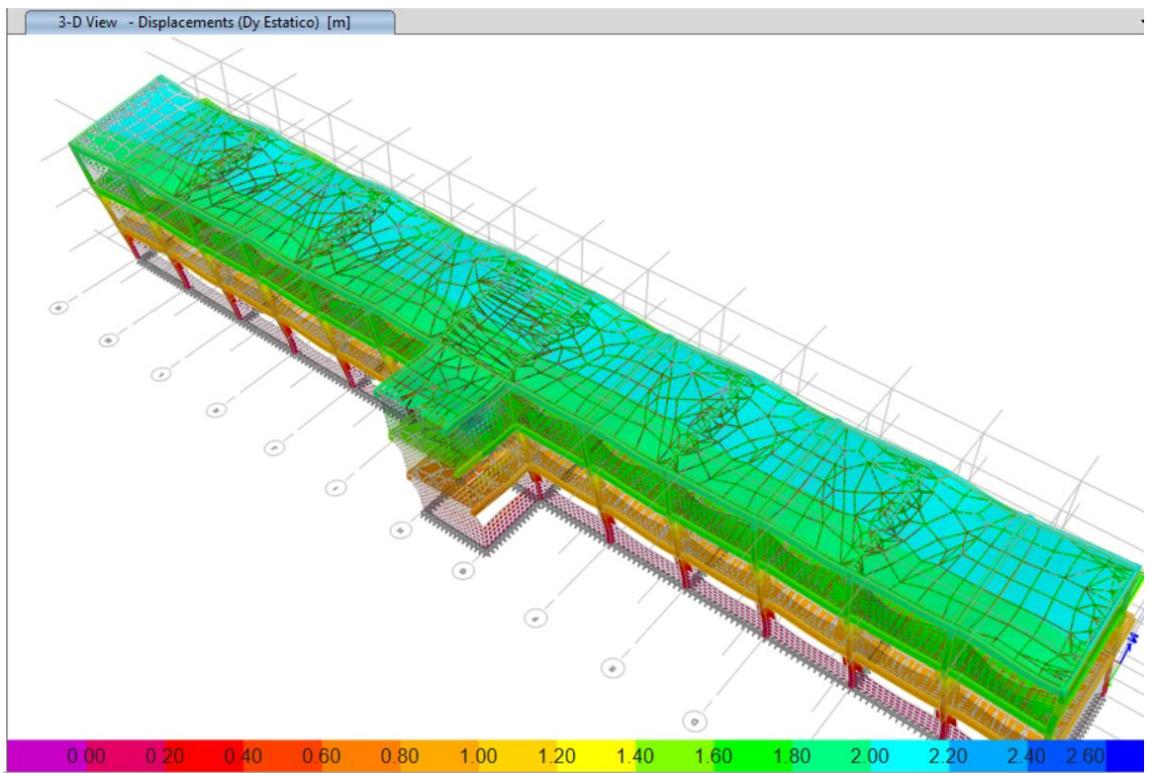
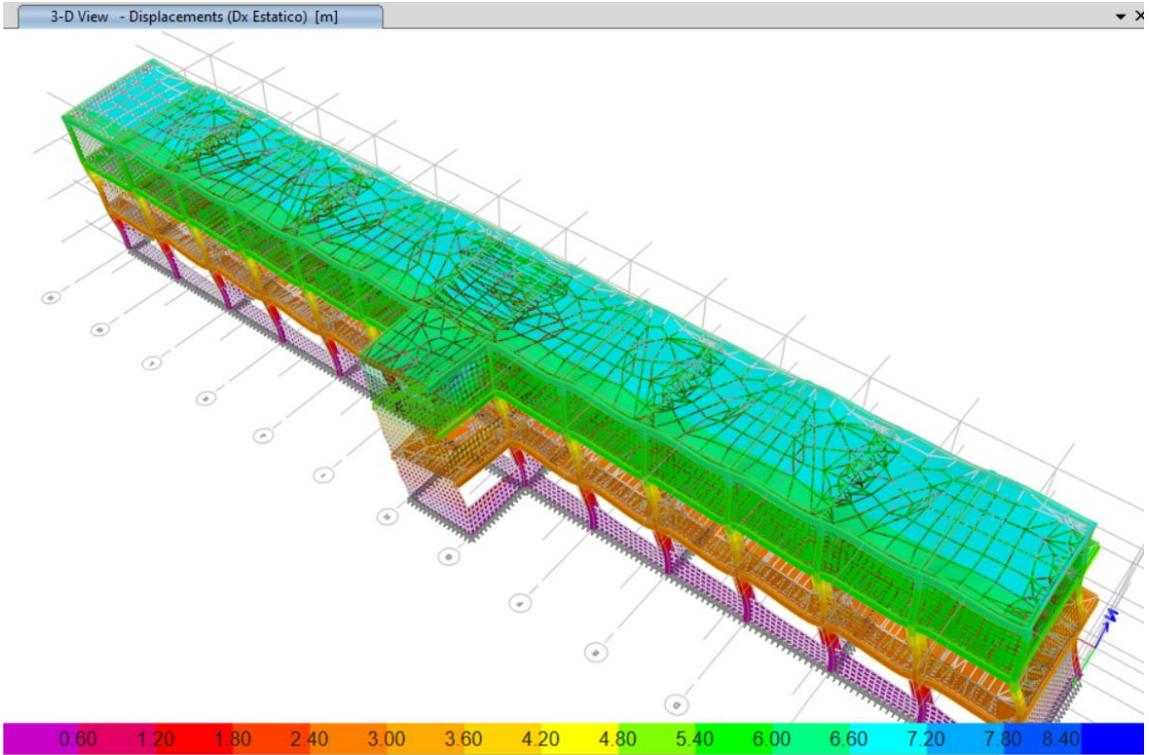


3-D View - Displacements (Sismo Estatico X-X) [m]



3-D View - Displacements (Sismo Estatico Y-Y) [m]





ENSAYOS DE ESCLEROMETRÍA

DGA LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN E.I.R.L.

ING. CIP DANIEL MARIO GONZALES ARCE
ESP. INGENIERÍA SISMORRESISTENTE Y SANITARIA

RUC: 20608988948



**RESISTENCIA DEL HORMIGON IN SITU
ESCLEROMETRO (MARTILLO DE SHMITH - ASTM C805)**

EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA I.E. PRIVADA JUSTO JUEZ, DISTRITO DE MAJES –
PROVINCIA DE CAYLLOMA – AREQUIPA

Ubicación: Majes - Caylloma - Arequipa
 Tesista: Ana Claudia Vilca Ortiz, Diego Joel Cueva Talavera
 VºBº Ingeniero: Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce
 Fecha de Ensayo: 18/02/2022

DATOS DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL

INFRAESTRUCTURA	PABELLON EDUCATIVO	UBICACIÓN :	Piso 1
Descripción Estructural:	Columna 25x35	Nº Punto:	1
MIEMBRO ESTRUCTURAL: LECTURA HORIZONTAL EN COLUMNA			

Nº	LECTURA ESCLEROMETRO	RESISTENCIA ASOCIADA N/mm2	ESQUEMA DE TOMA DE DATOS
1	35.00	26.80	  
2	33.00	24.20	
3	35.00	26.80	
4	31.00	22.00	
5	31.00	22.00	
6	31.00	22.00	
7	32.00	23.00	
8	35.00	26.80	
9	32.00	23.00	
10	31.00	22.00	
11	30.00	20.00	
12	32.00	23.00	
13	34.00	26.00	
Promedio		23.66	Resistencia Estimada (Mpa) 23.66
			FACTOR DE CONVERSION 1Mpa=10.2 Kg/cm2

RESISTENCIA ESTIMADA A COMPRESION DEL ELEMENTO

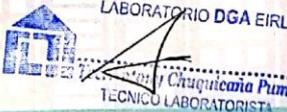
f'c= 241.00 kg/cm2

Por tanto a que el máximo error tolerable no debe ser mayor de 20%, y que según el reporte de fiabilidad del instrumento, se obtuvo un nivel de confianza de 91.70%.

f'c= 221.00 kg/cm2

LABORATORIO DGA EIRL

 Ing. Daniel Mario Gonzales Arce
 INGENIERO CIP
 REG. CIP N° 246706

LABORATORIO DGA EIRL

 Ing. Daniel Chuquicaña Puma
 TECNICO LABORATORISTA

947715581-982133108

dmgonzalesarce@gmail.com
 dmgonzales@dga-ing.com

Urb. Aduca EA, Cero Colorado
 Arequipa - Arequipa

DGA LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN E.I.R.L.

ING. CIP DANIEL MARIO GONZALES ARCE
ESP. INGENIERÍA SISMORRESISTENTE Y SANITARIA

RUC: 20608988948



RESISTENCIA DEL HORMIGON IN SITU			
ESCLEROMETRO (MARTILLO DE SHMITH - ASTM C805)			
EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA I.E. PRIVADA JUSTO JUEZ, DISTRITO DE MAJES – PROVINCIA DE CAYLLOMA – AREQUIPA			
Ubicación: Majes - Caylloma - Arequipa			
Tesis: Ana Claudia Vilca Ortiz, Diego Joel Cueva Talavera			
VºBº Ingeniero: Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce			
Fecha de Ensayo: 18/02/2022			
DATOS DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL			
INFRAESTRUCTURA	PABELLON EDUCATIVO		UBICACIÓN : Piso 1
Descripción Estructural:	Columna 25x45	Nº Punto:	2
MIEMBRO ESTRUCTURAL: LECTURA HORIZONTAL EN COLUMNA			
Nº	LECTURA ESCLEROMETRO	RESISTENCIA ASOCIADA N/mm2	ESQUEMA DE TOMA DE DATOS
1	32.00	23.00	
2	35.00	26.80	
3	32.00	23.00	
4	34.00	26.00	
5	35.00	26.80	
6	34.00	26.00	
7	33.00	24.20	
8	31.00	22.00	
9	35.00	26.80	
10	33.00	24.20	
11	34.00	26.00	
12	34.00	26.00	
13	31.00	22.00	
Promedio		24.83	Resistencia Estimada (Mpa) 24.83
FACTOR DE CONVERSION 1Mpa=10.2 Kg/cm2			
RESISTENCIA ESTIMADA A COMPRESION DEL ELEMENTO			
f _c =		253.00	kg/cm2

Por tanto a que el máximo error tolerable no debe ser mayor de 20%, y que según el reporte de fiabilidad del instrumento, se obtuvo un nivel de confianza de 91.70%.

f_c = 232.00 kg/cm2

LABORATORIO DGA E.I.R.L.
Ing. Daniel Mario Gonzales Arce
INGENIERO CIVIL
REG. Nº N. 256786

LABORATORIO DGA E.I.R.L.
Ing. Daniel Mario Gonzales Arce
INGENIERO CIVIL
REG. Nº N. 256786

947715581-982133108

dmgonzalesarce@gmail.com
dmgonzales@dga-ina.com

Urb. Aduca EA, Cero Colorado
Arequipa - Arequipa

DGA LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN E.I.R.L.

ING. CIP DANIEL MARIO GONZALES ARCE
ESP. INGENIERÍA SISMORRESISTENTE Y SANITARIA

RUC: 20608988948



RESISTENCIA DEL HORMIGON IN SITU			
ESCLEROMETRO (MARTILLO DE SHMITH - ASTM C805)			
EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA I.E. PRIVADA JUSTO JUEZ, DISTRITO DE MAJES - PROVINCIA DE CAYLLOMA - AREQUIPA			
Ubicación: Majes - Caylloma - Arequipa			
Tesisista: Ana Claudia Vilca Ortiz, Diego Joel Cueva Talavera			
VºBº Ingeniero: Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce			
Fecha de Ensayo: 18/02/2022			
DATOS DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL			
INFRAESTRUCTURA	PABELLON EDUCATIVO		UBICACIÓN: Piso 1
Descripción Estructural:	Columna 25x35	Nº Punto:	3
MIEMBRO ESTRUCTURAL: LECTURA HORIZONTAL EN COLUMNA			
Nº	LECTURA ESCLEROMETRO	RESISTENCIA ASOCIADA N/mm ²	ESQUEMA DE TOMA DE DATOS
1	35.00	26.80	
2	35.00	26.80	
3	31.00	22.00	
4	34.00	26.00	
5	32.00	23.00	
6	31.00	22.00	
7	30.00	20.00	
8	33.00	24.20	
9	34.00	26.00	
10	33.00	24.20	
11	31.00	22.00	
12	34.00	26.00	
13	31.00	22.00	
Promedio		23.92	Resistencia Estimada (Mpa) 23.92
FACTOR DE CONVERSION 1Mpa=10.2 Kg/cm ²			
RESISTENCIA ESTIMADA A COMPRESION DEL ELEMENTO			
f'c=		244.00	kg/cm ²

Por tanto a que el máximo error tolerable no debe ser mayor de 20%, y que según el reporte de fiabilidad del instrumento, se obtuvo un nivel de confianza de 91.70%.

f'c= 223.75 kg/cm²

LABORATORIO DGA EIRL
Ing. Daniel Mario Gonzales Arce
REG. INP 206788

LABORATORIO DGA EIRL
Ing. Ana Claudia Vilca Ortiz
TECNICO LABORATORISTA

947715581-982133108

dmgonzalesarce@gmail.com
dmgonzales@dga-ing.com

Urb. Aduca EA, Cerro Colorado
Arequipa - Arequipa

DGA LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN E.I.R.L.

ING. CIP DANIEL MARIO GONZALES ARCE
ESP. INGENIERÍA SISMORRESISTENTE Y SANITARIA

RUC: 20608988948



RESISTENCIA DEL HORMIGON IN SITU			
ESCLEROMETRO (MARTILLO DE SHMITH - ASTM C805)			
EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA I.E. PRIVADA JUSTO JUEZ, DISTRITO DE MAJES - PROVINCIA DE CAYLLOMA - AREQUIPA			
Ubicación: Majes - Caylloma - Arequipa			
Tesis: Ana Claudia Vilca Ortiz, Diego Joel Cueva Talavera			
VºBº Ingeniero: Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce			
Fecha de Ensayo: 18/02/2022			
DATOS DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL			
INFRAESTRUCTURA	PABELLON EDUCATIVO		UBICACIÓN : Piso 1
Descripción Estructural:	Columna 25x45	Nº Punto:	4
MIEMBRO ESTRUCTURAL: LECTURA HORIZONTAL EN COLUMNA			
Nº	LECTURA ESCLEROMETRO	RESISTENCIA ASOCIADA N/mm2	ESQUEMA DE TOMA DE DATOS
1	35.00	26.80	
2	36.00	28.80	
3	36.00	28.80	
4	34.00	26.00	
5	36.00	28.80	
6	34.00	26.00	
7	32.00	23.00	
8	35.00	26.80	
9	35.00	26.80	
10	36.00	28.80	
11	35.00	26.80	
12	34.00	26.00	
13	35.00	26.80	
Promedio		26.94	Resistencia Estimada (Mpa) 26.94
FACTOR DE CONVERSION 1Mpa=10.2 Kg/cm2			
RESISTENCIA ESTIMADA A COMPRESION DEL ELEMENTO			
f'c=		275.00	kg/cm2

Por tanto a que el máximo error tolerable no debe ser mayor de 20%, y que según el reporte de fiabilidad del instrumento, se obtuvo un nivel de confianza de 91.70%.

f'c= 252.18 kg/cm2

LABORATORIO DGA E.I.R.L.
[Signature]
Ing. Daniel Mario Gonzales Arce
INGENIERO CIVIL
REG. NIP N° 233785

LABORATORIO DGA E.I.R.L.
[Signature]
Tec. Ana Claudia Vilca Ortiz
TECNICO LABORATORISTA

947715581-982133108

dmgonzalesarce@gmail.com
dmgonzales@dga-ing.com

Urb. Aduca EA, Cero Colorado
Arequipa - Arequipa



RESISTENCIA DEL HORMIGON IN SITU			
ESCLEROMETRO (MARTILLO DE SHMITH - ASTM C805)			
EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA I.E. PRIVADA JUSTO JUEZ, DISTRITO DE MAJES – PROVINCIA DE CAYLLOMA – AREQUIPA			
Ubicación: Majes - Caylloma - Arequipa			
Tesisista: Ana Claudia Vilca Ortiz, Diego Joel Cueva Talavera			
V°B° Ingeniero: Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce			
Fecha de Ensayo: 18/02/2022			
DATOS DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL			
INFRAESTRUCTURA	PABELLON EDUCATIVO		UBICACIÓN: Piso 1
Descripción Estructural:	Columna 25x35	N° Punto:	5
MIEMBRO ESTRUCTURAL: LECTURA HORIZONTAL EN COLUMNA			
N°	LECTURA ESCLEROMETRO	RESISTENCIA ASOCIADA N/mm2	ESQUEMA DE TOMA DE DATOS
1	34.00	26.00	
2	33.00	24.20	
3	31.00	22.00	
4	34.00	26.00	
5	32.00	23.00	
6	34.00	26.00	
7	33.00	24.20	
8	34.00	26.00	
9	34.00	26.00	
10	35.00	26.80	
11	32.00	23.00	
12	33.00	24.20	
13	34.00	26.00	
Promedio		24.88	Resistencia Estimada (Mpa) 24.88
FACTOR DE CONVERSION 1Mpa=10.2 Kg/cm2			
RESISTENCIA ESTIMADA A COMPRESION DEL ELEMENTO			
f_c=		254.00	kg/cm2

Por tanto a que el máximo error tolerable no debe ser mayor de 20%, y que según el reporte de fiabilidad del instrumento, se obtuvo un nivel de confianza de 91.70%.

f_c= 232.92 kg/cm2

LABORATORIO DGA EIRL
 Ing. Daniel Mario Gonzales Arce
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 236786

LABORATORIO DGA EIRL
 Tesisista: Ana Claudia Vilca Ortiz
 TÉCNICO LABORATORISTA

☎ 947715581-982133108

✉ dmgonzalesarce@gmail.com

📍 Urb. Aduca EA, Cerro Colorado
Arequipa - Arequipa



RESISTENCIA DEL HORMIGON IN SITU			
ESCLEROMETRO (MARTILLO DE SHMITH - ASTM C805)			
EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA I.E. PRIVADA JUSTO JUEZ, DISTRITO DE MAJES – PROVINCIA DE CAYLLOMA – AREQUIPA			
Ubicación: Majes - Caylloma - Arequipa			
Tesisista: Ana Claudia Vilca Ortiz, Diego Joel Cueva Talavera			
V°B° Ingeniero: Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce			
Fecha de Ensayo: 18/02/2022			
DATOS DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL			
INFRAESTRUCTURA	PABELLON EDUCATIVO		UBICACIÓN : Piso 1
Descripción Estructural:	Columna 25x45	N° Punto:	6
MIEMBRO ESTRUCTURAL: LECTURA HORIZONTAL EN COLUMNA			
N°	LECTURA ESCLEROMETRO	RESISTENCIA ASOCIADA N/mm2	ESQUEMA DE TOMA DE DATOS
1	36.00	28.80	
2	34.00	26.00	
3	36.00	28.80	
4	33.00	24.20	
5	34.00	26.00	
6	35.00	26.80	
7	36.00	28.80	
8	34.00	26.00	
9	36.00	28.80	
10	36.00	28.80	
11	36.00	28.80	
12	34.00	26.00	
13	35.00	26.80	
Promedio		27.28	Resistencia Estimada (Mpa) 27.28
			FACTOR DE CONVERSION 1Mpa=10.2 Kg/cm2
RESISTENCIA ESTIMADA A COMPRESION DEL ELEMENTO			
f_c=		278.00	kg/cm2

Por tanto a que el máximo error tolerable no debe ser mayor de 20%, y que según el reporte de fiabilidad del instrumento, se obtuvo un nivel de confianza de 91.70%.

f_c= 254.93 kg/cm2

DGA LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN E.I.R.L.

ING. CIP DANIEL MARIO GONZALES ARCE
ESP. INGENIERÍA SISMORRESISTENTE Y SANITARIA

RUC: 20608988948



RESISTENCIA DEL HORMIGON IN SITU			
ESCLEROMETRO (MARTILLO DE SHMITH - ASTM C805)			
EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA I.E. PRIVADA JUSTO JUEZ, DISTRITO DE MAJES – PROVINCIA DE CAYLLOMA – AREQUIPA			
Ubicación: Majes - Caylloma - Arequipa			
Tesisista: Ana Claudia Vilca Ortiz, Diego Joel Cueva Talavera			
VºBº Ingeniero: Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce			
Fecha de Ensayo: 18/02/2022			
DATOS DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL			
INFRAESTRUCTURA	PABELLON EDUCATIVO	UBICACIÓN:	Piso 2
Descripción Estructural:	Columna 25x35	Nº Punto:	7
MIEMBRO ESTRUCTURAL: LECTURA HORIZONTAL EN COLUMNA			
Nº	LECTURA ESCLEROMETRO	RESISTENCIA ASOCIADA N/mm2	ESQUEMA DE TOMA DE DATOS
1	34.00	26.00	
2	36.00	28.80	
3	36.00	28.80	
4	34.00	26.00	
5	35.00	26.80	
6	32.00	23.00	
7	34.00	26.00	
8	34.00	26.00	
9	33.00	24.20	
10	32.00	23.00	
11	36.00	28.80	
12	32.00	23.00	
13	36.00	28.80	
Promedio		26.09	Resistencia Estimada (Mpa) 26.09
FACTOR DE CONVERSION 1Mpa=10.2 Kg/cm2			
RESISTENCIA ESTIMADA A COMPRESION DEL ELEMENTO			
f'c=		266.00	kg/cm2

Por tanto a que el máximo error tolerable no debe ser mayor de 20%, y que según el reporte de fiabilidad del instrumento, se obtuvo un nivel de confianza de 91.70%.

f'c= 243.92 kg/cm2



Ing. Daniel Mario Gonzales Arce
INGENIERO CIVIL
REG. Nº 20766
dmgonzalesarce@gmail.com
dmgonzales@dga-ing.com



Tec. Tony Chiquicoma Puma
TECNICO LABORATORISTA
Urb. Aduca EA, Cero Colorado
Arequipa - Arequipa

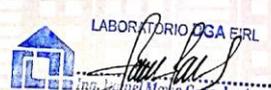
947715581-982133108



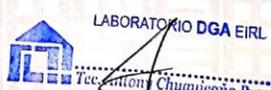
RESISTENCIA DEL HORMIGON IN SITU			
ESCLEROMETRO (MARTILLO DE SHMITH - ASTM C805)			
EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA I.E. PRIVADA JUSTO JUEZ, DISTRITO DE MAJES - PROVINCIA DE CAYLLOMA - AREQUIPA			
Ubicación: Majes - Caylloma - Arequipa			
Tesisista: Ana Claudia Vilca Ortiz, Diego Joel Cueva Talavera			
VºBº Ingeniero: Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce			
Fecha de Ensayo: 18/02/2022			
DATOS DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL			
INFRAESTRUCTURA	PABELLON EDUCATIVO		UBICACIÓN : Piso 2
Descripción Estructural:	Columna 25x45	Nº Punto:	8
MIEMBRO ESTRUCTURAL: LECTURA HORIZONTAL EN COLUMNA			
Nº	LECTURA ESCLEROMETRO	RESISTENCIA ASOCIADA N/mm2	ESQUEMA DE TOMA DE DATOS
1	36.00	28.80	
2	38.00	32.00	
3	36.00	28.80	
4	36.00	28.80	
5	37.00	31.00	
6	38.00	32.00	
7	38.00	32.00	
8	36.00	28.80	
9	37.00	31.00	
10	36.00	28.80	
11	38.00	32.00	
12	37.00	31.00	
13	38.00	32.00	
Promedio		30.54	Resistencia Estimada (Mpa) 30.54
FACTOR DE CONVERSION 1Mpa=10.2 Kg/cm2			
RESISTENCIA ESTIMADA A COMPRESION DEL ELEMENTO			
f'c=		311.00	kg/cm2

Por tanto a que el máximo error tolerable no debe ser mayor de 20%, y que según el reporte de fiabilidad del instrumento, se obtuvo un nivel de confianza de 91.70%.

f'c= 285.19 kg/cm2



LABORATORIO DGA EIRL
 Ing. Daniel M. Gonzales Arce
 INGENIERO CIVIL
 REG. Nº 2587



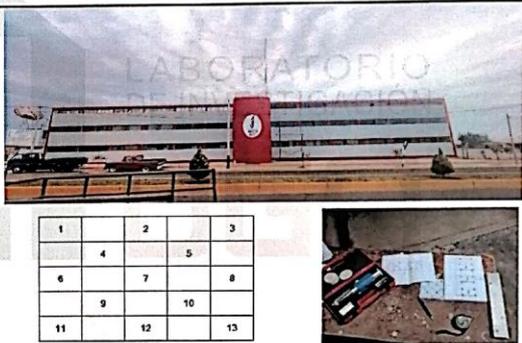
LABORATORIO DGA EIRL
 Tec. Anton Chuquicaria Puma
 TECNICO LABORATORISTA

947715581-982133108

dmgonzalesarce@gmail.com
dmgonzales@dga-ing.com

Urb. Aduca EA, Cero Colorado
Arequipa - Arequipa



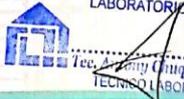
RESISTENCIA DEL HORMIGON IN SITU			
ESCLEROMETRO (MARTILLO DE SHMITH - ASTM C805)			
EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA I.E. PRIVADA JUSTO JUEZ, DISTRITO DE MAJES – PROVINCIA DE CAYLLOMA – AREQUIPA			
Ubicación: Majes - Caylloma - Arequipa			
Tesis: Ana Claudia Vilca Ortiz, Diego Joel Cueva Talavera			
VºBº Ingeniero: Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce			
Fecha de Ensayo: 18/02/2022			
DATOS DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL			
INFRAESTRUCTURA	PABELLON EDUCATIVO	UBICACIÓN : Piso 2	
Descripción Estructural:	Columna 25x35	Nº Punto: 9	
MIEMBRO ESTRUCTURAL: LECTURA HORIZONTAL EN COLUMNA			
Nº	LECTURA ESCLEROMETRO	RESISTENCIA ASOCIADA N/mm2	ESQUEMA DE TOMA DE DATOS 
1	34.00	26.00	
2	33.00	24.20	
3	32.00	23.00	
4	34.00	26.00	
5	33.00	24.20	
6	34.00	26.00	
7	33.00	24.20	
8	36.00	28.80	
9	34.00	26.00	
10	34.00	26.00	
11	32.00	23.00	
12	33.00	24.20	
13	34.00	26.00	
Promedio		25.20	Resistencia Estimada (Mpa) 25.20
			FACTOR DE CONVERSION 1Mpa=10.2 Kg/cm2
RESISTENCIA ESTIMADA A COMPRESION DEL ELEMENTO			
f _c = 257.00 kg/cm2			

Por tanto a que el máximo error tolerable no debe ser mayor de 20%, y que según el reporte de fiabilidad del instrumento, se obtuvo un nivel de confianza de 91.70%.

f_c = 235.67 kg/cm2

LABORATORIO DGA E.I.R.L.

 Ing. Daniel Mario Gonzales Arce
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. N° 12577

LABORATORIO DGA E.I.R.L.

 Taty Chiquitana Puma
 TÉCNICO LABORATORISTA

dgonzalesarce@gmail.com

Urb. Aduca EA, Cero Colorado

DGA LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN E.I.R.L.

ING. CIP DANIEL MARIO GONZALES ARCE
ESP. INGENIERÍA SISMORRESISTENTE Y SANITARIA

RUC: 20608988948



**RESISTENCIA DEL HORMIGON IN SITU
ESCLEROMETRO (MARTILLO DE SHMITH - ASTM C805)**

**EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA I.E. PRIVADA JUSTO JUEZ, DISTRITO DE MAJES –
PROVINCIA DE CAYLLOMA – AREQUIPA**

Ubicación: Majes - Caylloma - Arequipa
Tesis: Ana Claudia Vilca Ortiz, Diego Joel Cueva Talavera
VºBº Ingeniero: Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce
Fecha de Ensayo: 18/02/2022

DATOS DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL

INFRAESTRUCTURA	PABELLON EDUCATIVO	UBICACIÓN :	Piso 2
Descripción Estructural:	Columna 25x45	Nº Punto:	10
MIEMBRO ESTRUCTURAL: LECTURA HORIZONTAL EN COLUMNA			

Nº	LECTURA ESCLEROMETRO	RESISTENCIA ASOCIADA N/mm2	ESQUEMA DE TOMA DE DATOS
1	33.00	24.20	  
2	36.00	28.80	
3	35.00	26.80	
4	32.00	23.00	
5	33.00	24.20	
6	34.00	26.00	
7	36.00	28.80	
8	37.00	31.00	
9	35.00	26.80	
10	36.00	28.80	
11	34.00	26.00	
12	36.00	28.80	
13	35.00	26.80	
Promedio		26.92	Resistencia Estimada (Mpa) 26.92
FACTOR DE CONVERSION 1Mpa=10.2 Kg/cm2			

RESISTENCIA ESTIMADA A COMPRESION DEL ELEMENTO	
f'c=	275.00 kg/cm2

Por tanto a que el máximo error tolerable no debe ser mayor de 20%, y que según el reporte de fiabilidad del instrumento, se obtuvo un nivel de confianza de 91.70%.

f'c=	252.18 kg/cm2
-------------	----------------------



LABORATORIO DGA EIRL
Ing. Daniel Mario Gonzales Arce
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 25578



LABORATORIO DGA EIRL
Tec. Tony Chuquicoria Puma
TECNICO LABORATORISTA

947715581-982133103 | dmgonzalesarce@gmail.com | Urb. Aduca EA, Cero Colorado



RESISTENCIA DEL HORMIGON IN SITU			
ESCLEROMETRO (MARTILLO DE SHMITH - ASTM C805)			
EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA I.E. PRIVADA JUSTO JUEZ, DISTRITO DE MAJES – PROVINCIA DE CAYLLOMA – AREQUIPA			
Ubicación: Majes - Caylloma - Arequipa			
Tesis: Ana Claudia Vilca Ortiz, Diego Joel Cueva Talavera			
VºBº Ingeniero: Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce			
Fecha de Ensayo: 18/02/2022			
DATOS DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL			
INFRAESTRUCTURA	PABELLON EDUCATIVO		UBICACIÓN : Piso 3
Descripción Estructural:	Columna 25x35	Nº Punto:	11
MIEMBRO ESTRUCTURAL: LECTURA HORIZONTAL EN COLUMNA			
Nº	LECTURA ESCLEROMETRO	RESISTENCIA ASOCIADA N/mm2	ESQUEMA DE TOMA DE DATOS
1	35.00	26.80	
2	36.00	28.80	
3	34.00	26.00	
4	36.00	28.80	
5	34.00	26.00	
6	35.00	26.80	
7	35.00	26.80	
8	36.00	28.80	
9	36.00	28.80	
10	34.00	26.00	
11	33.00	24.20	
12	36.00	28.80	
13	35.00	26.80	
Promedio		27.18	Resistencia Estimada (Mpa) 27.18
			FACTOR DE CONVERSION 1Mpa=10.2 Kg/cm2
RESISTENCIA ESTIMADA A COMPRESION DEL ELEMENTO			
f'c=		277.00	kg/cm2

Por tanto a que el máximo error tolerable no debe ser mayor de 20%, y que según el reporte de fiabilidad del instrumento, se obtuvo un nivel de confianza de 91.70%.

f'c= 254.01 kg/cm2

LABORATORIO DGA EIRL

 Ing. Daniel Mario Gonzales Arce
 INGENIERO CIVIL
 REG. CO. N. 230785

LABORATORIO DGA EIRL

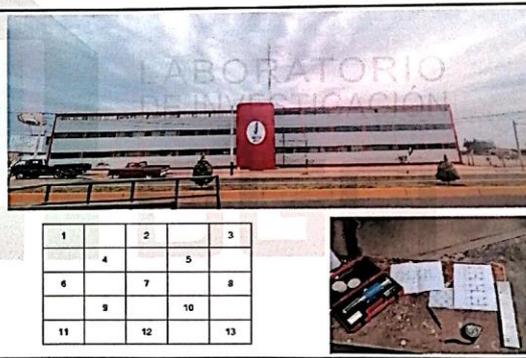
 Teo Antonio Chuquicaña Palma
 TECNICO LABORATORISTA

947715581-982133108

dmgonzalesarce@gmail.com
 dmgonzales@dga-ing.com

Urb. Aduca EA, Cerro Colorado
 Arequipa - Arequipa



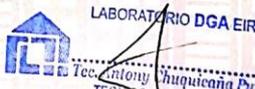
RESISTENCIA DEL HORMIGON IN SITU			
ESCLEROMETRO (MARTILLO DE SHMITH - ASTM C805)			
EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA I.E. PRIVADA JUSTO JUEZ, DISTRITO DE MAJES – PROVINCIA DE CAYLLOMA – AREQUIPA			
Ubicación: Majes - Caylloma - Arequipa			
Tesis: Ana Claudia Vilca Ortiz, Diego Joel Cueva Talavera			
V°B° Ingeniero: Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce			
Fecha de Ensayo: 18/02/2022			
DATOS DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL			
INFRAESTRUCTURA	PABELLON EDUCATIVO	UBICACIÓN : Piso 2	
Descripción Estructural:	Columna 25x45	N° Punto: 12	
MIEMBRO ESTRUCTURAL: LECTURA HORIZONTAL EN COLUMNA			
N°	LECTURA ESCLEROMETRO	RESISTENCIA ASOCIADA N/mm2	ESQUEMA DE TOMA DE DATOS 
1	35.00	26.80	
2	34.00	26.00	
3	33.00	24.20	
4	34.00	26.00	
5	36.00	28.80	
6	33.00	24.20	
7	36.00	28.80	
8	37.00	31.00	
9	38.00	32.00	
10	34.00	26.00	
11	35.00	26.80	
12	36.00	28.80	
13	38.00	32.00	
Promedio		27.80	Resistencia Estimada (Mpa) 27.80
			FACTOR DE CONVERSION 1Mpa=10.2 Kg/cm2
RESISTENCIA ESTIMADA A COMPRESION DEL ELEMENTO			
f_c= 284.00 kg/cm2			

Por tanto a que el máximo error tolerable no debe ser mayor de 20%, y que según el reporte de fiabilidad del instrumento, se obtuvo un nivel de confianza de 91.70%.

f_c= 260.43 kg/cm2

LABORATORIO DGA EIRL

 Ing. Daniel Mario Gonzales Arce
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIVIL N° 22186

LABORATORIO DGA EIRL

 Tcc. Tony Chuquicana Puma
 TECNICO LABORATORISTA

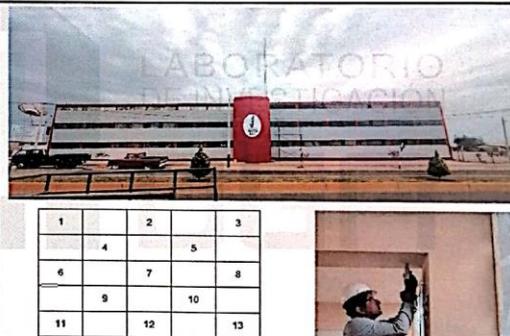
947715581-982133108

dmgonzalesarce@gmail.com
 dmgonzales@dga-ing.com

Urb. Aduca EA, Cero Colorado
 Arequipa - Arequipa

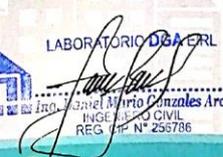


RESISTENCIA DEL HORMIGON IN SITU ESCLEROMETRO (MARTILLO DE SHMITH - ASTM C805)		
EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA I.E. PRIVADA JUSTO JUEZ, DISTRITO DE MAJES – PROVINCIA DE CAYLLOMA – AREQUIPA		
Ubicación: Majes - Caylloma - Arequipa		
Tesis: Ana Claudia Vilca Ortiz, Diego Joel Cueva Talavera		
VºBº Ingeniero: Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce		
Fecha de Ensayo: 18/02/2022		
DATOS DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL		
INFRAESTRUCTURA	PABELLON EDUCATIVO	UBICACIÓN : Piso 1
Descripción Estructural:	Viga (25 x 45)	Nº Punto: 13
MIEMBRO ESTRUCTURAL: LECTURA VERTICAL EN VIGAS		
Nº	LECTURA ESCLEROMETRO	RESISTENCIA ASOCIADA N/mm2
1	36.00	22.30
2	38.00	25.00
3	40.00	28.00
4	40.00	28.00
5	37.00	24.00
6	40.00	28.00
7	39.00	26.00
8	38.00	25.00
9	38.00	25.00
10	37.00	24.00
11	37.00	24.00
12	36.00	22.30
13	39.00	26.00
Promedio		25.20
		Resistencia Estimada (Mpa)
		25.20
		FACTOR DE CONVERSION 1Mpa=10.2 Kg/cm2
RESISTENCIA ESTIMADA A COMPRESION DEL ELEMENTO		
f _c = 257.00 kg/cm2		

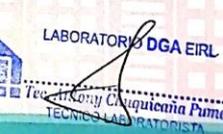


Por tanto a que el máximo error tolerable no debe ser mayor de 20%, y que según el reporte de fiabilidad del instrumento, se obtuvo un nivel de confianza de 89.6%.

f_c= 230.27 kg/cm2



LABORATORIO DGA E.I.R.L.
 Ing. Daniel Mario Gonzales Arce
 INGENIERO CIVIL
 REG. Nº 256786



LABORATORIO DGA E.I.R.L.
 Tec. Anthony Cusiquenlla Puma
 TECNICO LABORATORISTA

947715581-982133108 | dmgonzalesarce@gmail.com | dmgonzales@dga-ing.com | Urb. Aduca EA, Cero Colorado Arequipa - Arequipa



RESISTENCIA DEL HORMIGON IN SITU ESCLEROMETRO (MARTILLO DE SHMITH - ASTM C805)			
EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA I.E. PRIVADA JUSTO JUEZ, DISTRITO DE MAJES - PROVINCIA DE CAYLLOMA - AREQUIPA			
Ubicación: Majes - Caylloma - Arequipa			
Tesis: Ana Claudia Vilca Ortiz, Diego Joel Cueva Talavera			
VºBº Ingeniero: Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce			
Fecha de Ensayo: 18/02/2022			
DATOS DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL			
INFRAESTRUCTURA	PABELLON EDUCATIVO		UBICACIÓN : Piso 1
Descripción Estructural:	Viga (25 x 45)	Nº Punto:	14
MIEMBRO ESTRUCTURAL: LECTURA VERTICAL EN VIGAS			
Nº	LECTURA ESCLEROMETRO	RESISTENCIA ASOCIADA N/mm2	ESQUEMA DE TOMA DE DATOS
1	36.00	22.30	
2	38.00	25.00	
3	39.00	26.00	
4	39.00	26.00	
5	37.00	24.00	
6	37.00	24.00	
7	39.00	26.00	
8	40.00	28.00	
9	36.00	22.30	
10	37.00	24.00	
11	36.00	22.30	
12	37.00	24.00	
13	40.00	28.00	
Promedio		24.76	Resistencia Estimada (Mpa) 24.76
FACTOR DE CONVERSION 1Mpa=10.2 Kg/cm2			
RESISTENCIA ESTIMADA A COMPRESION DEL ELEMENTO			
f'c=		253.00	kg/cm2

Por tanto a que el máximo error tolerable no debe ser mayor de 20%, y que según el reporte de fiabilidad del instrumento, se obtuvo un nivel de confianza de 89.6%.

f'c= 226.69 kg/cm2

LABORATORIO DGA EIRL
 Ing. Daniel Mario Gonzales Arce
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP Nº 256786

LABORATORIO DGA EIRL
 Tec. Antonia Chuquicoma Palma
 TECNICO LABORATORISTA

947715581-982133108

dmgonzalesarce@gmail.com
 dmgonzales@dga-ing.com

Urb. Aduca EA, Cero Colorado
 Arequipa - Arequipa



RESISTENCIA DEL HORMIGON IN SITU			
ESCLEROMETRO (MARTILLO DE SHMITH - ASTM C805)			
EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA I.E. PRIVADA JUSTO JUEZ, DISTRITO DE MAJES – PROVINCIA DE CAYLLOMA – AREQUIPA			
Ubicación: Majes - Caylloma - Arequipa			
Tesisista: Ana Claudia Vilca Ortiz, Diego Joel Cueva Talavera			
VºBº Ingeniero: Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce			
Fecha de Ensayo: 18/02/2022			
DATOS DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL			
INFRAESTRUCTURA	PABELLON EDUCATIVO		UBICACIÓN : Piso 1
Descripción Estructural:	Viga (25 x 45)	Nº Punto:	14
MIEMBRO ESTRUCTURAL: LECTURA VERTICAL EN VIGAS			
Nº	LECTURA ESCLEROMETRO	RESISTENCIA ASOCIADA N/mm2	ESQUEMA DE TOMA DE DATOS
1	36.00	22.30	
2	38.00	25.00	
3	39.00	26.00	
4	39.00	26.00	
5	37.00	24.00	
6	37.00	24.00	
7	39.00	26.00	
8	40.00	28.00	
9	36.00	22.30	
10	37.00	24.00	
11	36.00	22.30	
12	37.00	24.00	
13	40.00	28.00	
Promedio		24.76	Resistencia Estimada (Mpa) 24.76
FACTOR DE CONVERSION 1Mpa=10.2 Kg/cm2			
RESISTENCIA ESTIMADA A COMPRESION DEL ELEMENTO			
f'c= 253.00 kg/cm2			

Por tanto a que el máximo error tolerable no debe ser mayor de 20%, y que según el reporte de fiabilidad del instrumento, se obtuvo un nivel de confianza de 89.6%.

f'c= 226.69 kg/cm2

LABORATORIO DGA E.I.R.L.

 Ing. Daniel Mario Gonzales Arce
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.P. Nº 256786

LABORATORIO DGA E.I.R.L.

 Tec. Antonio Chiquitana Puma
 TECNICO LABORATORISTA

947715581-982133108

dmgonzalesarce@gmail.com
 dmgonzales@dga-ing.com

Urb. Aduca EA, Cero Colorado
 Arequipa - Arequipa



RESISTENCIA DEL HORMIGON IN SITU			
ESCLEROMETRO (MARTILLO DE SHMITH - ASTM C805)			
EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA I.E. PRIVADA JUSTO JUEZ, DISTRITO DE MAJES - PROVINCIA DE CAYLLOMA - AREQUIPA			
Ubicación: Majes - Caylloma - Arequipa			
Tesis: Ana Claudia Vilca Ortiz, Diego Joel Cueva Talavera			
VºBº Ingeniero: Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce			
Fecha de Ensayo: 18/02/2022			
DATOS DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL			
INFRAESTRUCTURA	PABELLON EDUCATIVO		UBICACIÓN : Piso 1
Descripción Estructural:	Viga (25 x 45)	Nº Punto:	15
MIEMBRO ESTRUCTURAL: LECTURA VERTICAL EN VIGAS			
Nº	LECTURA ESCLEROMETRO	RESISTENCIA ASOCIADA N/mm2	ESQUEMA DE TOMA DE DATOS
1	34.00	19.80	
2	39.00	26.00	
3	36.00	22.30	
4	34.00	19.80	
5	36.00	22.30	
6	36.00	22.30	
7	38.00	25.00	
8	36.00	22.30	
9	34.00	19.80	
10	36.00	22.30	
11	36.00	22.30	
12	35.00	21.00	
13	38.00	25.00	
Promedio		22.32	Resistencia Estimada (Mpa) 22.32
FACTOR DE CONVERSION 1Mpa=10.2 Kg/cm2			
RESISTENCIA ESTIMADA A COMPRESION DEL ELEMENTO			
f'c= 228.00 kg/cm2			

Por tanto a que el máximo error tolerable no debe ser mayor de 20%, y que según el reporte de fiabilidad del instrumento, se obtuvo un nivel de confianza de 89.6%.

f'c= 204.29 kg/cm2

LABORATORIO DGA EIRL
 Ing. Daniel Mario Gonzales Arce
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 256786

LABORATORIO DGA EIRL
 Tec. Anissa Cusquicapa Puma
 TECNICO LABORATORISTA

947715581-982133108

dmgonzalesarce@gmail.com
 dmgonzales@dga-ing.com

Urb. Aduca EA, Cerro Colorado
 Arequipa - Arequipa



RESISTENCIA DEL HORMIGON IN SITU			
ESCLEROMETRO (MARTILLO DE SHMITH - ASTM C805)			
EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA I.E. PRIVADA JUSTO JUEZ, DISTRITO DE MAJES - PROVINCIA DE CAYLLOMA - AREQUIPA			
Ubicación: Majes - Caylloma - Arequipa			
Tesis: Ana Claudia Vilca Ortiz, Diego Joel Cueva Talavera			
V°B° Ingeniero: Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce			
Fecha de Ensayo: 18/02/2022			
DATOS DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL			
INFRAESTRUCTURA	PABELLON EDUCATIVO		UBICACIÓN : Piso 1
Descripción Estructural:	Viga (25 x 45)	N° Punto:	16
MIEMBRO ESTRUCTURAL: LECTURA VERTICAL EN VIGAS			
N°	LECTURA ESCLEROMETRO	RESISTENCIA ASOCIADA N/mm2	ESQUEMA DE TOMA DE DATOS
1	33.00	18.00	
2	34.00	19.80	
3	35.00	21.00	
4	37.00	24.00	
5	34.00	19.80	
6	36.00	22.30	
7	37.00	24.00	
8	38.00	25.00	
9	39.00	26.00	
10	38.00	25.00	
11	37.00	24.00	
12	36.00	22.30	
13	37.00	24.00	
Promedio		22.71	Resistencia Estimada (Mpa) 22.71
FACTOR DE CONVERSION 1Mpa=10.2 Kg/cm2			
RESISTENCIA ESTIMADA A COMPRESION DEL ELEMENTO			
$f'_c =$		232.00	kg/cm2

Por tanto a que el máximo error tolerable no debe ser mayor de 20%, y que según el reporte de fiabilidad del instrumento, se obtuvo un nivel de confianza de 89.6%.

$f'_c = 207.87 \text{ kg/cm}^2$

LABORATORIO DGA E.I.R.L.
 Ing. Daniel Mario Gonzales Arce
 INGENIERO CIVIL
 REG. C. N° 201776

LABORATORIO DGA E.I.R.L.
 Tec. Anthony Chuquicana Puma
 TECNICO LABORATORISTA

947715581-982133108

dmgonzalesarce@gmail.com
 dmgonzales@dga-ing.com

Urb. Aduca EA, Cerro Colorado
 Arequipa - Arequipa



RESISTENCIA DEL HORMIGON IN SITU			
ESCLEROMETRO (MARTILLO DE SHMITH - ASTM C805)			
EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA I.E. PRIVADA JUSTO JUEZ, DISTRITO DE MAJES – PROVINCIA DE CAYLLOMA – AREQUIPA			
Ubicación: Majes - Caylloma - Arequipa			
Tesisista: Ana Claudia Vilca Ortiz, Diego Joel Cueva Talavera			
V°B° Ingeniero: Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce			
Fecha de Ensayo: 18/02/2022			
DATOS DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL			
INFRAESTRUCTURA	PABELLON EDUCATIVO	UBICACIÓN : Piso 1	
Descripción Estructural:	Viga (25 x 45)	N° Punto: 17	
MIEMBRO ESTRUCTURAL: LECTURA VERTICAL EN VIGAS			
N°	LECTURA ESCLEROMETRO	RESISTENCIA ASOCIADA N/mm2	ESQUEMA DE TOMA DE DATOS
1	36.00	22.30	
2	38.00	25.00	
3	34.00	19.80	
4	38.00	25.00	
5	34.00	19.80	
6	35.00	21.00	
7	36.00	22.30	
8	38.00	25.00	
9	36.00	22.30	
10	36.00	22.30	
11	34.00	19.80	
12	35.00	21.00	
13	38.00	25.00	
Promedio		22.35	Resistencia Estimada (Mpa) 22.35
			FACTOR DE CONVERSION 1Mpa=10.2 Kg/cm2
RESISTENCIA ESTIMADA A COMPRESION DEL ELEMENTO			
$f'c = 228.00 \text{ kg/cm}^2$			

Por tanto a que el máximo error tolerable no debe ser mayor de 20%, y que según el reporte de fiabilidad del instrumento, se obtuvo un nivel de confianza de 89.6%.

$f'c = 204.29 \text{ kg/cm}^2$

LABORATORIO DGA EIRL

 Ing. Daniel Mario Gonzales Arce
 INGENIERO CIVIL
 REG. Nº 256766

LABORATORIO DGA EIRL

 Tesisista: *[Nombre]*
 TECNICO LABORATORISTA

947715581-982133108

dmgonzalesarce@gmail.com
 dmgonzales@dga-ing.com

Urb. Aduca EA, Cero Colorado
 Arequipa - Arequipa



RESISTENCIA DEL HORMIGON IN SITU		
ESCLEROMETRO (MARTILLO DE SHMITH - ASTM C805)		
EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA I.E. PRIVADA JUSTO JUEZ, DISTRITO DE MAJES - PROVINCIA DE CAYLLOMA - AREQUIPA		
Ubicación: Majes - Caylloma - Arequipa		
Tesisista: Ana Claudia Vilca Ortiz, Diego Joel Cueva Talavera		
VºBº Ingeniero: Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce		
Fecha de Ensayo: 18/02/2022		
DATOS DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL		
INFRAESTRUCTURA	PABELLON EDUCATIVO	UBICACIÓN : Piso 1
Descripción Estructural:	Viga (25 x 45)	Nº Punto: 18
MIEMBRO ESTRUCTURAL: LECTURA VERTICAL EN VIGAS		
Nº	LECTURA ESCLEROMETRO	RESISTENCIA ASOCIADA N/mm2
1	37.00	24.00
2	36.00	22.30
3	36.00	22.30
4	35.00	21.00
5	35.00	21.00
6	37.00	24.00
7	37.00	24.00
8	38.00	25.00
9	37.00	24.00
10	37.00	24.00
11	36.00	22.30
12	38.00	25.00
13	38.00	25.00
Promedio		23.38
		Resistencia Estimada (Mpa) 23.38
FACTOR DE CONVERSION 1Mpa=10.2 Kg/cm2		
RESISTENCIA ESTIMADA A COMPRESION DEL ELEMENTO		
f _c = 238.00 kg/cm2		

1	2	3
4	5	6
7	8	9
10	11	12
13	14	15

Por tanto a que el máximo error tolerable no debe ser mayor de 20%, y que según el reporte de fiabilidad del instrumento, se obtuvo un nivel de confianza de 89.6%.

f_c = 213.25 kg/cm2

LABORATORIO DGA E.I.R.L.

 Ing. Daniel Mario Gonzales Arce
 INGENIERO CIVIL
 REG. Nº N 256796

LABORATORIO DGA E.I.R.L.

 Tony Inuicaita Puma
 TECNICO LABORATORISTA

DGA LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN E.I.R.L.

ING. CIP DANIEL MARIO GONZALES ARCE
ESP. INGENIERÍA SISMORRESISTENTE Y SANITARIA

RUC: 20608988948



RESISTENCIA DEL HORMIGON IN SITU		
ESCLEROMETRO (MARTILLO DE SHMITH - ASTM C805)		
EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA I.E. PRIVADA JUSTO JUEZ, DISTRITO DE MAJES - PROVINCIA DE CAYLLOMA - AREQUIPA		
Ubicación: Majes - Caylloma - Arequipa		
Tesis: Ana Claudia Vilca Ortiz, Diego Joel Cueva Talavera		
VºBº Ingeniero: Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce		
Fecha de Ensayo: 18/02/2022		
DATOS DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL		
INFRAESTRUCTURA	PABELLON EDUCATIVO	UBICACIÓN : Piso 1
Descripción Estructural:	Viga (25 x 45)	Nº Punto: 18
MIEMBRO ESTRUCTURAL: LECTURA VERTICAL EN VIGAS		
Nº	LECTURA ESCLEROMETRO	RESISTENCIA ASOCIADA N/mm2
1	37.00	24.00
2	36.00	22.30
3	36.00	22.30
4	35.00	21.00
5	35.00	21.00
6	37.00	24.00
7	37.00	24.00
8	38.00	25.00
9	37.00	24.00
10	37.00	24.00
11	36.00	22.30
12	38.00	25.00
13	38.00	25.00
Promedio		23.38
		Resistencia Estimada (Mpa) 23.38
FACTOR DE CONVERSION 1Mpa=10.2 Kg/cm2		
RESISTENCIA ESTIMADA A COMPRESION DEL ELEMENTO		
f _c =		238.00 kg/cm2



Por tanto a que el máximo error tolerable no debe ser mayor de 20%, y que según el reporte de fiabilidad del instrumento, se obtuvo un nivel de confianza de 89.6%.

f_c= 213.25 kg/cm2

LABORATORIO DGA E.I.R.L.
Ing. Daniel Mario Gonzales Arce
INGENIERO CIVIL
REG. CO. N° 456796

LABORATORIO DGA E.I.R.L.
Tecn. Antony Inhuacalla Puma
TECNICO LABORATORISTA

947715581-982133108

dmgonzalesarce@gmail.com
dmgonzales@dga-ing.com

Urb. Aduca EA, Cerro Colorado
Arequipa - Arequipa



RESISTENCIA DEL HORMIGON IN SITU	
ESCLEROMETRO (MARTILLO DE SHMITH - ASTM C805)	
EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA I.E. PRIVADA JUSTO JUEZ, DISTRITO DE MAJES - PROVINCIA DE CAYLLOMA - AREQUIPA	
Ubicación: Majes - Caylloma - Arequipa	
Tesisista: Ana Claudia Vilca Ortiz, Diego Joel Cueva Talavera	
VºBº Ingeniero: Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce	
Fecha de Ensayo: 18/02/2022	

DATOS DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL			
INFRAESTRUCTURA	PABELLON EDUCATIVO	UBICACIÓN :	Piso 2
Descripción Estructural:	Viga (25 x 35)	Nº Punto:	19
MIEMBRO ESTRUCTURAL: LECTURA VERTICAL EN VIGAS			

Nº	LECTURA ESCLEROMETRO	RESISTENCIA ASOCIADA N/mm2	ESQUEMA DE TOMA DE DATOS
1	37.00	24.00	
2	38.00	25.00	
3	38.00	25.00	
4	35.00	21.00	
5	34.00	19.80	
6	36.00	22.30	
7	34.00	19.80	
8	37.00	24.00	
9	36.00	22.30	
10	38.00	25.00	
11	36.00	22.30	
12	38.00	25.00	
13	36.00	22.30	

Promedio	22.91	Resistencia Estimada (Mpa)	22.91
FACTOR DE CONVERSION 1Mpa=10.2 Kg/cm2			

RESISTENCIA ESTIMADA A COMPRESION DEL ELEMENTO		
f_c=	234.00	kg/cm2

Por tanto a que el máximo error tolerable no debe ser mayor de 20%, y que según el reporte de fiabilidad del instrumento, se obtuvo un nivel de confianza de 89.6%.

f_c=	209.66	kg/cm2
-----------------------	---------------	---------------

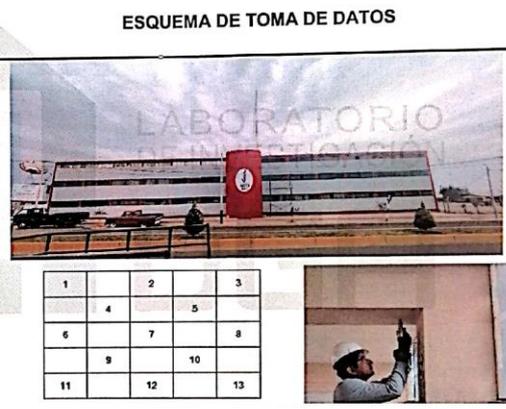
LABORATORIO DGA EIRL
 Ing. Daniel Mario Gonzales Arce
 INGENIERO CIVIL
 REG. I.P. N° 256766

LABORATORIO DGA EIRL
 Tec. Anthony Casquicán Puma
 TÉCNICO LABORATORISTA

947715581-982133108 | dmgonzalesarce@gmail.com | dmgonzales@dga-ing.com
 Urb. Aduca EA, Cero Colorado Arequipa - Arequipa



RESISTENCIA DEL HORMIGON IN SITU		
ESCLEROMETRO (MARTILLO DE SHMITH - ASTM C805)		
EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA I.E. PRIVADA JUSTO JUEZ, DISTRITO DE MAJES - PROVINCIA DE CAYLLOMA - AREQUIPA		
Ubicación: Majes - Caylloma - Arequipa		
Tesisista: Ana Claudia Vilca Ortiz, Diego Joel Cueva Talavera		
VºBº Ingeniero: Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce		
Fecha de Ensayo: 18/02/2022		
DATOS DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL		
INFRAESTRUCTURA	PABELLON EDUCATIVO	UBICACIÓN : Piso 2
Descripción Estructural:	Viga (25 x 35)	Nº Punto: 21
MIEMBRO ESTRUCTURAL: LECTURA VERTICAL EN VIGAS		
Nº	LECTURA ESCLEROMETRO	RESISTENCIA ASOCIADA N/mm2
1	34.00	19.80
2	32.00	17.00
3	33.00	18.00
4	34.00	19.80
5	36.00	22.30
6	32.00	17.00
7	35.00	21.00
8	38.00	25.00
9	36.00	22.30
10	36.00	22.30
11	34.00	19.80
12	33.00	18.00
13	35.00	21.00
Promedio		20.25
		Resistencia Estimada (Mpa) 20.25
FACTOR DE CONVERSION 1Mpa=10.2 Kg/cm2		
RESISTENCIA ESTIMADA A COMPRESION DEL ELEMENTO		
f'c=		207.00 kg/cm2



Por tanto a que el máximo error tolerable no debe ser mayor de 20%, y que según el reporte de fiabilidad del instrumento, se obtuvo un nivel de confianza de 89.6%.

f'c= 185.47 kg/cm2

LABORATORIO DGA EIRL
 Ing. Daniel Mario Gonzales Arce
 INGENIERO CIVIL
 REG. PROF. N° 256786

LABORATORIO DGA EIRL
 Tec. Antony Chuquicaña Puma
 TÉCNICO LABORATORISTA

947715581-982133108

dmgonzalesarce@gmail.com
 dmgonzales@dga-ing.com

Urb. Aduca EA, Cero Colorado
 Arequipa - Arequipa



RESISTENCIA DEL HORMIGON IN SITU			
ESCLEROMETRO (MARTILLO DE SHMITH - ASTM C805)			
EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA I.E. PRIVADA JUSTO JUEZ, DISTRITO DE MAJES – PROVINCIA DE CAYLLOMA – AREQUIPA			
Ubicación: Majes - Caylloma - Arequipa			
Tesisista: Ana Claudia Vilca Ortiz, Diego Joel Cueva Talavera			
VºBº Ingeniero: Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce			
Fecha de Ensayo: 18/02/2022			
DATOS DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL			
INFRAESTRUCTURA	PABELLON EDUCATIVO		UBICACIÓN : Piso 2
Descripción Estructural:	Viga (25 x 35)	Nº Punto:	22
MIEMBRO ESTRUCTURAL: LECTURA VERTICAL EN VIGAS			
Nº	LECTURA ESCLEROMETRO	RESISTENCIA ASOCIADA N/mm2	ESQUEMA DE TOMA DE DATOS
1	33.00	18.00	
2	36.00	22.30	
3	37.00	24.00	
4	32.00	17.00	
5	31.00	16.00	
6	36.00	22.30	
7	34.00	19.80	
8	33.00	18.00	
9	32.00	17.00	
10	36.00	22.30	
11	35.00	21.00	
12	36.00	22.30	
13	34.00	19.80	
Promedio		19.98	Resistencia Estimada (Mpa) 19.98
FACTOR DE CONVERSION 1Mpa=10.2 Kg/cm2			
RESISTENCIA ESTIMADA A COMPRESION DEL ELEMENTO			
f _c =		204.00	kg/cm2

Por tanto a que el máximo error tolerable no debe ser mayor de 20%, y que según el reporte de fiabilidad del instrumento, se obtuvo un nivel de confianza de 89.6%.

f_c = 182.78 kg/cm2

LABORATORIO DGA EIRL
 Ing. Daniel Mario Gonzales Arce
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 255726

LABORATORIO DGA EIRL
 Tec. Anthony Chuquicoma Puma
 TECNICO LABORATORISTA

947715581-982133108

dmgonzalesarce@gmail.com
 dmgonzales@dga-ing.com

Urb. Aduca EA, Cerro Colorado
 Arequipa - Arequipa



RESISTENCIA DEL HORMIGON IN SITU	
ESCLEROMETRO (MARTILLO DE SHMITH - ASTM C805)	
EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA I.E. PRIVADA JUSTO JUEZ, DISTRITO DE MAJES - PROVINCIA DE CAYLLOMA - AREQUIPA	
Ubicación: Majes - Caylloma - Arequipa	
Tesis: Ana Claudia Vilca Ortiz, Diego Joel Cueva Talavera	
VºBº Ingeniero: Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce	
Fecha de Ensayo: 18/02/2022	

DATOS DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL			
INFRAESTRUCTURA	PABELLON EDUCATIVO		UBICACIÓN : Piso 2
Descripción Estructural:	Viga (25 x 35)	Nº Punto:	23
MIEMBRO ESTRUCTURAL: LECTURA VERTICAL EN VIGAS			

Nº	LECTURA ESCLEROMETRO	RESISTENCIA ASOCIADA N/mm2	ESQUEMA DE TOMA DE DATOS
1	34.00	19.80	
2	35.00	21.00	
3	34.00	19.80	
4	33.00	18.00	
5	36.00	22.30	
6	34.00	19.80	
7	33.00	18.00	
8	32.00	17.00	
9	34.00	19.80	
10	34.00	19.80	
11	36.00	22.30	
12	38.00	25.00	
13	32.00	17.00	

Promedio	19.97	Resistencia Estimada (Mpa)	19.97
FACTOR DE CONVERSION 1Mpa=10.2 Kg/cm2			

RESISTENCIA ESTIMADA A COMPRESION DEL ELEMENTO		
f_c=	204.00	kg/cm2

Por tanto a que el máximo error tolerable no debe ser mayor de 20%, y que según el reporte de fiabilidad del instrumento, se obtuvo un nivel de confianza de 89.6%.

f_c=	182.78	kg/cm2
-----------------------	---------------	---------------

LABORATORIO DGA E.I.R.L.

 Ing. Daniel Mario Gonzales Arce
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 254786

LABORATORIO DGA E.I.R.L.

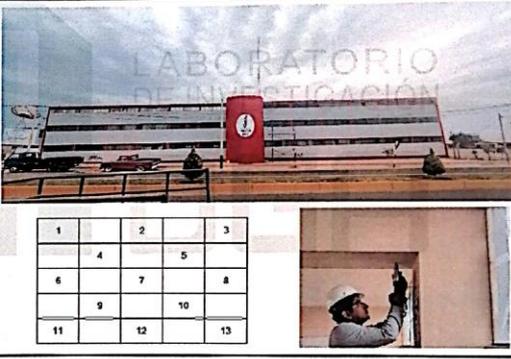
 Tec. Tania Chuquicana Puma
 TECNICO LABORATORISTA

947715581-982133108

dmgonzalesarce@gmail.com
 dmgonzales@dga-ing.com

Urb. Aduca EA, Cero Colorado
 Arequipa - Arequipa



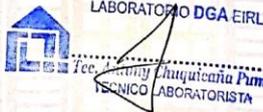
RESISTENCIA DEL HORMIGON IN SITU			
ESCLEROMETRO (MARTILLO DE SHMITH - ASTM C805)			
EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA I.E. PRIVADA JUSTO JUEZ, DISTRITO DE MAJES – PROVINCIA DE CAYLLOMA – AREQUIPA			
Ubicación: Majes - Caylloma - Arequipa			
Tesisista: Ana Claudia Vilca Ortiz, Diego Joel Cueva Talavera			
V°B° Ingeniero: Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce			
Fecha de Ensayo: 18/02/2022			
DATOS DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL			
INFRAESTRUCTURA	PABELLON EDUCATIVO	UBICACIÓN : Piso 2	
Descripción Estructural:	Viga (25 x 35)	N° Punto: 24	
MIEMBRO ESTRUCTURAL: LECTURA VERTICAL EN VIGAS			
N°	LECTURA ESCLEROMETRO	RESISTENCIA ASOCIADA N/mm2	ESQUEMA DE TOMA DE DATOS 
1	35.00	21.00	
2	36.00	22.30	
3	34.00	19.80	
4	34.00	19.80	
5	33.00	18.00	
6	32.00	17.00	
7	32.00	17.00	
8	36.00	22.30	
9	35.00	21.00	
10	38.00	25.00	
11	35.00	21.00	
12	37.00	24.00	
13	36.00	22.30	
Promedio		20.81	Resistencia Estimada (Mpa) 20.81
			FACTOR DE CONVERSION 1Mpa=10.2 Kg/cm2
RESISTENCIA ESTIMADA A COMPRESION DEL ELEMENTO			
f _c = 212.00 kg/cm2			

Por tanto a que el máximo error tolerable no debe ser mayor de 20%, y que según el reporte de fiabilidad del instrumento, se obtuvo un nivel de confianza de 89.6%.

f_c= 189.95 kg/cm2

LABORATORIO DGA E.I.R.L.

 Ing. Daniel Mario Gonzales Arce
 INGENIERO CIVIL
 R.U.C. Nº 20608988948

LABORATORIO DGA E.I.R.L.

 Cec. Cecilio Chuquicancha Puma
 TECNICO LABORATORISTA

947715581-982133108

dmgonzalesarce@gmail.com
 dmgonzales@dga-ing.com

Urb. Aduca EA, Cerro Colorado
 Arequipa - Arequipa



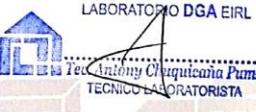
Punto	Ubicación	Elemento	Fc
1	Piso 1	Columna 25x35	221.00
2	Piso 1	Columna 25x45	232.00
3	Piso 1	Columna 25x35	223.75
4	Piso 1	Columna 25x45	252.18
5	Piso 1	Columna 25x35	232.92
6	Piso 1	Columna 25x45	254.93
7	Piso 2	Columna 25x35	243.92
8	Piso 2	Columna 25x45	285.19
9	Piso 2	Columna 25x35	235.67
10	Piso 2	Columna 25x45	252.18
11	Piso 3	Columna 25x35	254.01
12	Piso 2	Columna 25x45	260.43
13	Piso 1	Viga (25 x 45)	230.27
14	Piso 1	Viga (25 x 45)	226.69
15	Piso 1	Viga (25 x 45)	204.29
16	Piso 1	Viga (25 x 45)	207.87
17	Piso 1	Viga (25 x 45)	204.29
18	Piso 1	Viga (25 x 45)	213.25
19	Piso 2	Viga (25 x 35)	209.66
20	Piso 2	Viga (25 x 35)	215.04
21	Piso 2	Viga (25 x 35)	185.47
22	Piso 2	Viga (25 x 35)	182.78
23	Piso 2	Viga (25 x 35)	182.78
24	Piso 2	Viga (25 x 35)	189.95

PROMEDIO COLUMNAS: 246.00

PROMEDIO VIGAS: 204.00

LABORATORIO DGA E.I.R.L.

 Ing. Daniel Mario Gonzales Arce
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIV. N° 258766

LABORATORIO DGA E.I.R.L.

 Tec. Anthony Chugueca Puma
 TECNICO LABORATORISTA

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LD - 030 - 2022***Área de Metrología
Laboratorio de Dureza*

Página 1 de 3

1. Expediente	15783	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	GOAR S.A.C	
3. Dirección	Urb. Aduca G8, Cerro Colorado, Arequipa	
4. Instrumento de medición	MARTILLO PARA PRUEBA DE CONCRETO ESCLERÓMETRO	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Marca	FORNEY	
Modelo	LA-0352	
Número de Serie	2650	(*) METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración a qui declarados.
Alcance de Indicación	100 Número de Rebote	
Div. Escala / Resolución	1 Número de Rebote	
Identificación	NO INDICA	
Tipo	ANALÓGICO	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
5. Fecha de Calibración	2022-01-16	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

Jefe de Laboratorio de Metrología

Sello

2022-01-16


Ing. WILLIAMS PÉREZ COELLO