

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**  
**INGENIERO CIVIL**

---

**EVALUACION DE DOS PABELLONES CONSIDERANDO LOS EFECTOS DE INTERACCION TABIQUE-PORTICO Y COLUMNA CORTA DE LA I.E. 40230 “SAN ANTONIO DEL PEDREGAL”, UBICADO EN EL DISTRITO DE MAJES, PROVINCIA DE CAYLLOMA, AREQUIPA**

---

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**  
**ESTRUCTURAS**

**AUTORES:**

VASQUEZ GONZALES, BILLY JOE  
SANCHEZ SAAVEDRA, BRAYAN CARLOS

**JURADO EVALUADOR:**

**Presidente:** Vertiz Malabrigo, Manuel

**Secretario:** Vargas Segundo López

**Vocal:** Galicia Guarniz, William Conrad

**ASESOR:**

PERRIGO SARMIENTO, FELIX GILBERTO

**Código Orcid:**

<https://orcid.org/0000-0002-1818-6654>

**Trujillo – Perú**

**2022**

**Fecha de sustentación: 2022/12/20**

## **JURADO CALIFICADOR**

**TESIS:** EVALUACION DE DOS PABELLONES CONSIDERANDO LOS EFECTOS DE INTERACCION TABIQUE-PORTICO Y COLUMNA CORTA DE LA I.E. 40230 "SAN ANTONIO DEL PEDREGAL", UBICADO EN EL DISTRITO DE MAJES, PROVINCIA DE CAYLLOMA, AREQUIPA

### **AUTORES:**

Br. VASQUEZ GONZALES, BILLY JOE  
Br. SANCHEZ SAAVEDRA, BRAYAN CARLOS

.....  
**Ing. Vertiz Malabrigo, Manuel**  
Presidente  
CIP: 71118

.....  
**Ing. Vargas López, Segundo**  
Secretario  
CIP:18687

.....  
**Ing. Galicia Guarniz, William Conrad**  
Vocal  
CIP: 96091

.....  
**Ing. Perrigo Sarmiento, Félix Gilberto**  
Asesor  
CIP: 29401

## DEDICATORIA

A Dios, quien me acompaña y estuvo conmigo en todo momento y siempre me levantó de mi continuo tropiezo.

A mis Padres por haberme inculcado buenos valores y me formaron con buenas reglas y con algunas libertades, pero siempre me motivaron a seguir adelante y cumplir mis metas y objetivos.

A mis hermanas, por sacrificar muchas comodidades para poder verme crecer y seguir triunfando en la vida.

Br. Vásquez Gonzales, Billy Joe

## DEDICATORIA

A Dios, quien siempre me protege para tener salud y poder lograr todos los objetivos trazados.

A los motivos más importantes de mi vida, mis padres Juan Carlos Sanchez y Silvia Saavedra, a quienes estaré agradecido toda mi vida por inculcarme siempre los buenos valores y el significado de la vida.

A mi hermanita Vanesa Sanchez que desde el cielo siempre me protege y me guía por el buen camino y por bríndame las fuerzas para seguir luchando por mis sueños.

A mis abuelos que siempre me han apoyado con consejos esenciales para la vida.

Br. Sanchez Saavedra, Brayán Carlos

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradecemos a Dios por darnos la fortaleza de seguir a paso firme y poder lograr este objetivo de vida que tanto anhelamos y así seguir con nuestra formación profesional.

Siempre estaremos agradecidos con nuestros padres que siempre nos inculcan los buenos valores, las responsabilidades de la vida y su apoyo incondicional, el amor y el entendimiento y paciencia para educarnos; sus sacrificios y esfuerzos nos han servido como base fundamental para poder lograr los objetivos y sueños, todo este logro es para ustedes.

Le agradecemos a nuestro asesor de tesis Ing. Félix Perrigo Sarmiento por su apoyo, paciencia y tiempo para brindarnos sus conocimientos al largo del desarrollo de nuestra tesis, su enseñanza refleja una parte muy importante para lograr este objetivo.

Y finalmente a esta gran universidad que nos albergó por 5 años educándonos profesionalmente y como seres humanos de una manera muy eficaz y así poder lograr ser unos profesionales y personas competentes en la vida.

Br. Vásquez Gonzales, Billy Joe  
Br. Sanchez Saavedra, Brayán Carlos

## RESUMEN

En la presente tesis de investigación se detalla el análisis estructural de una institución educativa que se encuentra ubicada en el distrito de Majes, provincia de Caylloma Arequipa; "San Antonio del Pedregal", teniendo como objetivo principal el análisis y la evaluación de los efectos entre la interacción tabique-pórtico y columna corta que presentan este tipo de edificaciones para brindar soluciones optimas que permitan mejorar el comportamiento estructural de la edificación destinada a educación, ya que en la norma técnica peruana los clasifica como edificación esencial y debería mantenerse de pie ante un sismo de gran magnitud. En el proceso de análisis se llevaron a cabo las inspecciones de campo con pruebas técnicas no destructivas para determinar las características geométricas, físicas y mecánicas de los elementos estructurales y así poder evaluar mediante un modelo matemático el comportamiento sísmico de la estructura, asimismo verificar los tipos de fallas o efectos desfavorables que pueda presentar esta edificación.

Los datos obtenidos son desarrollados y resueltos en el programa de modelamiento ETABS V20.1, determinando las deformaciones de pórticos, la resistencia al corte de la albañilería, verificando el comportamiento del muro al remplazarlo por un puntal equivalente teniendo en cuenta el aplastamiento, tracción diagonal y cizalle, asimismo se analizó los muros que forman las columnas cortas para verificar la concentración de las fuerzas internas (cortantes y momentos) en las porciones libre y restringidas por la tabiquería. Luego de analizar los resultados al realizar todas las verificaciones correspondientes, se plantea un reforzamiento en la edificación para tener una mejor respuesta ante un movimiento sísmico, con respecto a las patologías de columna corta se decidió aislar la tabiquería de la superestructura para no comprometer a las columnas, además se consideró un encamisado de la columna, incrementando el peralte y convirtiéndola en columna T, esta consideración nos permitió cumplir con los desplazamientos de piso. Finalmente, se pudo demostrar que las deformaciones de los pórticos en las zonas arriostradas en función a los desplazamientos y cortantes presentan un incremento de hasta 4 veces el cortante que en las zonas de columna corta.

Palabras Claves: Efectos de interacción, tabique-portico, columna corta, tabiquería.

## **ABSTRACT**

This research thesis details the structural analysis of an educational institution located in the district of Majes, province of Caylloma Arequipa; "San Antonio del Pedregal", having as main objective the analysis and evaluation of the effects between the partition-portico and short column interaction of this type of buildings to provide optimal solutions to improve the structural behavior of the building intended for education, since the Peruvian technical standard classifies them as essential building and should remain standing in an earthquake of great magnitude. In the analysis process, field inspections were carried out with non-destructive technical tests to determine the geometric, physical and mechanical characteristics of the structural elements in order to evaluate the seismic behavior of the structure through a mathematical model, as well as to verify the types of failures or unfavorable effects that this building may present.

The data obtained are developed and solved in the ETABS V20.1 modeling program, determining the deformations of frames, the shear resistance of the masonry, verifying the behavior of the wall when replacing it with an equivalent prop taking into account the crushing, diagonal tension and shear, also the walls that form the short columns were analyzed to verify the concentration of internal forces (shear and moments) in the free and restricted portions by the partition walls. After analyzing the results and performing all the corresponding verifications, a reinforcement of the building was proposed in order to have a better response to a seismic movement. With respect to the short column pathologies, it was decided to isolate the partition walls from the superstructure so as not to compromise the columns; in addition, a jacketing of the column was considered, increasing the camber and converting it into a T column. Finally, it was possible to demonstrate that the deformations of the portal frames in the braced zones in terms of displacements and shear forces show an increase of up to 4 times the shear force than in the short column zones.

## INDICE

<b>DEDICATORIA</b> .....	3
<b>DEDICATORIA</b> .....	4
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	5
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
1.1 Problema de la investigación .....	1
1.2 Objetivos .....	3
1.2.1 Objetivo General:.....	3
1.2.2 Objetivos Específicos .....	4
1.3 Justificación del estudio.....	4
<b>II. MARCO DE REFERENCIA</b> .....	5
2.1 Antecedentes del estudio.....	5
2.1.1 Antecedentes Nacionales .....	5
2.1.2 Antecedentes Internacionales.....	6
2.2 Marco teórico.....	8
2.2.1 Sismo .....	8
2.2.2 Peligro sísmico .....	8
2.2.3 Vulnerabilidad sísmica.....	8
2.2.4 Clases de vulnerabilidad.....	9
2.2.5 Sistema Estructural en Albañilería Confinada .....	9
2.2.6 Sistema Estructural de Pórticos.....	9
2.2.7 Efecto de Columna Corta.....	9
2.2.8 Consecuencias sobre el Sistema Estructural:.....	10
2.3 Marco conceptual .....	16
2.3.1 Definiciones de términos básicos.....	16
2.4 Hipótesis.....	17
2.5 Variables e indicadores .....	18
2.5.1 Variables Independiente .....	18
2.5.2 Variable dependiente.....	18
<b>III. METODOLOGIA EMPLEADA</b> .....	19
3.1 Tipo y nivel de investigación .....	19
3.1.1 Tipo de investigación .....	19
3.1.2 Nivel de investigación .....	19
3.2 Población y muestra del estudio .....	19
3.2.1 Población.....	19
3.2.2 Muestra .....	19
3.3 Diseño de investigación .....	19
3.4 Técnicas e instrumentos de investigación.....	20
3.4.1 Técnicas e instrumentos de investigación.....	20
3.4.1.1 Validez de instrumentos de investigación.....	22



3.4.1.2	Confiabilidad de instrumentos de investigación .....	23
3.5	Procesamiento y análisis de datos.....	32
<b>IV.</b>	<b>PRESENTACION DE RESULTADOS.....</b>	<b>33</b>
4.1	Ubicación Colegio Tipo 780-Pre .....	33
4.2	Descripción arquitectónica del Pabellón A .....	34
4.3	Descripción Estructural del Proyecto. ....	38
4.4	Características geométricas y propiedades físicas del concreto – Propiedades geométricas y físicas .....	39
4.4.1	Acero de refuerzo .....	39
4.5	Distorsiones de entrepiso .....	54
4.5.1	Cargas consideradas en el modelo.....	54
4.5.2	Análisis estático.....	54
4.5.3	Distorsiones.....	58
4.5.4	Resistencia al Corte en albañilería confinada .....	64
4.5.4.1	Diseño por cargas verticales .....	64
4.5.4.2	Control de fisuración .....	67
4.5.5	Deformaciones de pórticos debido a tabiques arriostrados.....	69
4.5.5.1	Verificación por deformada .....	69
4.5.5.2	Verificación por cortante:.....	71
4.5.6	Tipos de fallas debido a interacción tabique – pórtico.....	75
4.5.6.1	Verificación por Aplastamiento ( $R_c$ ) Piso 1 y 2 (Bloque 1).....	76
4.5.6.2	Verificación por Tracción diagonal ( $R_t$ ) Piso 1 y 2 (Bloque 1) .....	80
4.5.6.3	Verificación por cizalle ( $R_s$ ) Piso 1 y 2 (Bloque 1).....	80
4.5.6.4	Verificación por Aplastamiento ( $R_c$ ) Piso 1 y 2 (Bloque 2).....	82
4.5.6.5	Verificación por Tracción diagonal ( $R_t$ ) Piso 1 y 2 (Bloque 2) .....	86
4.5.6.6	Verificación por cizalle ( $R_s$ ) Piso 1 y 2 (Bloque 1).....	86
4.5.7	Reforzamiento estructural.....	88
<b>V.</b>	<b>DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....</b>	<b>108</b>
	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>109</b>
	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>111</b>
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>112</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>114</b>

## Índice de tablas

Tabla 1 Desplazamientos Laterales Relativos Admisibles .....	12
Tabla 2 Operacionalización de variables.....	18
Tabla 3. Rangos y Magnitud de Validez.....	22
Tabla 4. Coeficiente de Validez por Juicio de Expertos.....	23
Tabla 5. Juicio de Expertos.....	23
Tabla 6. Resumen de validez de instrumento ficha índice de rebote – esclerómetro .....	23
Tabla 7. Rango y Confiabilidad para el Instrumento.....	24
Tabla 8. Resumen de procesamiento de resultado en columnas Piso 1 (B-1) .....	24
Tabla 9. Alfa de Cronbach columnas Piso 1 (B-1).....	24
Tabla 10. Alfa de Cronbach por elemento columnas Piso 1 (B-1) .....	25
Tabla 11. Resumen de procesamiento de resultado en columnas Piso 2 (B-1).....	25
Tabla 12. Alfa de Cronbach columnas Piso 1 (B-1).....	25
Tabla 13. Alfa de Cronbach por elemento columnas Piso 2 (B-1) .....	26
Tabla 14. Resumen de procesamiento de resultado en vigas Piso 1 (B-1) .....	26
Tabla 15. Alfa de Cronbach vigas Piso 1 (B-1).....	26
Tabla 16. Alfa de Cronbach por elemento vigas Piso 1 (B-1) .....	27
Tabla 17. Resumen de procesamiento de resultado en vigas Piso 2 (B-1) .....	27
Tabla 18. Alfa de Cronbach vigas Piso 2 (B-1).....	27
Tabla 19. Alfa de Cronbach por elemento vigas Piso 2 (B-1) .....	28
Tabla 20. Resumen de procesamiento de resultado en columnas Piso 1 (B-2).....	28
Tabla 21. Alfa de Cronbach columnas Piso 1 (B-2).....	28
Tabla 22. Alfa de Cronbach por elemento columnas Piso 1 (B-2) .....	29
Tabla 23. Resumen de procesamiento de resultado en columnas Piso 2 (B-2).....	29
Tabla 24. Alfa de Cronbach columnas Piso 1 (B-2).....	29
Tabla 25. Alfa de Cronbach por elemento columnas Piso 2 (B-2) .....	30
Tabla 26. Resumen de procesamiento de resultado en vigas Piso 1 (B-2) .....	30
Tabla 27. Alfa de Cronbach vigas Piso 1 (B-2).....	30
Tabla 28. Alfa de Cronbach por elemento vigas Piso 1 (B-2) .....	31
Tabla 29. Resumen de procesamiento de resultado en vigas Piso 2 (B-2) .....	31
Tabla 30. Alfa de Cronbach vigas Piso 2 (B-2).....	31
Tabla 31. Alfa de Cronbach por elemento vigas Piso 2 (B-2) .....	32
Tabla 32 Bloque 1: Reporte de resistencia en columnas piso 1 .....	50
Tabla 33 Bloque 1: Reporte de resistencia en columnas piso 2 .....	50
Tabla 34 Bloque 1: Reporte de resistencia en vigas piso 1 .....	50
Tabla 35 Bloque 1: Reporte de resistencia en vigas piso 2 .....	51
Tabla 36 Bloque 2: Reporte de resistencia en columnas piso 1 .....	52
Tabla 37 Bloque 2: Reporte de resistencia en columnas piso 2 .....	53
Tabla 38 Bloque 2: Reporte de resistencia en vigas piso 1 .....	53
Tabla 39 Bloque 2: Reporte de resistencia en vigas piso 2 .....	53
Tabla 40. Cargas Muertas consideradas según NTP E0.20.....	54
Tabla 41. Cargas vivas consideradas según NTP E0.20 .....	54
Tabla 42. Parámetros Sísmicos del Bloque 1 - Dirección “x”.....	55
Tabla 43. Parámetros Sísmicos del Bloque 1 - Dirección “y”.....	55
Tabla 44. Parámetros Sísmicos del Bloque 2 - Dirección “x”.....	56
Tabla 45. Parámetros Sísmicos del Bloque 2 - Dirección “y”.....	56
Tabla 46. Amplificación del desplazamiento Bloque 1, 2 “x”.....	57

Tabla 47. Amplificación del desplazamiento Bloque 1, 2 “y” .....	57
Tabla 48. Fuerzas equivalentes por piso Bloque 1 “x” .....	57
Tabla 49. Fuerzas equivalentes por piso Bloque 1 “y” .....	57
Tabla 50. Fuerzas equivalentes por piso Bloque 1 “x” .....	58
Tabla 51. Fuerzas equivalentes por piso Bloque 1 “y” .....	58
Tabla 52. Desplazamientos por niveles, Bloque 1 (Sismo Estático X, Y) .....	59
Tabla 53. Deriva del Bloque 1, análisis estático “x” .....	60
Tabla 54. Deriva del Bloque 1, análisis estático “y” .....	61
Tabla 55. Desplazamientos por niveles, Bloque 2 (Sismo Estático X, Y) .....	61
Tabla 56. Deriva del Bloque 1, análisis estático “x” .....	63
Tabla 57. Deriva del Bloque 1, análisis estático “y” .....	63
Tabla 58. Capacidad de los Muros del Primer Nivel, Bloque 1 .....	65
Tabla 59. Capacidad de los Muros del Primer Nivel, Bloque 2 .....	66
Tabla 71. Control de fisuración de muros del Piso 1, Bloque 1 .....	67
Tabla 72. Control de fisuración de muros del Piso 1, Bloque 2 .....	68
Tabla 62. Verificación por corte en muros, Bloque 1 .....	69
Tabla 63. Verificación por corte en muros, Bloque 2 .....	69
Tabla 64. Deformación de pórticos, Bloque 1 .....	70
Tabla 65. Reporte de cortantes en columnas corta, Piso 1 - Bloque 1 .....	71
Tabla 66. Reporte de cortantes en columnas corta, Piso 2 - Bloque 1 .....	71
Tabla 67. Reporte de cortantes en columnas corta, Piso 1 - Bloque 1 .....	73
Tabla 68. Reporte de cortantes en columnas corta, Piso 2 - Bloque 1 .....	73
Tabla 64. Falla por aplastamiento – Bloque 1, Piso 1 .....	79
Tabla 65. Falla por aplastamiento – Bloque 1, Piso 2 .....	79
Tabla 66. Falla por tracción diagonal – Bloque 1, Piso 1 .....	80
Tabla 67. Falla por tracción diagonal – Bloque 1, Piso 2 .....	80
Tabla 68. Falla por cizalle – Bloque 1, Piso 1 .....	81
Tabla 69. Falla por cizalle – Bloque 1, Piso 2 .....	81
Tabla 70. Falla por aplastamiento – Bloque 2, Piso 1 .....	85
Tabla 71. Falla por aplastamiento – Bloque 2, Piso 2 .....	85
Tabla 72. Falla por tracción diagonal – Bloque 2, Piso 1 .....	86
Tabla 73. Falla por tracción diagonal – Bloque 2, Piso 2 .....	86
Tabla 74. Falla por cizalle – Bloque 2, Piso 1 .....	87
Tabla 75. Falla por cizalle – Bloque 2, Piso 2 .....	87
Tabla 81. Deriva del bloque 1 reforzado, análisis estático “x” .....	91
Tabla 82. Deriva del bloque 1 reforzado, análisis estático “x” .....	91
Tabla 83. Longitud arriostrada, dirección de análisis “x” .....	93
Tabla 84. Longitud arriostrada, dirección de análisis “y” .....	93
Tabla 100. Solicitaciones de carga Columna T- 01 .....	94
Tabla 86. Diagrama de interacción 90° y 270°, Columna T- 01 – dirección “x” – bloque 1 .....	97
Tabla 110. Diagrama de interacción 90° y 270°, Columna T- 01 – dirección “y”- bloque 2 .....	98
Tabla 83. Longitud arriostrada, dirección de análisis “x” .....	100
Tabla 84. Longitud arriostrada, dirección de análisis “y” .....	100
Tabla 100. Solicitaciones de carga Columna T- 01 .....	101
Tabla 91. Diagrama de interacción 90° y 270°, Columna T- 01 – dirección “x” – bloque 2 .....	104
Tabla 92. Diagrama de interacción 90° y 270°, Columna T- 01 – dirección “y”- bloque 2 .....	105

## Índice de figuras

Figura 1. Pabellón A, bloque 1 y 2 .....	3
Figura 1 Efecto de Columna corta.....	10
Figura 2 Modificación del estado de tensiones y deformaciones en la columna.....	11
Figura 2 En a) se indica el tabique sustituido por el puntal equivalente y en b) indica como es el comportamiento de los tabiques ante cargas sísmicas como puntal equivalente, con los muros en conexión con el pórtico en las esquinas opuestas del puntal, y en otras separaciones. Adaptado de “interacción tabique de albañilería-estructura aporricada”, por (San Bartolomé, 2005). .....	14
Figura 5. Ficha de reporte para Índice de Rebote .....	21
Figura 6. herramientas de recolección de datos.....	22
Figura 7. Ubicación I.E. N°40230 I .....	33
Figura 8. Bloque 1, Piso 1 y 2 .....	34
Figura 9. Bloque 1, Elevaciones .....	35
Figura 10. Bloque 1, Cortes .....	35
Figura 11. Bloque 2, Piso 1 y 2 .....	36
Figura 12. Bloque 2, Elevaciones .....	36
Figura 13. Bloque 2, Cortes .....	37
Figura 16. Pabellón A, Bloque 01.....	37
Figura 15. Pabellón A, Bloque 02.....	38
Figura 16. Arranque de acero en columna de confinamiento Bloque 1 .....	39
Figura 17. Arranque de acero interior en columna de pórtico Bloque 1 .....	39
Figura 18. Arranque de acero exterior en columna de pórtico Bloque 1 .....	40
Figura 19. Arranque de acero en columna de confinamiento intermedia Bloque 1 .....	40
Figura 20. Distribución de columnas en planta – Bloque 1, Piso 1 .....	41
Figura 21. Distribución de columnas en planta – Bloque 1, Piso 2.....	41
Figura 22. Secciones transversales de columnas, Piso 1 - Bloque 1 .....	42
Figura 23 Secciones transversales de columnas, Piso 2 - Bloque 1 .....	42
Figura 24. Secciones transversales de vigas Piso 1, Bloque 1 .....	42
Figura 25. Secciones transversales de vigas Piso 2, Bloque 1 .....	43
Figura 26. Arranques de columnas existentes Bloque 2 .....	43
Figura 27. Arranque de acero en columna de confinamiento Bloque 2 .....	44
Figura 28. Arranque de acero interior en columna de pórtico Bloque 2.....	44
Figura 29. Arranque de acero exterior en columna de pórtico Bloque 2.....	45
Figura 30. Arranque de acero en columna de confinamiento intermedia Bloque 2.....	45
Figura 31. Distribución de columnas en planta – Bloque 2, Piso 1 .....	46
Figura 32. Distribución de columnas en planta –Bloque 2, Piso 2.....	46
Figura 33. Secciones transversales de columnas, Piso 1 - Bloque 2 .....	47
Figura 34. Secciones transversales de columnas, Piso 2 - Bloque 2 .....	47
Figura 35. Secciones transversales de vigas Piso 1, Bloque 2 .....	47
Figura 36. Secciones transversales de vigas Piso 2, Bloque 2 .....	48
Figura 37. Ubicación de elementos ensayados Bloque 1 Piso 1 .....	49
Figura 38. Ubicación de elementos ensayados Bloque 1 Piso 2.....	49
Figura 39. Ubicación de elementos ensayados Bloque 2, Piso 1 .....	51
Figura 40. Ubicación de elementos ensayados Bloque 2, Piso 2 .....	52
Figura 41. Límites para el desplazamiento de entrepiso. ....	58
Figura 42. Desplazamientos absolutos y relativos, sismo estático “x”, Bloque 1 .....	59

Figura 43. Desplazamientos absolutos y relativos, sismo estático “y”, Bloque 1 .....	59
Figura 44. Distorsión de Entrepiso Bloque 1, sismo estático “x” .....	60
Figura 45. Distorsión de Entrepiso Bloque 1, sismo estático “y” .....	61
Figura 46. Desplazamientos absolutos y relativos, sismo estático “x”, Bloque 2 .....	62
Figura 47. Desplazamientos absolutos y relativos, sismo estático “y”, Bloque 1 .....	62
Figura 48. Distorsión de Entrepiso Bloque 1, sismo estático “x” .....	63
Figura 49. Distorsión de Entrepiso Bloque 2, sismo estático “y” .....	64
Figura 50. Modelado de muros en albañilería Bloque 1 .....	65
Figura 51. Modelado de muros en albañilería Bloque 2 .....	66
Figura 52. Deformada Dx, eje B - Bloque 1 .....	70
Figura 53. Deformada Dx, eje D - Bloque 1 .....	71
Figura 54. Diagrama de cortante SDxx, eje 3B - Bloque 1 .....	72
Figura 55. Diagrama de cortante SDxx, eje 3D - Bloque 1 .....	72
Figura 56. Diagrama de cortante SDxx, eje 3F - Bloque 1 .....	73
Figura 57. Diagrama de cortante SDxx, eje 3B - Bloque 2 .....	74
Figura 58. Diagrama de cortante SDxx, eje 3C - Bloque 2 .....	74
Figura 59. Diagrama de cortante SDxx, eje 3D - Bloque 2 .....	75
Figura 52 Modelo con puntal de bloque 1 .....	76
Figura 53 Diagrama axial en muros del bloque 1, (puntal diagonal de albañilería) .....	76
Figura 54 Diagrama axial en muros del bloque 1, (puntal diagonal de albañilería) – Eje A .....	77
Figura 55 Diagrama axial en muros del bloque 1, (puntal diagonal de albañilería) – Eje C .....	78
Figura 56 Diagrama axial en muros del bloque 1, (puntal diagonal de albañilería) – Eje E .....	78
Figura 57 Diagrama axial en muros del bloque 1, (puntal diagonal de albañilería) – Eje G .....	79
Figura 58 Modelo con puntal de bloque 2 .....	82
Figura 59 Diagrama axial en muros del bloque 2, (puntal diagonal de albañilería) .....	83
Figura 60 Diagrama axial en muros del bloque 2, (puntal diagonal de albañilería) – Eje A .....	83
Figura 61 Diagrama axial en muros del bloque 2, (puntal diagonal de albañilería) – Eje C .....	84
Figura 62 Diagrama axial en muros del bloque 2, (puntal diagonal de albañilería) – Eje E .....	84
Figura 57 Diagrama axial en muros del bloque 1, (puntal diagonal de albañilería) – Eje G .....	85
Figura 72 Columna corta en bloque 2 (vista frontal) .....	88
Figura 73 Columna corta en bloque 1 (vista interior) .....	88
Figura 74 Reporte grafico de desplazamientos, bloque 1 reforzado .....	90
Figura 75 Reporte grafico de desplazamientos, bloque 2 reforzado .....	90
Figura 76. Distorsión de Entrepiso del bloque 1 rehabilitado, sismo estático “x” .....	92
Figura 77. Distorsión de Entrepiso del bloque 2 rehabilitado, sismo estático “x” .....	92
Figura 78 Diagrama de interacción Columna T- 01 – dirección “x”- bloque 1 .....	99
Figura 79 Diagrama de interacción Columna T- 01 – dirección “y”- bloque 1 .....	99
Figura 80 Diagrama de interacción Columna T- 01 – dirección “x”- bloque 2 .....	106
Figura 81 Diagrama de interacción Columna T- 01 – dirección “y”- bloque 2 .....	107

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1 Problema de la investigación**

Durante las últimas décadas, los movimientos sísmicos han seguido provocando colapsos y agravios irremediables en las construcciones de concreto armado, a pesar de que hasta la actualidad existen avances significativos en la investigación y la ciencia del diseño resistentes a los terremotos. Después de múltiples investigaciones, se encontró que principalmente estas fallas son por errores de diseño conceptual y malos procesos constructivos. La causa más frecuente de estas fallas son los efectos de suelos sueltos, las fallas entre elementos de vigas resistentes con columnas frágiles, por torsión, falla de columnas cortas, entre otras (San Bartolomé, 2005). El origen más común del derrumbe de las edificaciones es la falla por piso flexible o blando; Durante el movimiento sísmico de Turquía, de 1215 edificios de hormigón armado, 725 resultaron dañados por pisos blandos (Jara, Hernández, Olmos, Martínez y Roa-García, 2020).

En el Perú por efectos de aquellos sismos que se dieron entre los años 1966, 1970, 2001 y 2007, la mayoría de instituciones educativas como colegios fueron perjudicadas principalmente debido a la acción entre las columnas y las mamposterías de ladrillo donde se forman los vanos (ventanas altas) el cual se conoce como columna corta.

Los efectos de columna corta es una particularidad en las construcciones de edificaciones educativas y se presenta en las mamposterías que se ubican en las fachadas de las aulas, esta falla se presenta cuando carecen de una junta entre los muros tabique y las columnas que en marcan y forman el pórtico estructural.

Cuando se produce el movimiento sísmico el elemento losa arrastra a la columna llevándola a chocar con la parte superior del alfeizar y al ser este más rígido que la columna genera un cambio en su sección ocasionando la falla por corte. Cuando llega a disminuir toda su rigidez la columna corta finalmente llega a comprimirse por las cargas verticales que se vuelven excéntricas por el desplazamiento lateral.

Asimismo, la calidad de los materiales y un inadecuado análisis y diseño sísmico, conllevan a generar un índice de vulnerabilidad que a la larga se refleja el deterioro y fragilidad de la estructura.

En unos de los últimos terremotos ocurridos en el Perú, exactamente en el de Pisco del año 2007, los colegios que se han construido respetando las especificaciones puntuales que nos da norma peruana de diseño sismo resistente no fueron afectadas ni sufrieron daños estructurales a grandes escalas, en cambio para aquellas construcciones educativas que se realizaron antes del año 1997 si se vieron afectadas por severos daños estructurales.

Actualmente, para realizar un análisis sísmico teniendo en cuenta los efectos de muros de mampostería en estructuras de cualquier sistema de concreto, se puede hacer utilizando modelos micro y macro modelos. Para los modelos micro solo se analiza a la sección separada pero conectada por juntas y en los macro modelos solo se hace un análisis macroscópico de la taquería modelándola como un solo elemento separadas por juntas. Cuando se realiza el análisis de micro modelos es común utilizar el método de elementos finitos, en macro modelos se utiliza un puntal equivalente, donde sustituyen al tabique por un puntal diagonal equivalente donde su área transversal es el resultado del espesor del muro y el ancho efectivo del puntal equivalente. Realizar un análisis empleando el micro modelo es más preciso en los resultados y proporciona más especificaciones sobre el comportamiento estructural de las secciones de tabiquería, cabe resaltar que debido al costo computacional y al tiempo requerido para realizar el modelo se hace menos interesante para utilizar este método. Esta visualización no lleva a utilizar el método del puntal equivalente porque es llamativo por su sencillez. No obstante, hay autores que indican que los diferentes anchos efectivos del puntal equivalente normalmente se desvían del desempeño real del muro de tabiquería. Por tanto en esta investigación analizaremos la interacción T-P mediante el procedimiento de los elementos finitos utilizando un análisis con un puntal equivalente interactuando con los diferentes anchos efectivos que han propuesto diferentes autores, con esto buscamos llegar a una respuesta de comportamiento real de la tabiquería, asimismo analizaremos las variables más influyentes de un pórtico en el ancho del puntal equivalente, finalmente estudiar dos estructuras teniendo en cuenta la

interacción T-P utilizando el método de modos de respuesta (modal espectral) y con datos de acelerógrafo como tiempo historia, para poder tener en cuenta toda la importancia que tiene modelar y analizar una estructura considerando la tabiquería.

Así mismo se formuló el siguiente enunciado del problema: ¿Cuál es el resultado de la evaluación debido a los efectos de interacción tabique-pórtico y columna corta en los pabellones de la IE 40230 “San Antonio del Pedregal”, ubicado en el distrito de Majes, provincia de Caylloma, Arequipa.

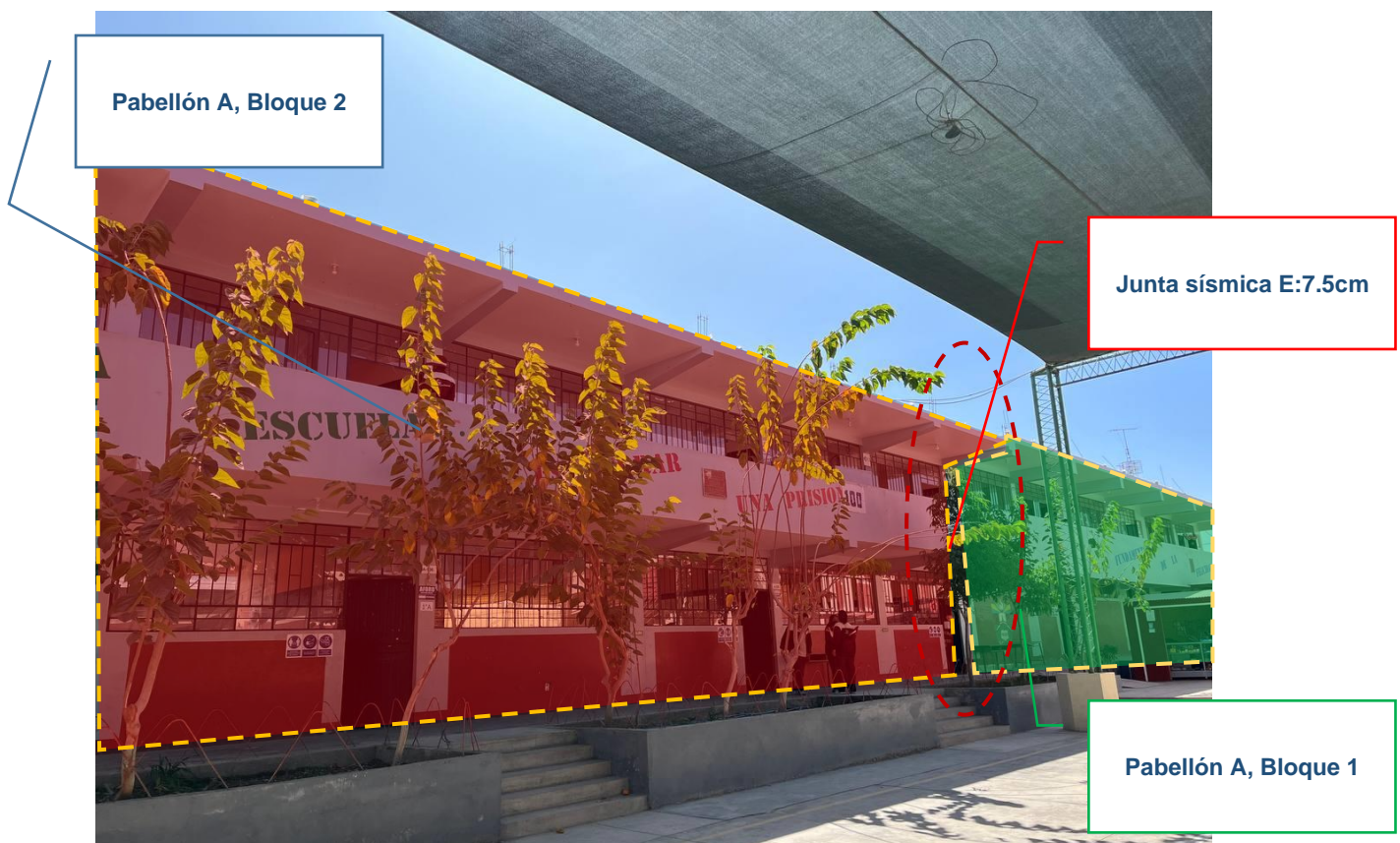


Figura 1. Pabellón A, bloque 1 y 2  
Fuente: Propia

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 Objetivo General:

Evaluar los efectos de interacción tabique-pórtico y columna corta en los Pabellones de la I.E. 40230 San Antonio del Pedregal ubicado en el distrito de Majes, Provincia de Caylloma, Arequipa.



### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Determinar las características geométricas y propiedades mecánicas de los Pabellones de la I.E. 40230 “San Antonio del Pedregal, ubicado en el Distrito de Majes, Provincia de Caylloma, Arequipa.
- Verificar las distorsiones de entrepiso para los Pabellones de la I.E. 40230 San Antonio del Pedregal, ubicado en el Distrito de Majes, Provincia de Caylloma, Arequipa.
- Verificar el cumplimiento de la resistencia al corte de los Pabellones de la I.E. 40230 “San Antonio del Pedregal”., ubicado en el Distrito de Majes, Provincia de Caylloma, Arequipa.
- Determinar las deformaciones de pórticos debido a los tabiques arriostrados.
- Determinar los tipos de falla asociada a los tabiques en los Pabellones de la I.E. 40230 San Antonio del Pedregal, ubicado en el Distrito de Majes, Provincia de Caylloma, Arequipa.
- Proponer una alternativa de reforzamiento estructural en los Pabellones de la I.E. 40230 San Antonio del Pedregal, ubicado en el Distrito de Majes, Provincia de Caylloma, Arequipa.

### **1.3 Justificación del estudio**

- Muchos edificios en Perú no fueron diseñados teniendo en cuenta las interacciones T.P y, por lo tanto, no fueron diseñados para ser resistentes a los terremotos, así como paso en el terremoto de Pisco de agosto de 2007, como se encuentra en el estudio (Kim & Kwon, 2010)
- En la Norma Peruana no tenemos orientación de como modelar y estudiar la interacción de los muros de pórticos.
- Se analiza la variable más importante en el ancho efectivo del puntal equivalente.
- Se ha propuesto el ancho efectivo del puntal equivalente y se investiga si, entre los diferentes autores, el ancho efectivo es el que más se acerca al comportamiento real del tabique
- Esta tesis aspira a realizar una primera iniciación a la NTP para el análisis de la interacción T-P.
- Evidenciar que algunas edificaciones fallarán en caso de un terremoto raro.

## **II. MARCO DE REFERENCIA**

### **2.1 Antecedentes del estudio**

#### **2.1.1 Antecedentes Nacionales**

**ANCEVALLE ÑUFLO, Rolando Rogelio y CORONEL ESPINOZA, Erick Brayner (2021)** [análisis] “la influencia de la tabiquería en edificios de hormigón armado, teniendo como objetivo la modelación del edificio sin tabiques, con tabiques por medio de NTP y Mainstone, y otro con tabiques por medio de la NTP pero con un análisis sísmico tiempo-historia lineal, [...] concluyendo que si bien se puede afirmar que la adición de los tabiques aporta una rigidez inicial considerable, es necesario realizar el análisis tiempo-historia lineal ya que la verificación de resistencia de puntal diagonal no se cumple por parte de los tabiques frente a un sismo registrado, [...] es decir, el tabique se desgasta rápidamente en el segundo 20.30 por lo que después de este lapso no brinda rigidez ni sus efectos. [...] Por ello, se debe hacer un análisis sísmico alterno en el cual estén presentes los aportes del tabique aparte del modelo que usualmente se utiliza donde se considera los tabiques aislados, puesto que se vuelve nulo su aporte luego de un intervalo; [...] con el fin de evaluar la disminución de la rigidez y, por lo tanto, el incremento de las fuerzas internas de los elementos estructurales” (Ancevalle Ñuflo, y otros, 2021)

**ANAYA SALDAÑA, Christian y ASECIO HUAMANCHAY, Medali (2021)**, [análisis] “dos edificaciones aporricadas teniendo en cuenta los efectos de la interacción T-P mediante el método del puntal equivalente, teniendo como objetivo estudiar con un modelo matemático basado en el método de elementos finitos las variables que resaltan en el ancho efectivo del puntal equivalente y proponer un ancho efectivo, concluyendo que la variable que más influye es la longitud diagonal del pórtico. [...] En segundo lugar, influye el peralte de las columnas, y la variable que menos influye es el peralte de las columnas. [...] Se esperaba que el análisis considerando la interacción tabique pórtico sea más conservador al momento de evaluar las irregularidades, sin embargo, al analizar la irregularidad por torsión se observó que algunas veces, al disminuir los desplazamientos laterales en el análisis con puntales equivalentes, la estructura se vuelve regular al no superar el 50% de la deriva máxima. [...] Esta situación se observó en la estructura 1 rígida, la cual era irregular a la torsión originalmente en el eje X, pero al realizar el análisis con la ITP se volvió regular. Pero al analizar

al eje Y, el análisis considerando la ITP sí era más conservador pues se encontró irregularidad por torsión. [...] Por esta razón se concluye que el análisis de la irregularidad por torsión es conservador en algunas veces y no conservador en otras sobre todo en estructuras cuya deriva máxima es cercana y mayor a 3.5 x 10<sup>-3</sup>.” (Asencio Huamanchay, y otros, 2021)

**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 con un desplazamiento de techo de 50,85 mm y una deformación de 0,55 %, la inestabilidad estructural está cerca del colapso y el porcentaje de daño supera el 79,25 %. Con respecto a la **recomendación**, se debe implementar componentes de gestión del riesgo en proyectos públicos, así como en proyectos privados.

### **2.1.2 Antecedentes Internacionales**

**Hernández, 2016** concluyó con su estudio: Vulnerabilidad sísmica de las edificaciones del campus Mocambo de la Universidad Veracruzana que el modelo estructural propuesto en su estudio es el más cercano a la estructura real, ya que los resultados obtenidos por métodos analíticos y experimentales Asimismo, Garantiza el menor error por ello los periodos tiene mucha concordancia, obteniendo de esta manera los parámetros requeridos para aplicar el procedimiento de cálculo de la vulnerabilidad sísmica, Además, en el presente modelo se consideró que todos los muros (media altura y plena) están relacionadas a la estructura, por ende, durante los ensayos de vibraciones ambientales, permitió suponer que durante el proceso de construcción no se

consideró mejorar o remodelar los muros anteriores, de tal manera que estos malos modelamientos puedan causar daños en la estructura cuando se ven sometidas a sismos.

**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.

## 2.2 Marco teórico

### 2.2.1 Sismo

Según (Kuroiwa, 2002) Nos define al sismo como la vibración de la capa de suelo terrestre ocasionada por diversos fenómenos, como pueden ser la actividad volcánica, las explosiones, el desprendimiento de cavernas subterráneas, etc. Además, se entiende de que los sismos catalogados como severos e importantes, sismológicamente hablando, tienen una formación tectónica, que son producto de elevados movimientos de las placas tectónicas en las que está conformada dicha capa, tal y como se denota en la Ilustración N°1.

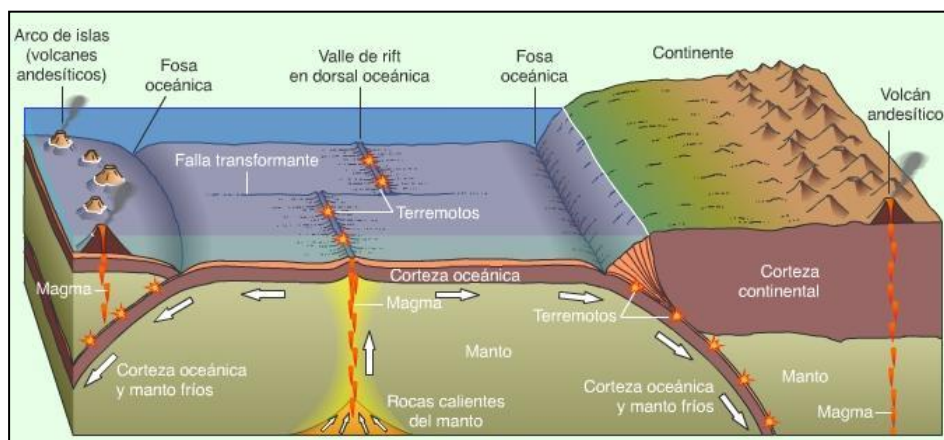


Ilustración 1 Placas tectónicas Nazca & Sudamericana  
Fuente: Kuroiwa 2012

### 2.2.2 Peligro sísmico

Según (Bommer, y otros, 1997) Nos dice que la intensidad es un desplazamiento sísmico en un determinado lugar y tiempo. Se incluyen también algunos efectos secundarios que pueda generar el mismo evento sísmico, como son los deslizamientos, licuefacciones de suelos y asentamientos.

### 2.2.3 Vulnerabilidad sísmica

Según (Yépez, 2005), es el grado de pérdida o daño que va sufrir una estructura ante un movimiento traslacional y rotacional sísmico del terreno a una magnitud determinada.

Asimismo, comprendemos por vulnerabilidad al riesgo de que una determinada construcción se vea perjudicada por un sismo reiterado o raro ya que cada una de ellas cuenta con rasgos específicos. Las estructuras comunes se catalogan como:

- a) Las más vulnerables.
- b) Las menos vulnerables.

Una estructura se considera frágil, no necesariamente a estar en peligro sino está ubicado en un área con amenaza de sismo (Vizconde 2004).

#### **2.2.4 Clases de vulnerabilidad**

##### **a. Vulnerabilidad estructural**

Se refiere al nivel de daños que puede ocasionar un sismo a los elementos principales que conforman una edificación.

##### **b. Vulnerabilidad no estructural**

Se refiere a los daños que puedan ser causados a aquellos elementos que no conforman a los elementos principales como daños de equipos, daños de piezas arquitectónicas, etc.

#### **2.2.5 Sistema Estructural en Albañilería Confinada**

Este es el sistema estructural es empleado de manera tradicional en casi todos los países de Latinoamérica, donde la norma solo nos permite la construcción de edificios de hasta 5 plantas. “La mampostería Confinada va acompañada por elementos de concreto armado llenados después de construir el muro de tabiquería, para su conexión se puede emplear dentada entre la mampostería y columnas” (SAN BARTOLOME, 1994 pág. 12).

#### **2.2.6 Sistema Estructural de Pórticos**

En este sistema estructural tradicional está conformado por elemento verticales y horizontales alineados que absorben las cargas transmitidas por las losas.

#### **2.2.7 Efecto de Columna Corta**

Se define como un impedimento parcial del desplazamiento horizontal de la columna, en el cual se concentran todas las demandas de deformación y tensión en su parte libre. [...] La mayoría de las veces, la pared no cubre toda la altura, sino que deja espacio para una ventana. También se le conoce como efecto ventana o columna cautiva (Figura 1). (BEAUPERTHUY U., y otros, 2015 pág. 2).

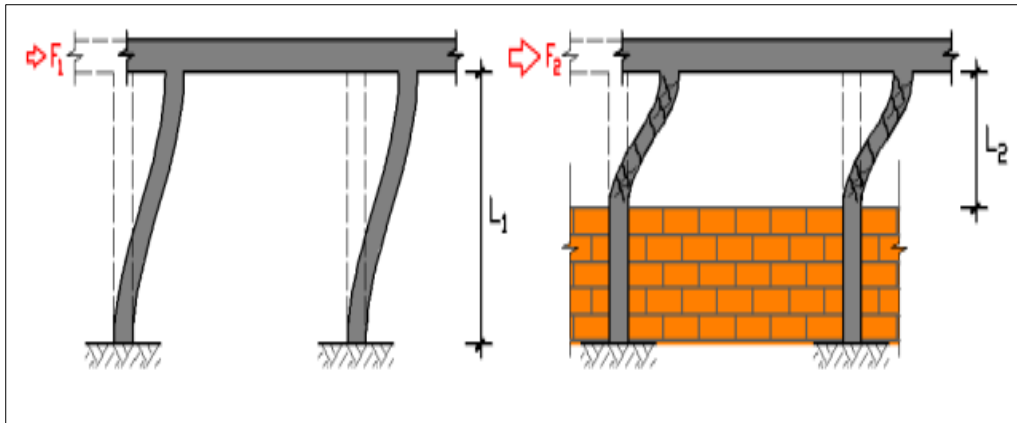


Figura 2 Efecto de Columna corta

## 2.2.8 Consecuencias sobre el Sistema Estructural:

### a. Efectos Locales:

Según Beuperthuy U (2015):

El efecto columna corta provoca un cambio local de la repartición de esfuerzos y deformaciones de los elementos estructurales afectados. Posteriormente, se comentan las figuras más importantes (ver también Figura). [...] Para simplificar el análisis y el ejemplo que se da a continuación, asumimos que la viga tiene rigidez y resistencia interminable, sin embargo, el estudio y los resultados pueden deducir a las condiciones más generales, considerando la flexibilidad y la capacidad portante de la viga. (BEAUPERTHUY U., y otros, 2015 pág. 2)

### b. Aumento del cortante:

Para poder establecer el equilibrio mecánico en una columna, el esfuerzo cortante ( $V$ ) es igual a la total de los momentos ( $M$ ), y este es indirectamente proporcional a la altura libre ( $L$ ), que se puede denominar como la fórmula donde el esfuerzo cortante es igual a la suma de los momentos entre la luz libre ( $V = \sum M/L$ ). “Si iniciamos de la base con una conducta dúctil Inicialmente, el momento máximo de fluencia del acero ( $M_y$ ) se alcanzará al final de la columna, restringiendo el cortante máximo ( $V M_y$ ) que se puede desarrollar” (BEAUPERTHUY U., y otros, 2015 pág. 3).

Ductilidad reducida: Se conoce por ductilidad ( $D$ ) la capacidad de un elemento o sistema estructural para deformarse inelásticamente de forma alterna y estable. Una forma de cuantificarlo a través de la relación entre la deriva del límite ( $\Delta u$ ) y la deriva del rendimiento ( $\Delta y$ ), es decir:  $D = \Delta u / \Delta y$ . (BEAUPERTHUY U., y otros, 2015 pág. 3)

Su ductilidad también se reduce significativamente ya que los esfuerzos máximos de flexión y de corte se transfieren a la región central menos restringida de la columna. Incluso si toda la columna está bien confinada, el aumento de la tensión reducirá la ductilidad de nominal al caso extremo de falla por cortante frágil antes de que se desarrolle la fluencia por compresión por flexión, en cuyo punto la ductilidad no existirá. (BEAUPERTHUY U., y otros, 2015 pág. 3)

**c. Aumento de la rigidez:**

La rigidez es la cualidad que asocia la deformación con los esfuerzos que se presentan en un material o sistema estructural.

Si se considera, el aumento de la rigidez es resultado más importante del efecto de columna corta, porque de acuerdo con la relación cúbica, su efecto es tan grande que el esfuerzo práctico máximo se alcanzará en una deriva muy por debajo de la columna en toda su altura. La posición es grave si se tiene en cuenta no solo el talón sino también la estructura como un sistema, del que se hablará más adelante. (BEAUPERTHUY U., y otros, 2015 pág. 4)

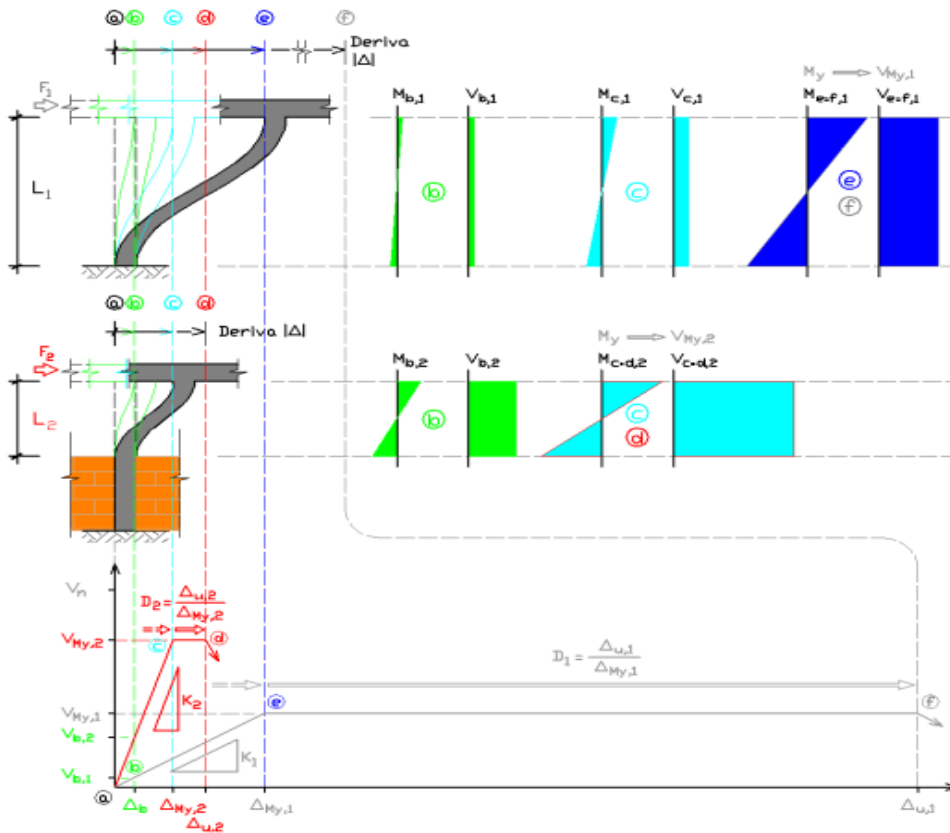


Figura 3 Modificación del estado de tensiones y deformaciones en la columna.



#### **d. Determinación de Desplazamientos Laterales.**

Para determinar los desplazamientos de las edificaciones se calculan multiplicando los resultados lineales elásticos por 0.75R cuando la configuración estructural es regular y 0.85R cuando es irregular, de esta manera podemos obtener los resultados lineales elásticos como nos especifica los requisitos en la norma. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2018).

<b>LÍMITES MÁXIMOS PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO</b>	
<b>Material</b>	<b>(<math>\Delta_i / h_{ei}</math>)</b>
Material en Concreto Armado	0,007
Material en Acero	0,010
Material en Albañilería	0,005
Material en Madera	0,010

Tabla 1 Desplazamientos Laterales Relativos Admisibles  
Fuente: Norma E.030 RNE

“Los términos para proceder al sistema de uso industrial son implementados por el diseñador, teniendo en cuenta, que no exceden el doble de la valorización de esta tabla” (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2018 pág. 40).

#### **e. Interacción tabique pórtico (ITP)**

Es el efecto que el muro de relleno (elementos no estructurales) tiene sobre el marco circundante cuando se someten a las cargas lateral del edificio. [...] En otros casos no se considera el efecto del tabique porque existe una separación entre este y el elemento estructural, lo que permitirá que los elementos estructurales se deformen libremente. Sin embargo, a menudo, los trabajadores llenan estos espacios con un mortero, o simplemente no hay espacio mínimo requerido. (Asencio Huamanchay, y otros, 2021 pág. 38)

[...] Desde la década de 1950, cuando se comenzaron a estudiar la interacción T-P, diversos estudios han demostrado que el efecto de los muros en el desempeño sísmico de los edificios es significativo. [...] Uno de sus efectos es reducir los modos de vibrar del edificio, ya que cuando se analiza una estructura sin tabiquería tiene periodos de vibración mayores que una estructura analizada con tabiquería. [...] Además, los tabiques brindan rigidez lateral adicional a cada

piso del edificio, lo que puede desencadenar varios comportamientos típicos de las configuraciones estructurales, que pueden llegar a tener fallas de irregularidades en planta y altura como piso blando, torsión en planta y fallas de columnas. [...] Dado que el tabique se comporta de manera similar a un puntal inclinado ante la deformación lateral del pórtico, se ha propuesto realizar los modelos matemáticos para estudiar la mampostería con el puntal. Stafford Smith (1966) unos de los primeros en realizar este método de análisis, que resultó ser el más interesante por su practicidad, ya que anteriormente se proponía el método de los elementos finitos, aunque más preciso, pero resultaron ser muchos. (Asencio Huamanchay, y otros, 2021 pág. 38).

- **Modelo macro**

El macro modelado es un método para modelar tabiques, considerando sus componentes como ladrillos, mortero de contención y mortero en la interfaz de una pared divisoria enmarcada como elementos continuos. [...] Al tratarse de un prototipo donde su estudio es abreviado, no considera fenómenos relacionados a la conducta de los tabiques, como desperfecto por deslizamiento de juntas, fisuras, fallas por tracción, etc.

[...] Los métodos utilizados en el modelo macro brindan un resultado global sobre la conducta de la estructura, es decir, algunas regiones específicas no pueden ser analizadas en detalle. [...] Se define como macro modelado al método donde se puede simular una respuesta de la mampostería a través de puntales de compresión diagonales equivalentes. [...] Las ventajas más resaltantes es que su forma de modelar es simple, tiene parámetros reducidos para el control de calibración y tiene un buen comportamiento en general. (Asencio Huamanchay, y otros, 2021 pág. 38)

- **Método del puntal equivalente:**

Aquí el muro opta un comportamiento de una columna inclinada el cual soporta cargas laterales. [...] De esta forma, podemos plantear en el modelo a la mampostería como un puntal inclinado con un ancho efectivo de "a", como se visualiza en la Figura 4 a). [...] La situación crítica con este enfoque es poder hallar el ancho efectivo cuyo proceder es más cercano al muro, ya que muchos autores han propuesto varias expresiones que tienen en cuenta variables y muchas respuestas. [...] La limitación que nos presenta el modelo del puntal

equivalente es su escasez para representar los momentos de flexión y las fuerzas de corte

de una manera real. [...] Por lo tanto, el modelo no toma en cuenta los fenómenos de efectos de columnas cortas o grandes deformaciones locales por cortante de las láminas de las columnas cerca de las juntas del pórtico. [...]

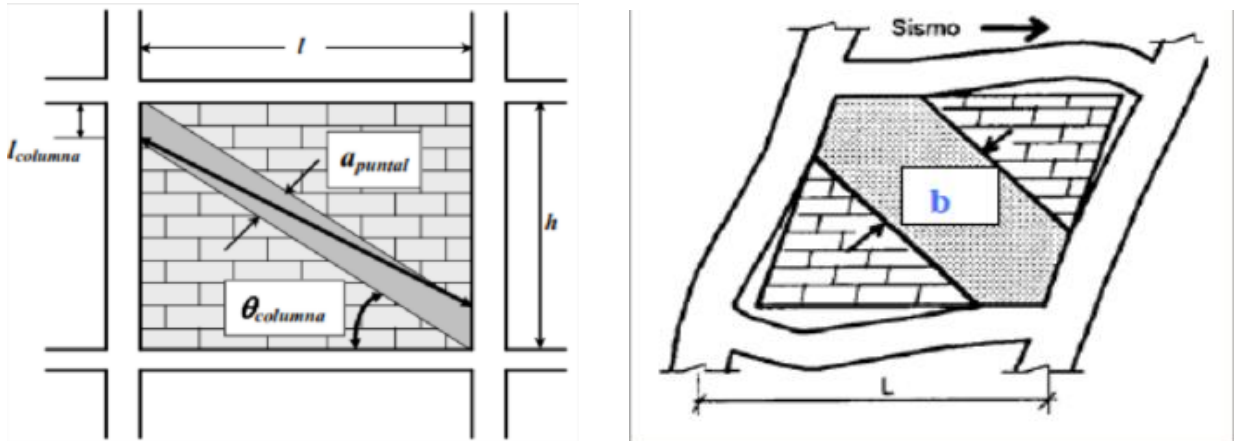


Figura 4 En a) se indica el tabique sustituido por el puntal equivalente y en b) indica como es el comportamiento de los tabiques ante cargas sísmicas como puntal equivalente, con los muros en conexión con el pórtico en las esquinas opuestas del puntal, y en otras separaciones. Adaptado de "interacción tabique de albañilería-estructura aporricada", por (San Bartolomé, 2005).

## f. Revisión de Normas Internacionales

### **Normas técnicas complementarias para diseño por sismo (México):**

En cuanto a la interacción T-P, las Normas Sísmicas Mexicanas consideran dos tipos de tabiques: los que aportan rigidez lateral y los que no tienen rigidez lateral. [...] En primer lugar, señala que la rigidez lateral de los muros debe tenerse en cuenta en los modelos de análisis estructural, y que la resistencia de estos muros a las fuerzas laterales no se tiene en cuenta salvo que estén hechos de piezas sólidas. [...] Los componentes del marco deben soportar las fuerzas causadas por los tabiques para que los miembros estructurales no experimenten desperfectos inducidas por los muros. [...] En el segundo caso, donde los tabiques no contribuyen con la rigidez lateral de un pórtico, esta norma advierte que los muros deben ser de un material dúctil y contar con un cierto espaciamiento, de tal manera que no estén restringidos, además estas paredes deben instalarse para evitar el vuelco debido a las fuerzas perpendiculares a su plano. (Asencio Huamanchay, y otros, 2021 pág. 43)

### **Norma Chilena Oficial – Diseño sísmico de edificios:**

Considera dos tipos de diafragmas, contribuyentes y no contribuyentes de rigidez lateral, denominados diafragmas integrales y flotantes, respectivamente. [...] Establece que en el modelo de análisis sísmico se debe considerar las paredes sólidas, a menos que el desplazamiento lateral este por debajo a  $0.001H$  ( $H$  es la altura del entrepiso). [...] Los muros deberán soportar las deformaciones laterales del cada entrepiso amplificadas ( $R \cdot k_d/3$ ) sin dañarse. [...] sobre el diafragma flotante, la distancia entre el marco y el diafragma tendría que ser mayor o igual a la deformación lateral amplificada  $R \cdot k_d/3$ . Se deben instalar paredes flotantes para evitar que vuelque. (Asencio Huamanchay, y otros, 2021 pág. 44)

### **Norma técnica para la construcción (Italia) – Capítulo 7:**

Clasifica a los elementos estructurales en estructurales de primer orden, de segundo orden y no estructurales. [...] Los elementos estructurales de primer orden son los que se diseñan para soportar todas aquellas cargas gravitatorias y laterales, mientras tanto los elementos estructurales de segundo orden resisten únicamente cargas gravitatorias. [...] También, separa los elementos en disipativos y no disipativos. Lo primero están diseñados para rangos elásticos y lo segundo están diseñados para comportamiento dúctil. [...] Para interacciones T-P, esta regla generalmente establece que “Los componentes no disipativos de las estructuras disipativas y las conexiones entre las partes disipativas y el resto de la estructura tiene que tener la capacidad para permitir el desarrollo de polarización periódica de las partes dispersas”, por esto los componentes estructurales dispersos, deben tener un libre espacio para ser capaz de deformarse libremente al entrar en la tira de plástico del portador periódico [...]; ; De manera específica, establece que si los tabiques están diseñados para cooperar con cargas sísmicas con el sistema estructural, deben diseñarse de acuerdo con la documentación instalada. [...] Luego, en cuanto al tabique no cooperativo, mencionó que solo debe ser considerado en la modelación numérica considerando su masa, dureza y resistencia a menos que afecte negativamente a la seguridad. (Asencio Huamanchay, y otros, 2021 pág. 45)

### **Manual FEMA 306 (USA):**

El Manual 306 de FEMA contiene una rama sobre interacciones T-P, que establece que la mejor manera de analizar las interacciones T-P es realizar un análisis exhaustivo a través de pruebas de materiales y métodos de elementos finitos no lineales. [...] No obstante, debido al alto costo, la interacción entre el T-P se puede diseñar utilizando el enfoque de puntal equivalente, pero en base a la extensión de las aberturas y si afectan o no el funcionamiento de la pared. tachuelas [...] Enfatiza que los estándares del ingeniero deben prevalecer en todos los análisis. (Asencio Huamanchay, y otros, 2021 pág. 45)

El manual de FEMA recomienda los siguientes anchos efectivos para puntales equivalentes:

$$a = 0.175x(\lambda_1xh_{col})^{-0.4}x r_{inf} \quad (1.1)$$

[...] Donde “a” determina el espesor,  $r_{inf}$  representa a la longitud diagonal, la rigidez relativa se define como  $\lambda_1 \cdot h_{col}$  es la misma que  $\lambda_h$  de la ecuación original que nos señala Mainstone y todos los criterios que precisan  $\lambda_1$  son los mismos de  $\lambda_h$  (Applied Technology Council, 1998) (Asencio Huamanchay, y otros, 2021 pág. 46)

## **2.3 Marco conceptual**

### **2.3.1 Definiciones de términos básicos**

#### **Sismo:**

Se define al sismo o sacudida repentinas del suelo en la corteza terrestre debido a una fuga inesperada de calor de las placas tectónica o del interior de la tierra. De tal manera, el calor de la tierra es transmitida al exterior a través de ondas que producen el sismo, propagándose por distintas direcciones (Kuroiwa, 2010).

#### **Riesgo sísmico:**

Se define como el posible daño a una estructura determinada por la peligrosidad y fragilidad de la misma (Basurto, 2010).

**Vulnerabilidad sísmica:**

Se refiere a la magnitud del daño que es probable que sufra un edificio en un terremoto, dependiendo de las características de diseño del edificio, la calidad del material y las técnicas de construcción (Kuroiwa, 2010).

**Peligro sísmico:**

Se refiere a aquella posibilidad de que ocurra un movimiento en un período específico, ubicación o área conocida (Basurto, 2010).

**Modelamiento:**

Se define como el desarrollo de caracterización de estructuras y solicitudes de carga a través de programas informáticos.

**Ensayo de esclerometría:**

Se define como un ensayo no destructivo que facilita un resultado estimado de la resistencia a la compresión del hormigón armado (Calavera, 2005).

**Colapso:**

Se refiere a que, en términos estructurales, una edificación pierde rigidez y toda su resistencia original (Muñoz, 2004).

**Escala de Richter:**

Se representa como una energía sísmica que se libera en cada movimiento sísmico que registra datos. Esta escala crece de forma latente, por lo que cada punto puede significar el aumento de 10 veces a más la energía (Díaz, 2015).

**Escala Modificada de Mercalli:**

Esta mide los sismos a través de efectos y daños causados en la estructura y lo que perciben las personas. La intensidad de un mismo sismo reportado en diferentes lugares puede variar, dependiendo de la energía del mismo. (Díaz, 2015).

**2.4 Hipótesis**

El análisis modal espectral y la inclusión de un puntal equivalente en el modelado de los Pabellones de la I.E. 40230 San Antonio del Pedregal, permitirá determinar los efectos de interacción tabique – pórtico y columna corta

## 2.5 Variables e indicadores

### 2.5.1 Variables Independiente

Efectos de interacción tabique – pórtico y columna corta

### 2.5.2 Variable dependiente

Evaluación de 02 Pabellones

**Tabla 2** Operacionalización de variables

Tipo de Variable	Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores
Independiente	Efectos de interacción tabique – pórtico y columna corta	Cuando un tabique no ha sido aislado del pórtico que lo enmarca, ante las acciones sísmicas se producirá la interacción de ambos sistemas. Este efecto incrementa sustancialmente la rigidez lateral del pórtico y puede generar problemas.	Interacción Tabique – Pórtico	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Falla por aplastamiento</li> <li>– Falla por tracción diagonal</li> <li>– Falla por Cizalle</li> <li>– Resistencia última del puntal</li> <li>– Resistencia a compresión axial de albañilería</li> </ul>
			Columna Corta	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Resistencia de elementos estructurales</li> <li>– - Comportamiento sísmico de la estructura</li> </ul>
Dependiente	Evaluación de 02 Pabellones	Evaluación estructural: Consiste en realizar un análisis matemático de la estructura existente ante cargas gravitacionales y cargas sísmicas para determinar el estado actual de estructura.  Configuración estructural: Estructuras de concreto armado (pórticos) y Mampostería (albañilería confinada)	Resistencia a la compresión	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Índice de Rebote</li> <li>– Características geométricas</li> </ul>
			Análisis Modal Espectral	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Resistencia al Corte</li> <li>– Distorsión de entrepiso</li> <li>– Deformación de pórticos</li> </ul>
			Reforzamiento Estructural	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Encamisado de columnas</li> </ul>

Fuente: Elaboración Propia

### III. METODOLOGIA EMPLEADA

#### 3.1 Tipo y nivel de investigación

##### 3.1.1 Tipo de investigación

La presente es una investigación cuantitativa del tipo aplicada. El método es deductivo.

La metodología de la investigación a seguir fue empleo del análisis sísmico con la herramienta del análisis computacional de Etabs V20.1.0 aplicando los procedimientos establecidos por la Norma Peruana E.030.

##### 3.1.2 Nivel de investigación

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

#### 3.2 Población y muestra del estudio

##### 3.2.1 Población

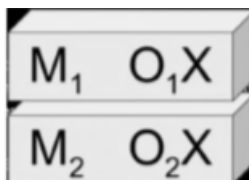
La población es la institución educativa 40230 “San Antonio del Pedregal”, ubicado en el Distrito de Majes, Provincia de Caylloma, Arequipa.

##### 3.2.2 Muestra

Se determinará por intermedio de muestras no probabilístico y de conveniencia (elegido por razones de tiempo, costo y accesibilidad a los ambientes existentes), la muestra se encuentra constituida por 02 Pabellones de dos plantas, situados en la I.E 40230 “San Antonio del Pedregal”, ubicado en el Distrito de Majes, Provincia de Caylloma, Arequipa.

#### 3.3 Diseño de investigación

El diseño de la investigación fue no experimental-transversal. Se recolectó información de dos o más muestras para ver el comportamiento de una variable (VI) y su efecto en otra variable (VD). El diseño no experimental, examina a los fenómenos tal y como se dan en su ámbito natural para después analizarlos, sin manipular la variable en estudio.



M: Muestra

O: Información de muestra

X: Variables



### **3.4 Técnicas e instrumentos de investigación**

Todos los componentes para recopilar, almacenar, analizar y reportar datos sobre el fenómeno bajo investigación representan equipos y recursos. De manera similar, la tecnología actúa como una guía para que los investigadores accedan a los hechos a medida que se toman a través de los procedimientos y recursos para recopilar información.

Estas técnicas son pasos que siguen procedimientos o recursos de recolección de información, que ayudarán a orientar el trabajo para poder entender los hechos y acceder a sus conocimientos, donde podemos captar la información principal (investigación de campo) y secundaria. Información (búsqueda bibliográfica).

- Técnica de la observación, analizar el objeto en estudio, donde el observador (sujeto) examinará algunas de las particularidades de los Pabellones existentes.
- Técnicas de procesamiento de datos, se evaluará el producto de los instrumentos realizados a las edificaciones consideradas.
- Técnica investigación bibliográfica, Se realizó el estudio a través de fuentes bibliográficas con apoyo de revistas de investigación, tesis, artículos científicos similares al presente proyecto.
- Recolección de datos, se llevará a cabo la ejecución del proyecto en relación a los criterios (teoría) del evaluador cumpliendo cada objetivo plasmado en tiempo real.
- Para la investigación, se empleará los instrumentos, a través de ello se recolectará datos o información por medio de fichas de evaluación.

#### **3.4.1 Técnicas e instrumentos de investigación**

Según Sánchez, H y Reyes, C. (2006) definen que “Se utilizan diferentes técnicas de recopilación de datos para recopilar la información necesaria para lograr nuestros objetivos de investigación.” (Reyes Meza, y otros, 2006 pág. 149)

##### **a) Técnicas directas**

Las técnicas directas son métodos que requieren un contacto directo entre el investigador y los objetos u objetos bajo investigación.” (Reyes Meza, y otros, 2006 pág. 149)

**a) Instrumento: Fichas de recolección de datos**

Se anuncia lo siguiente “Son herramientas que nos ayudan a recopilar datos textuales sobre las diversas características de la resistencia del concreto de los elementos estructurales.

Ficha de reporte para índice de rebote

RESISTENCIA DEL HORMIGON IN SITU (ASTM C805) ESCLEROMETRO (MARTILLO DE SHMITH)																													
TESIS: EVALUACION DE DOS PABELLONES CONSIDERANDO LOS EFECTOS DE INTERACCION TABIQUE-PORTICO Y COLUMNA CORTA DE LA I.E. 40230 “SAN ANTONIO DEL PEDREGAL”, UBICADO EN EL DISTRITO DE MAJES, PROVINCIA DE CAYLLOMA, AREQUIPA																													
Ubicación: C.P El Pedregal - Majes - Caylloma - Arequipa																													
Tesisistas: Billy Joe Vásquez Gonzales - Brayan Carlos Sanchez Saavedra																													
Fecha de Ensayo: 20/05/2022																													
DATOS DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL																													
INFRAESTRUCTURA	Bloque 1		UBICACIÓN:																										
Descripción Estructural:		N.º	Punto:																										
MIEMBRO ESTRUCTURAL:																													
N.º	LECTURA ESCLEROMETRO	RESISTENCIA ASOCIADA N/mm2	ESQUEMA DE TOMA DE DATOS																										
1			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>1</td><td></td><td>2</td><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td><td></td><td>5</td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td>7</td><td></td><td>8</td></tr> <tr><td></td><td>9</td><td></td><td>10</td><td></td></tr> <tr><td>11</td><td></td><td>12</td><td></td><td>13</td></tr> </table>		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13
1		2				3																							
	4				5																								
6		7				8																							
	9				10																								
11		12				13																							
2																													
3																													
4																													
5																													
6																													
7																													
8																													
9																													
10																													
11																													
12																													
13																													
		Resistencia Estimada (Mpa)																											
<b>Promedio</b>																													
		<b>FACTOR DE CONVERSION 1Mpa=10.2 Kg/cm2</b>																											
<b>RESISTENCIA ESTIMADA A COMPRESION DEL ELEMENTO</b>																													
<b>f'c=</b>		<b>kg/cm2</b>																											

**Figura 5.** Ficha de reporte para Índice de Rebote  
Fuente: Elaboración Propia

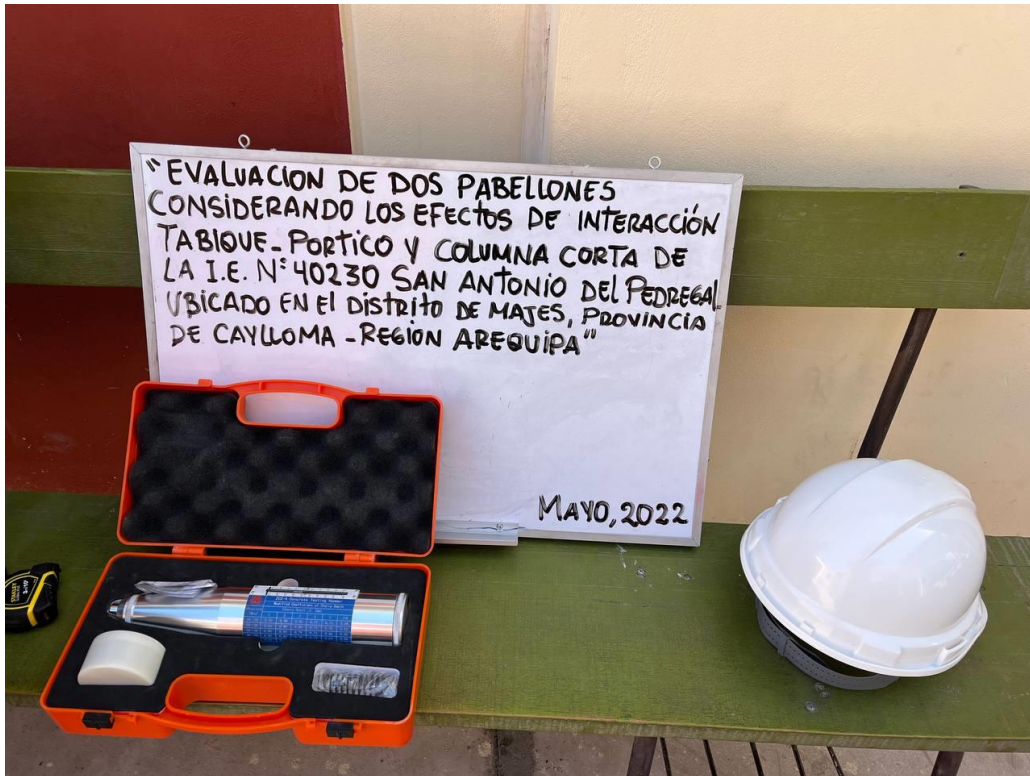


Figura 6. herramientas de recolección de datos  
Fuente: Propia, 2021

### 3.4.1.1 Validez de instrumentos de investigación

“La validez se refiere a la medida en que el instrumento mide la variable que se pretende medir. (MARTÍNEZ LANZ, 2011 pág. 76)

La forma más sencilla de determinar la validez de una herramienta es medir cuantitativamente las variables, utilizando tablas, y luego crear los gráficos de probabilidad correspondientes. No obstante, la validez viene determinada por la valoración de expertos en la materia, definida 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
Variables (1)	0.766	0.700	0.760	0.74
Índice de Validez				0.74

Fuente: (Mejia Mejia, 2005 pág. 27)

**Tabla 5. Juicio de Expertos**

N° EXPERTO	NOMBRE DE EXPERTOS	PERFIL PROFESIONAL	CARGO	COLEGIATURA
EXPERTO 1	Msc. Ing. Daniel M. Gonzales Arce	Ingeniero Civil	Gerente DGA Laboratorio	N° CIP 256786
EXPERTO 2	Ing. Luis Alberto Quispe Calloapaza	Ingeniero Civil	Gerente Volcán SAC	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 de instrumento ficha índice de rebote – esclerómetro**

Ítem	EXPERTOS			SUMA DE ACUERDOS	DE VALIDEZ	DESCRIPCIÓN
	1	2	3			
01	3	2	2	7	0.778	Alta
02	2	2	2	6	0.778	Alta
03	2	2	2	6	0.667	Alta
04	2	2	2	6	0.667	Alta
05	2	2	2	6	0.667	Alta
06	2	2	2	6	0.667	Alta
07	2	2	2	6	0.667	Alta
08	3	2	3	8	0.889	Muy alta
09	3	3	3	9	1.000	Muy alta
10	2	2	3	7	0.778	Alta
					0.74	Alta

Fuente: Elaboración Propia – Anexo (Validación de instrumentos)

Los instrumentos de investigación se validaron mediante el juicio de expertos, dando como promedio 0.74, interpretándose de que la validez de fichas de instrumentos es alta.

### 3.4.1.2 Confiabilidad de instrumentos de investigación

“La confiabilidad de un instrumento es el grado en que el instrumento puede producir los mismos resultados cuando se usa repetidamente en las mismas condiciones” (MARTÍNEZ LANZ, 2011 pág. 76)

**Tabla 7. 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

Para determinar la confiabilidad del instrumento se realizó una prueba piloto en 5 instituciones educativas no relacionadas directamente con el estudio, pero con características similares, luego en el programa Excel se organizó la base de datos para calcular el Alfa de Cronbach, determinar la confiabilidad del instrumento o la corrección necesaria. Este método es utilizado en opciones de respuesta polinómicas.

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

Donde:

$\alpha$ : Coeficiente alfa de Cronbach

K: Numero de ítems

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

### Bloque 1: Reporte de Columnas Piso 1

**Tabla 8. Resumen de procesamiento de resultado en columnas Piso 1 (B-1)**

		N	%
Casos	Válido	7	100,0
	Excluido <sup>a</sup>	0	,0
	Total	7	100,0

Fuente: SPSS Statistics

**Tabla 9. Alfa de Cronbach columnas Piso 1 (B-1)**

Alfa de Cronbach	N de elementos
<b>,854</b>	<b>13</b>

Fuente: SPSS Statistics

**Tabla 10. Alfa de Cronbach por elemento columnas Piso 1 (B-1)**

	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	401,0000	116,333	,245	,862
VAR00002	400,8571	109,143	,814	,832
VAR00003	400,5714	98,952	,746	,827
VAR00004	400,4286	102,619	,797	,826
VAR00005	399,4286	121,952	,127	,865
VAR00006	400,4286	124,286	,128	,861
VAR00007	401,2857	94,571	,740	,827
VAR00008	400,1429	101,143	,629	,836
VAR00009	401,0000	113,333	,338	,856
VAR00010	400,0000	113,667	,407	,851
VAR00011	401,1429	96,143	,787	,823
VAR00012	400,1429	122,476	,245	,857
VAR00013	399,8571	110,810	,728	,836

Fuente: SPSS Statistics

Con respecto al resultado se basó a la confiabilidad del instrumento denominado ficha de reporte del bloque 1 en columnas del piso 1, correspondiente al índice de rebote para ensayo de esclerometría, el cual se obtuvo un alfa de Cronbach igual a 0.854.

#### Bloque 1: Reporte de Columnas Piso 2

**Tabla 11. Resumen de procesamiento de resultado en columnas Piso 2 (B-1)**

		N	%
Casos	Válido	7	100,0
	Excluido <sup>a</sup>	0	,0
	Total	7	100,0

Fuente: SPSS Statistics

**Tabla 12. Alfa de Cronbach columnas Piso 1 (B-1)**

Alfa de Cronbach	N de elementos
<b>,955</b>	<b>13</b>

Fuente: SPSS Statistics

**Tabla 13. Alfa de Cronbach por elemento columnas Piso 2 (B-1)**

	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	403,1429	431,143	,851	,950
VAR00002	403,1429	436,810	,972	,948
VAR00003	403,4286	483,619	,224	,964
VAR00004	403,8571	426,143	,760	,952
VAR00005	403,1429	400,143	,908	,948
VAR00006	404,4286	401,286	,858	,950
VAR00007	404,0000	414,333	,873	,949
VAR00008	403,2857	441,238	,877	,950
VAR00009	403,8571	418,810	,942	,947
VAR00010	402,8571	437,810	,709	,953
VAR00011	404,0000	423,667	,892	,948
VAR00012	403,4286	456,286	,640	,955
VAR00013	403,1429	452,476	,610	,955

Fuente: SPSS Statistics

Con respecto al resultado se basó a la confiabilidad del instrumento denominado ficha de reporte del bloque 1 en columnas del piso 2, correspondiente al índice de rebote para ensayo de esclerometría, el cual se obtuvo un alfa de Cronbach igual a 0.955.

#### Bloque 1: Reporte de Vigas Piso 1

**Tabla 14. Resumen de procesamiento de resultado en vigas Piso 1 (B-1)**

		N	%
Casos	Válido	9	100,0
	Excluido <sup>a</sup>	0	,0
	Total	9	100,0

Fuente: SPSS Statistics

**Tabla 15. Alfa de Cronbach vigas Piso 1 (B-1)**

Alfa de Cronbach	N de elementos
<b>,824</b>	<b>13</b>

Fuente: SPSS Statistics

**Tabla 16.** Alfa de Cronbach por elemento vigas Piso 1 (B-1)

	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	441,2222	180,944	,779	,786
VAR00002	441,7778	196,694	,578	,804
VAR00003	441,5556	194,528	,562	,805
VAR00004	441,7778	194,944	,440	,816
VAR00005	442,1111	192,861	,490	,811
VAR00006	441,6667	238,750	-,218	,844
VAR00007	442,0000	210,000	,262	,829
VAR00008	442,2222	226,444	,046	,839
VAR00009	441,4444	185,278	,801	,787
VAR00010	440,5556	181,028	,914	,779
VAR00011	441,3333	186,000	,599	,801
VAR00012	441,6667	198,500	,625	,803
VAR00013	440,6667	221,500	,109	,837

Fuente: SPSS Statistics

Con respecto al resultado se basó a la confiabilidad del instrumento denominado ficha de reporte del bloque 1 en vigas del piso 1, correspondiente al índice de rebote para ensayo de esclerometría, el cual se obtuvo un alfa de Cronbach igual a 0.824.

#### Bloque 1: Reporte de Vigas Piso 2

**Tabla 17.** Resumen de procesamiento de resultado en vigas Piso 2 (B-1)

		N	%
Casos	Válido	9	100,0
	Excluido <sup>a</sup>	0	,0
	Total	9	100,0

Fuente: SPSS Statistics

**Tabla 18.** Alfa de Cronbach vigas Piso 2 (B-1)

Alfa de Cronbach	N de elementos
<b>,808</b>	<b>13</b>

Fuente: SPSS Statistics



**Tabla 19. Alfa de Cronbach por elemento vigas Piso 2 (B-1)**

	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	441,3333	177,500	,641	,780
VAR00002	442,3333	178,500	,594	,783
VAR00003	442,1111	179,111	,524	,789
VAR00004	442,3333	178,000	,431	,798
VAR00005	442,6667	175,500	,490	,792
VAR00006	442,2222	220,694	-,250	,831
VAR00007	442,5556	194,028	,226	,815
VAR00008	442,7778	206,444	,070	,822
VAR00009	442,0000	166,250	,849	,761
VAR00010	441,1111	164,361	,914	,756
VAR00011	441,8889	169,611	,588	,782
VAR00012	442,2222	181,694	,609	,784
VAR00013	441,1111	206,611	,045	,826

Fuente: SPSS Statistics

Con respecto al resultado se basó a la confiabilidad del instrumento denominado ficha de reporte del bloque 1 en vigas del piso 2, correspondiente al índice de rebote para ensayo de esclerometría, el cual se obtuvo un alfa de Cronbach igual a 0.808.

## Bloque 2: Reporte de Columnas Piso 1

**Tabla 20. Resumen de procesamiento de resultado en columnas Piso 1 (B-2)**

		N	%
Casos	Válido	7	100,0
	Excluido <sup>a</sup>	0	,0
	Total	7	100,0

Fuente: SPSS Statistics

**Tabla 21. Alfa de Cronbach columnas Piso 1 (B-2)**

Alfa de Cronbach	N de elementos
<b>,818</b>	<b>13</b>

Fuente: SPSS Statistics

**Tabla 22. Alfa de Cronbach por elemento columnas Piso 1 (B-2)**

	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	405,2857	46,905	,620	,791
VAR00002	406,0000	50,333	,489	,804
VAR00003	405,4286	54,619	,563	,802
VAR00004	404,5714	47,952	,779	,778
VAR00005	405,5714	51,619	,635	,793
VAR00006	405,2857	50,571	,546	,798
VAR00007	405,1429	56,810	,325	,815
VAR00008	406,2857	52,238	,524	,801
VAR00009	405,2857	49,571	,715	,785
VAR00010	405,0000	66,667	-,363	,863
VAR00011	405,1429	58,143	,114	,834
VAR00012	405,2857	48,571	,789	,779
VAR00013	405,4286	57,286	,535	,809

Fuente: SPSS Statistics

Con respecto al resultado se basó a la confiabilidad del instrumento denominado ficha de reporte del bloque 2 en columnas del piso 1, correspondiente al índice de rebote para ensayo de esclerometría, el cual se obtuvo un alfa de Cronbach igual a 0.818.

## Bloque 2: Reporte de Columnas Piso 2

**Tabla 23. Resumen de procesamiento de resultado en columnas Piso 2 (B-2)**

		N	%
Casos	Válido	7	100,0
	Excluido <sup>a</sup>	0	,0
	Total	7	100,0

Fuente: SPSS Statistics

**Tabla 24. Alfa de Cronbach columnas Piso 1 (B-2)**

Alfa de Cronbach	N de elementos
<b>,832</b>	<b>13</b>

Fuente: SPSS Statistics

**Tabla 25. Alfa de Cronbach por elemento columnas Piso 2 (B-2)**

	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	386,1429	101,476	,414	,825
VAR00002	386,7143	106,571	,358	,831
VAR00003	387,0000	94,000	,651	,810
VAR00004	386,8571	87,476	,928	,790
VAR00005	386,7143	93,571	,727	,806
VAR00006	386,8571	79,810	,692	,802
VAR00007	387,2857	104,905	,125	,846
VAR00008	387,4286	93,952	,390	,830
VAR00009	387,5714	102,952	,208	,839
VAR00010	386,8571	101,810	,294	,832
VAR00011	386,4286	90,619	,696	,804
VAR00012	386,8571	87,810	,629	,808
VAR00013	387,0000	99,667	,347	,829

Fuente: SPSS Statistics

Con respecto al resultado se basó a la confiabilidad del instrumento denominado ficha de reporte del bloque 2 en columnas del piso 2, correspondiente al índice de rebote para ensayo de esclerometría, el cual se obtuvo un alfa de Cronbach igual a 0.832.

#### Bloque 2: Reporte de Vigas Piso 1

**Tabla 26. Resumen de procesamiento de resultado en vigas Piso 1 (B-2)**

		N	%
Casos	Válido	9	100,0
	Excluido <sup>a</sup>	0	,0
	Total	9	100,0

Fuente: SPSS Statistics

**Tabla 27. Alfa de Cronbach vigas Piso 1 (B-2)**

Alfa de Cronbach	N de elementos
<b>,847</b>	<b>13</b>

Fuente: SPSS Statistics

**Tabla 28.** Alfa de Cronbach por elemento vigas Piso 1 (B-2)

	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	434,1111	112,111	,578	,832
VAR00002	434,3333	104,000	,538	,835
VAR00003	434,5556	117,528	,413	,842
VAR00004	434,6667	117,750	,342	,845
VAR00005	434,4444	105,528	,622	,827
VAR00006	434,6667	91,000	,810	,809
VAR00007	434,1111	116,611	,598	,835
VAR00008	433,8889	111,111	,488	,837
VAR00009	433,4444	115,778	,348	,846
VAR00010	434,4444	94,028	,724	,818
VAR00011	435,2222	115,194	,690	,832
VAR00012	434,4444	117,278	,455	,840
VAR00013	434,3333	126,750	,034	,859

Fuente: SPSS Statistics

Con respecto al resultado se basó a la confiabilidad del instrumento denominado ficha de reporte del bloque 2 en vigas del piso 1, correspondiente al índice de rebote para ensayo de esclerometría, el cual se obtuvo un alfa de Cronbach igual a 0.847.

## Bloque 2: Reporte de Vigas Piso 2

**Tabla 29.** Resumen de procesamiento de resultado en vigas Piso 2 (B-2)

		N	%
Casos	Válido	9	100,0
	Excluido <sup>a</sup>	0	,0
	Total	9	100,0

Fuente: SPSS Statistics

**Tabla 30.** Alfa de Cronbach vigas Piso 2 (B-2)

Alfa de Cronbach	N de elementos
<b>,859</b>	<b>13</b>

Fuente: SPSS Statistics

**Tabla 31.** Alfa de Cronbach por elemento vigas Piso 2 (B-2)

	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	436,8889	104,861	,621	,843
VAR00002	437,8889	96,861	,774	,831
VAR00003	436,6667	100,750	,674	,839
VAR00004	436,1111	95,611	,755	,832
VAR00005	435,7778	92,694	,872	,823
VAR00006	436,4444	95,528	,708	,836
VAR00007	437,3333	106,250	,504	,850
VAR00008	437,1111	113,111	,480	,853
VAR00009	436,8889	102,861	,648	,841
VAR00010	436,7778	110,444	,493	,851
VAR00011	436,5556	128,528	-,237	,887
VAR00012	437,0000	121,250	,042	,872
VAR00013	437,2222	114,694	,313	,860

*Fuente: SPSS Statistics*

Con respecto al resultado se basó a la confiabilidad del instrumento denominado ficha de reporte del bloque 2 en vigas del piso 2, correspondiente al índice de rebote para ensayo de esclerometría, el cual se obtuvo un alfa de Cronbach igual a 0.859.

### **3.5 Procesamiento y análisis de datos**

Se realizará el procesamiento y análisis de la información mediante hojas de cálculo y software de ingeniería EtabsV20.1 para su Análisis Final.

#### IV. PRESENTACION DE RESULTADOS

##### 4.1 Ubicación Colegio Tipo 780-Pre

La institución Educativa I.E. N°40230 San Antonio del Pedregal se encuentra localizada en la localizada en la Av. Arequipa S/N en el distrito de Majes, provincia de Caylloma, departamento de Arequipa. La institución educativa es de nivel primaria y secundaria, abarca una población académica de 1005 alumnos y 40 docentes; se encuentra a una altitud de 1,402 msnm y de coordenadas -16.3556 de latitud y -72.1881 de longitud.



**Figura 7.** Ubicación I.E. N°40230 /

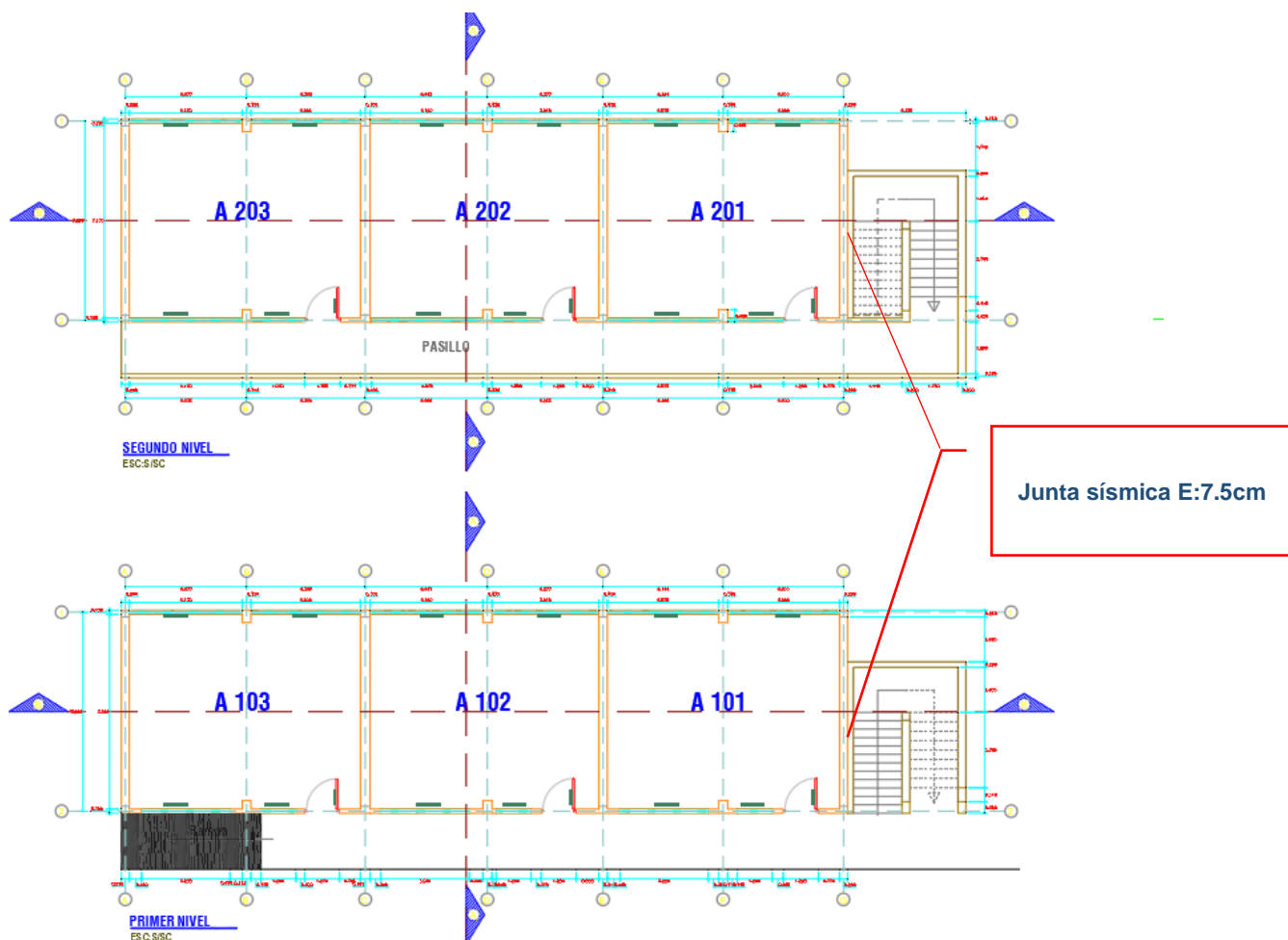
Fuente: Google Maps, 2022

## 4.2 Descripción arquitectónica del Pabellón A

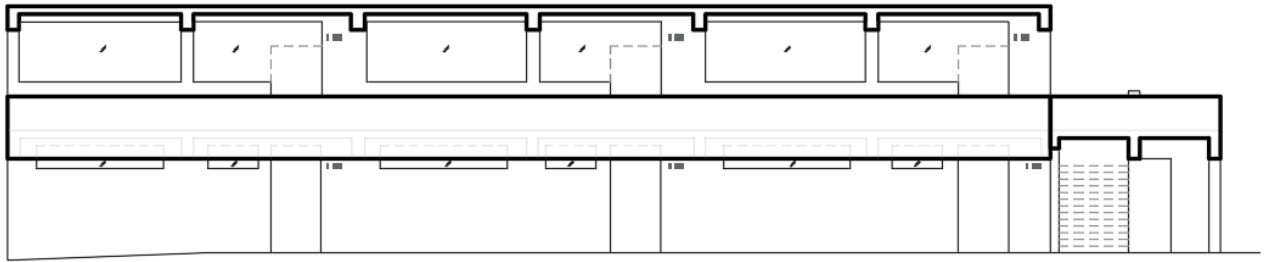
El colegio I.E. 40230 San Antonio del Pedregal se encuentra conformado por 6 Pabellones, de los cuales El pabellón A consta de dos bloques: el Bloque 1 fue edificado en el año 1996 como se aprecia en la imagen de la placa recordatoria especificada en anexos y corresponde al modelo arquitectónico tipo Sistémico INFES 780 pre NDSR, de la misma manera el Bloque 2 fue edificado en el año 1998 como se aprecia en la imagen de la placa recordatoria especificada en anexos y que corresponde al mismo tipo sistémico. Este pabellón y sus dos bloques fueron analizados y sometidos a un análisis estático lineal.

Los bloques 1 y 2, son los bloques que fueron analizados, así mismo debemos indicar que cuenta con los siguientes ambientes:

- Bloque 01 Aulas: A-101, A-102, A-103, A-201, A-202, A-203.
- Bloque 02 Aulas: A-104, A-105, A-106, A-204, A-205, A-206.

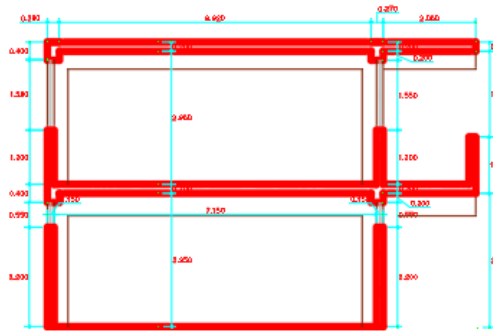


**Figura 8.** *Bloque 1, Piso 1 y 2*  
Fuente: Levantamiento estructural, 2022

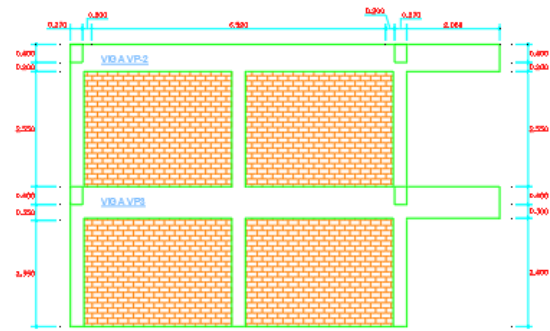


FACHADA  
 ESC:SESC  
 BLOQUE 1

Figura 9. Bloque 1, Elevaciones  
 Fuente: Levantamiento estructural, 2022



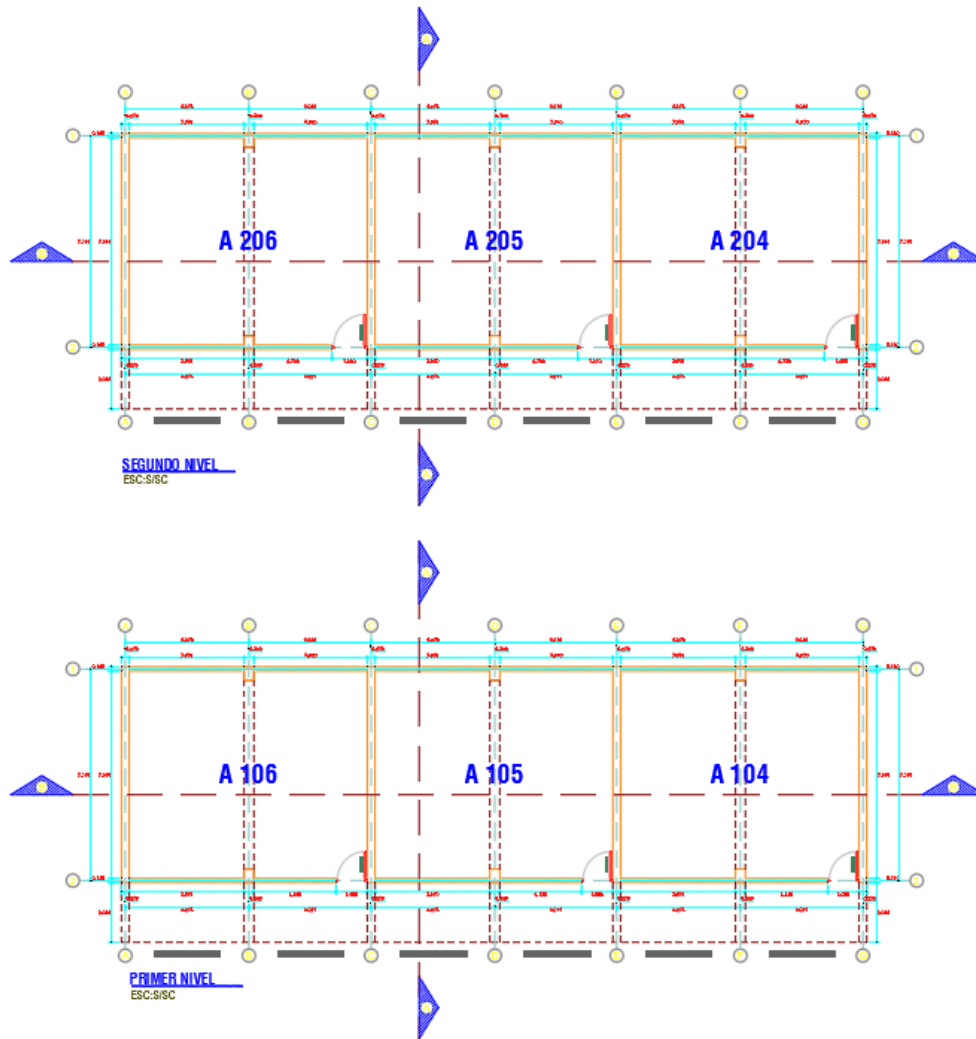
CORTE TRANSVERSAL A-A



DETALLE DE ALBAÑILERÍA EN EJE A

Figura 10. Bloque 1, Cortes  
 Fuente: Levantamiento estructural, 2022



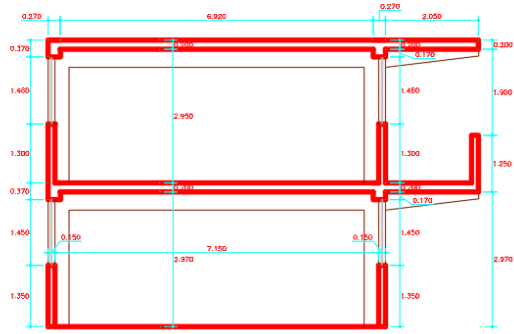


**Figura 11. Bloque 2, Piso 1 y 2**  
Fuente: Levantamiento estructural, 2022

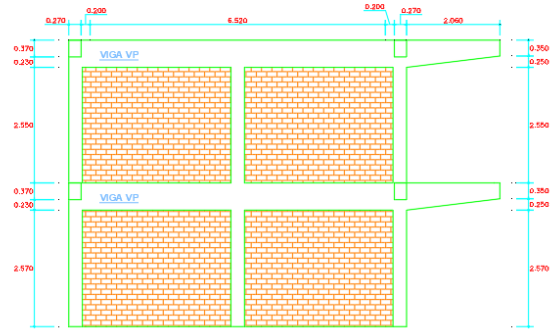


**FACHADA**  
ESC:S/ESC  
**BLOQUE 2**

**Figura 12. Bloque 2, Elevaciones**  
Fuente: Levantamiento estructural, 2022



CORTE TRANSVERSAL A-A



DETALLE DE ALBAÑILERÍA EN EJE A

**Figura 13. Bloque 2, Cortes**  
Fuente: Levantamiento estructural, 2022



**Figura 14. Pabellón A, Bloque 01**  
Fuente: Propia, 2022



**Figura 15.** *Pabellón A, Bloque 02*  
Fuente: Propia, 2022

### **4.3 Descripción Estructural del Proyecto.**

Los bloques 1 y 2 son del tipo 780 pre NDSR construido con la norma del año 1977, fue diseñado con el siguiente criterio estructural, en la dirección de análisis “x” definido por pórticos y muros de mampostería arriostrados a los mismos, en la dirección de análisis “y” se encuentra definido por un sistema predominante en albañilería confinada, como se mencionó en la arquitectura de los pabellones, estos se encuentran definidos por muros en aparejo de cabeza proporcionando rigidez en la dirección de análisis “y”.

## 4.4 Características geométricas y propiedades físicas del concreto – Propiedades geométricas y físicas

### 4.4.1 Acero de refuerzo

Como puede apreciarse en la figura 16, se tuvo acceso a la azotea del Bloque 1, de esta manera se logró realizar el reconocimiento estructural de la distribución de acero de refuerzo en las columnas de pórtico y de confinamiento, representados en las figuras 17, 18, 19 y 20.



**Figura 16.** Arranque de acero en columna de confinamiento Bloque 1  
Fuente: Propia



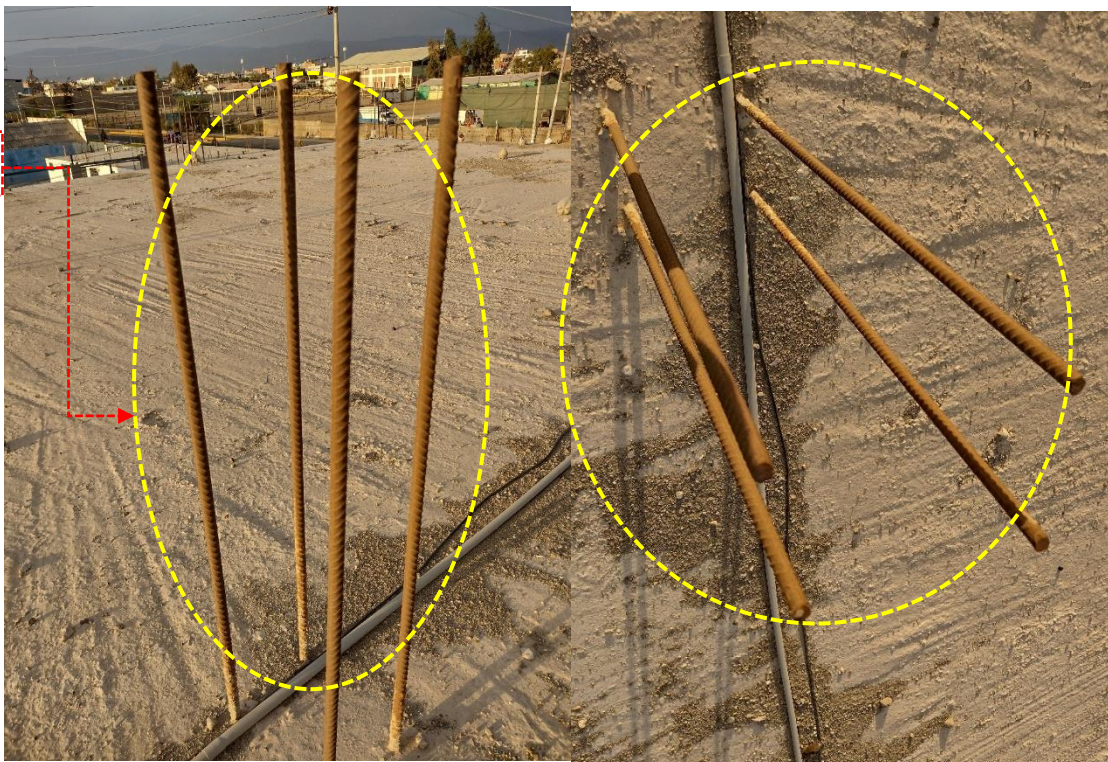
**Figura 17.** Arranque de acero interior en columna de pórtico Bloque 1  
Fuente: Propia

Columna C1

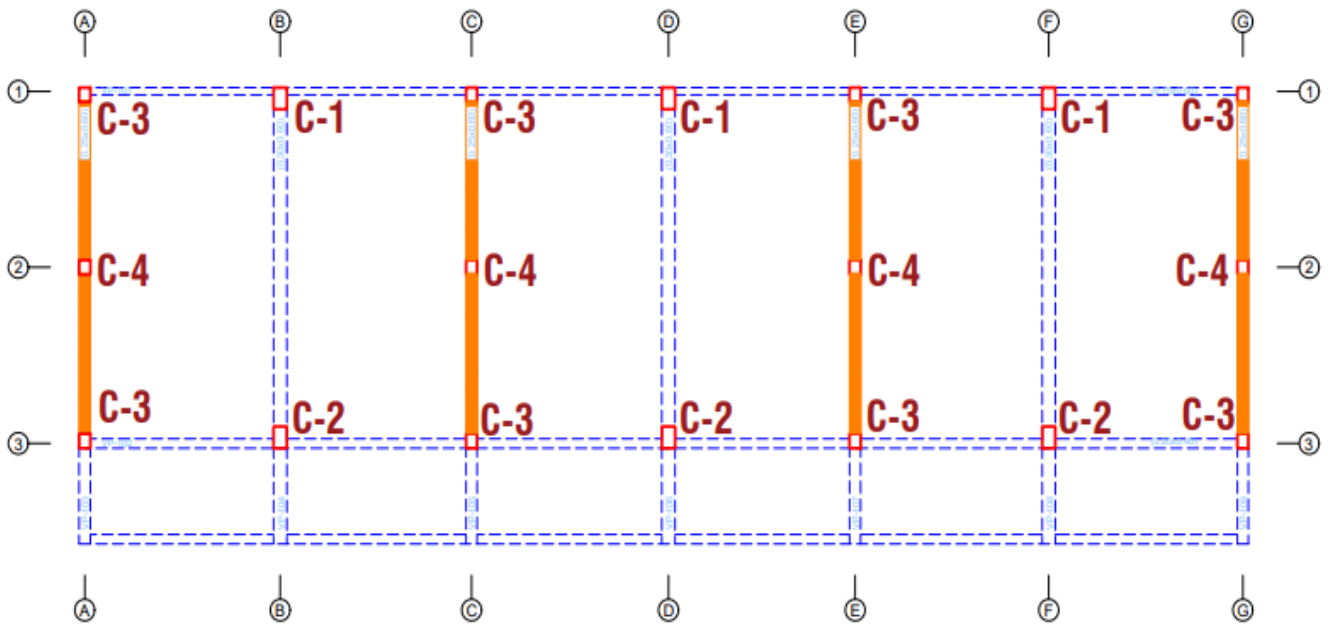


**Figura 18.** Arranque de acero exterior en columna de pórtico Bloque 1  
Fuente: Propia

Columna C4

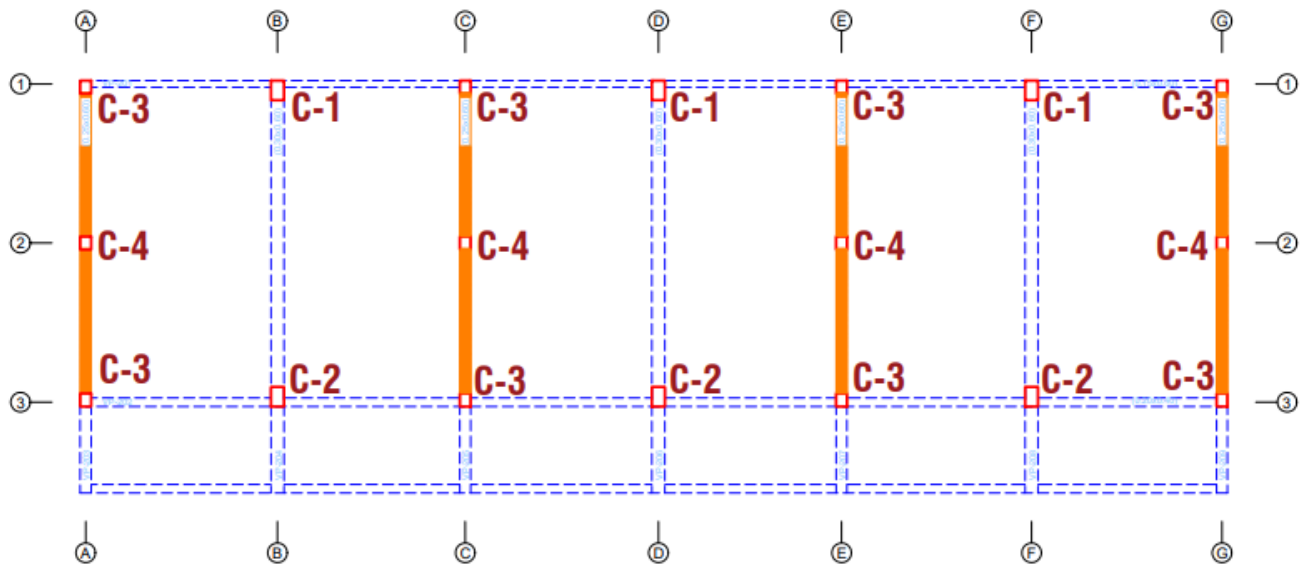


**Figura 19.** Arranque de acero en columna de confinamiento intermedia Bloque 1  
Fuente: Propia



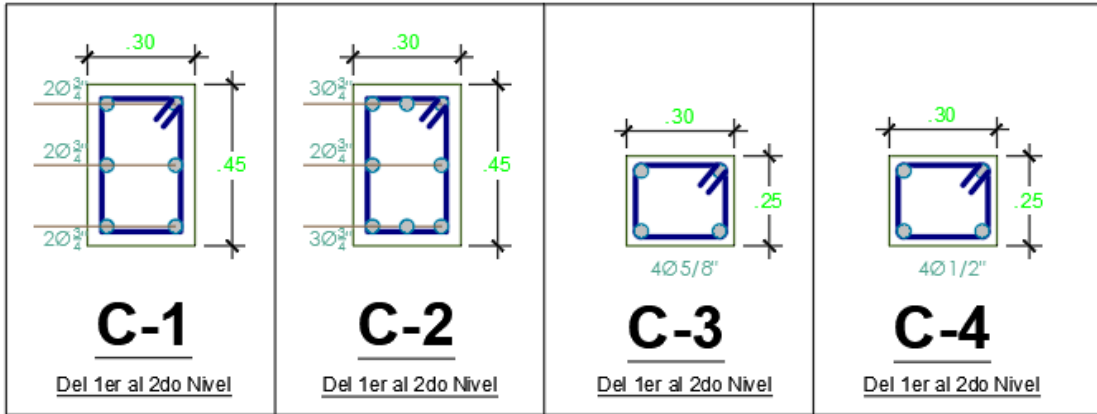
BLOQUE 1: PRIMER NIVEL  
 ESC: S/E

Figura 20. Distribución de columnas en planta – Bloque 1, Piso 1  
 Fuente: Propia

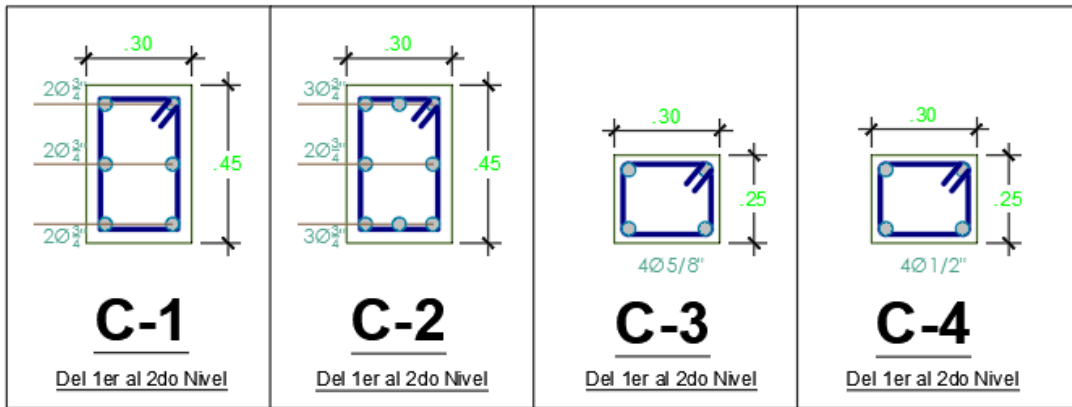


BLOQUE 1: SEGUNDO NIVEL  
 ESC: S/E

Figura 21. Distribución de columnas en planta – Bloque 1, Piso 2  
 Fuente: Propia

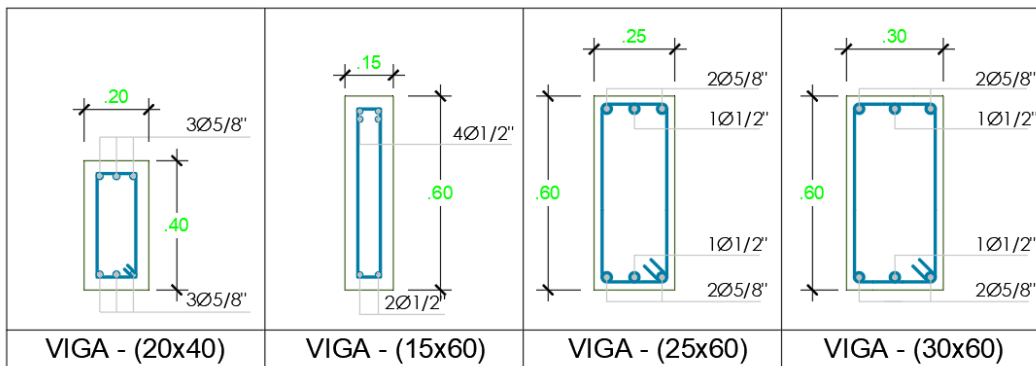


**Figura 22.** Secciones transversales de columnas, Piso 1 - Bloque 1  
Fuente: I.E. N°40230 San Antonio

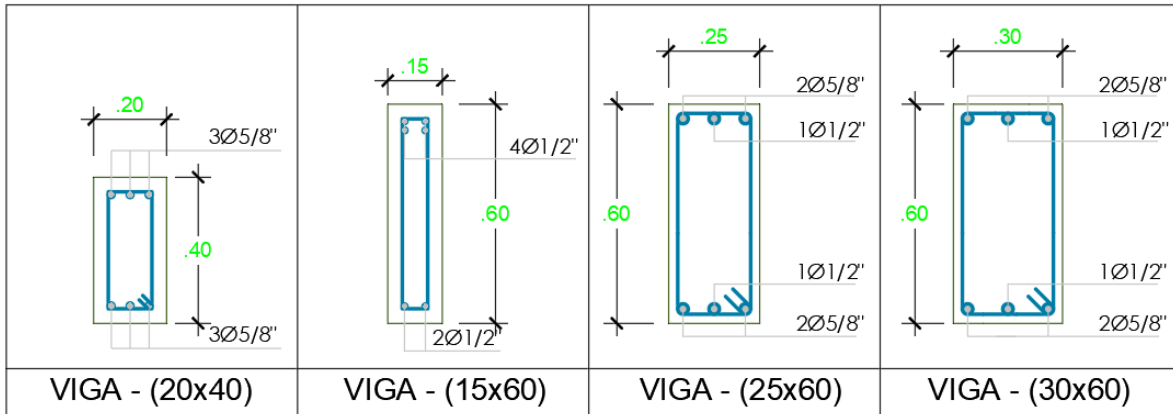


**Figura 23** Secciones transversales de columnas, Piso 2 - Bloque 1  
Fuente: I.E. N°40230 San Antonio

Para el caso de las vigas se empleó herramientas para la detección e identificación del acero de refuerzo como es el escáner (pachometro), estos se justifican dentro de los anexos



**Figura 24.** Secciones transversales de vigas Piso 1, Bloque 1  
Fuente: I.E. N°40230 San Antonio



**Figura 25.** Secciones transversales de vigas Piso 2, Bloque 1  
Fuente: I.E. N°40230 San Antonio

Posteriormente y como puede visualizar en la figura 26, se tuvo acceso a la azotea del bloque 2, de esta manera pudimos identificar la distribución de acero de refuerzo en las columnas de pórtico y de confinamiento, representados en la figura 27, 28, 29 y 30.



**Figura 26.** Arranques de columnas existentes Bloque 2  
Fuente: Propia



Columna C3



**Figura 27.** Arranque de acero en columna de confinamiento Bloque 2  
Fuente: Propia

Columna C2



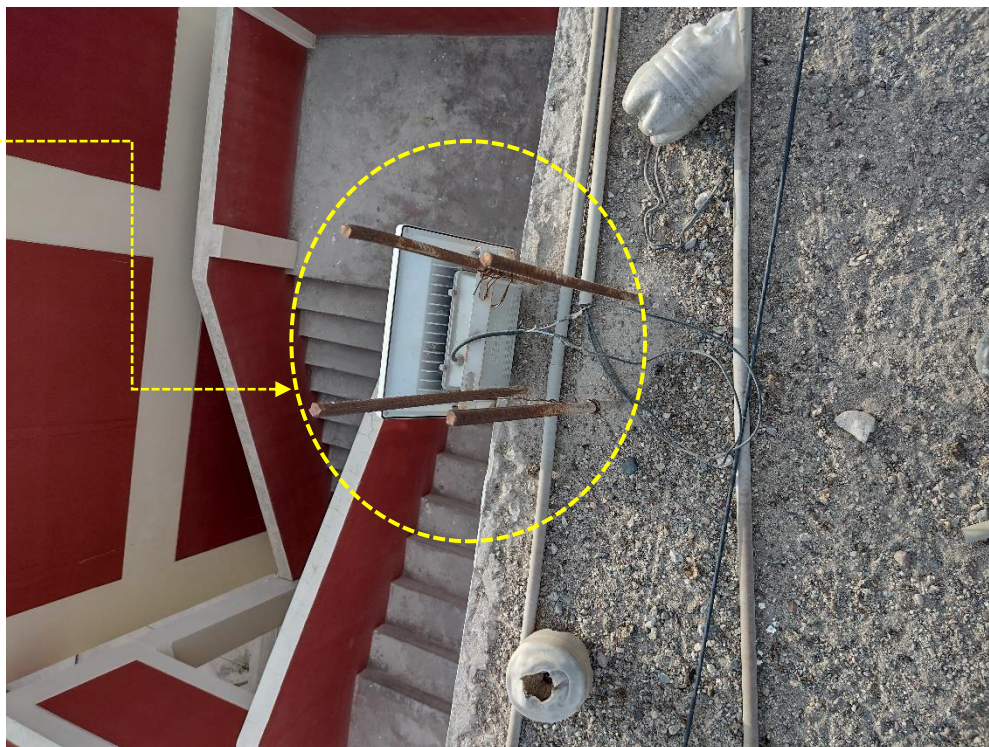
**Figura 28.** Arranque de acero interior en columna de pórtico Bloque 2  
Fuente: Propia

Columna C1

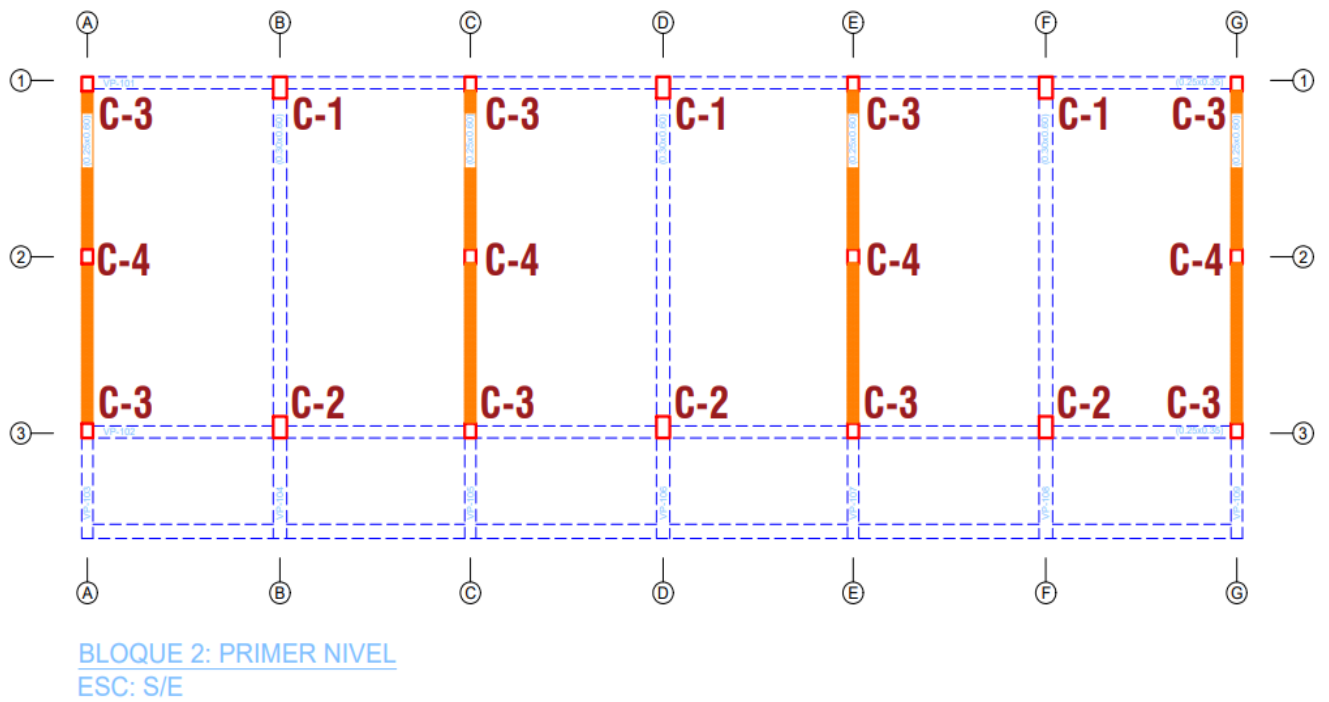


**Figura 29.** Arranque de acero exterior en columna de pórtico Bloque 2  
Fuente: Propia

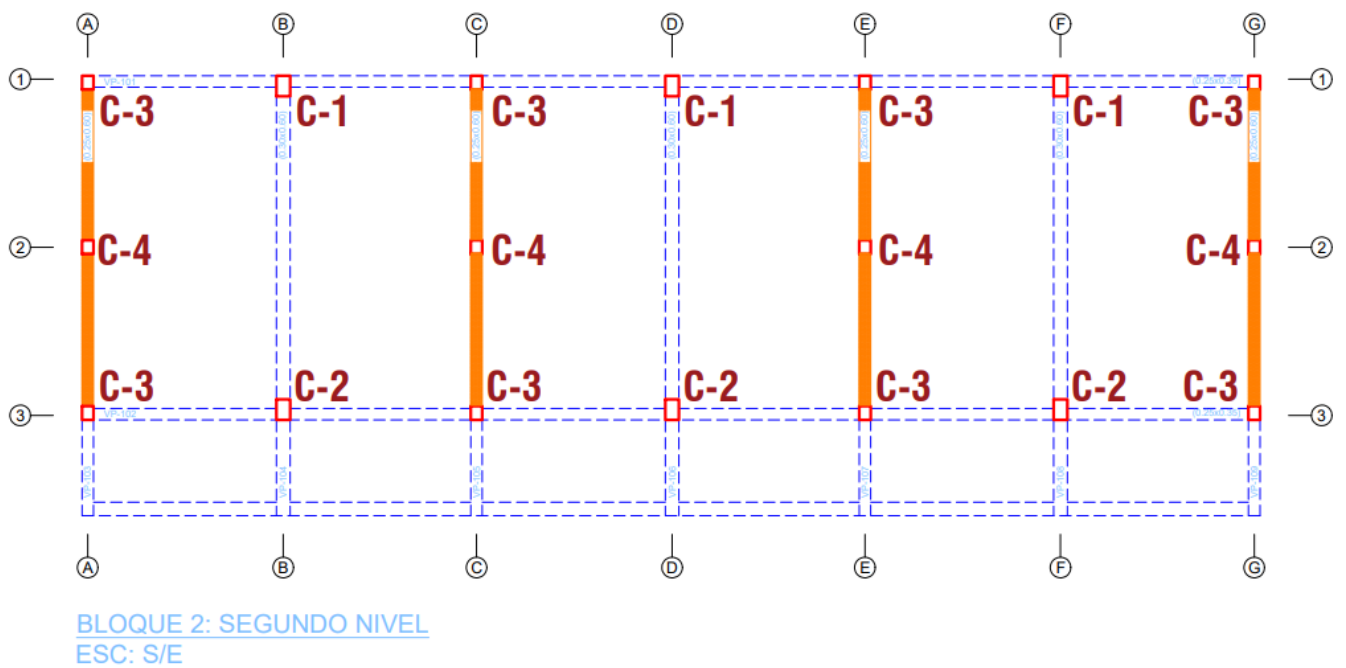
Columna C4



**Figura 30.** Arranque de acero en columna de confinamiento intermedia Bloque 2  
Fuente: Propia



**Figura 31.** Distribución de columnas en planta – Bloque 2, Piso 1  
Fuente: Propia



**Figura 32.** Distribución de columnas en planta – Bloque 2, Piso 2  
Fuente: Propia

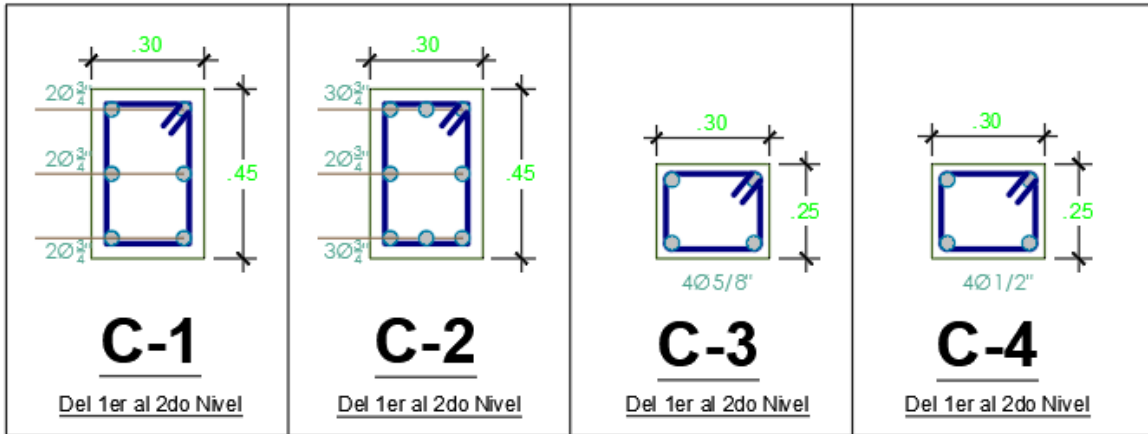


Figura 33. Secciones transversales de columnas, Piso 1 - Bloque 2  
Fuente: Propia

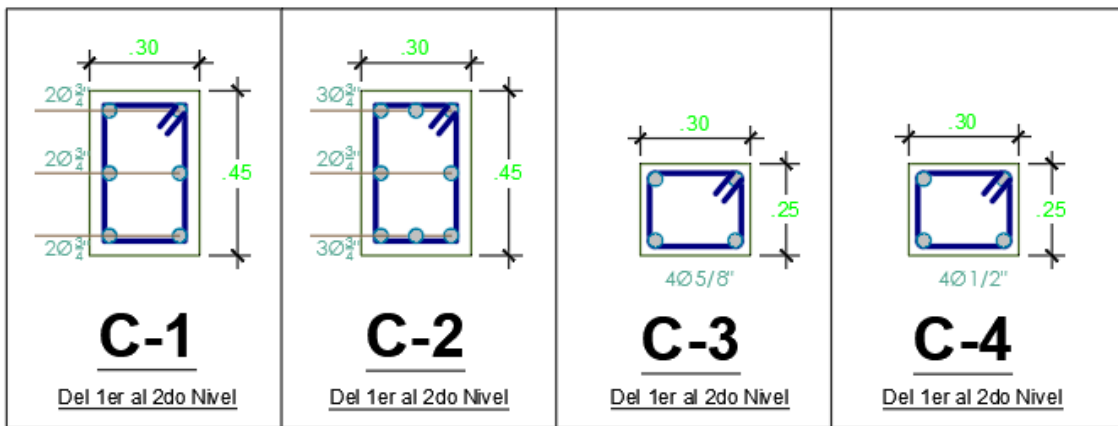


Figura 34. Secciones transversales de columnas, Piso 2 - Bloque 2  
Fuente: Propia

Para el caso de las vigas se empleó herramientas para la detección e identificación del acero de refuerzo como es el escáner y pachometro, estos se justifican dentro de los anexos

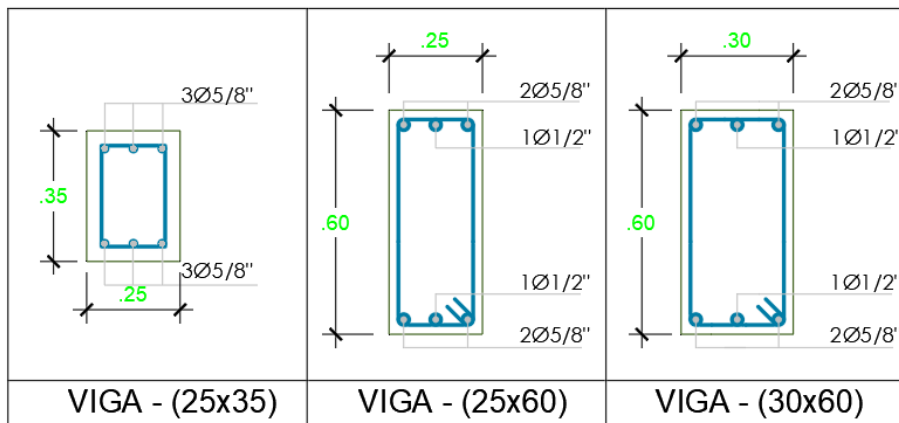
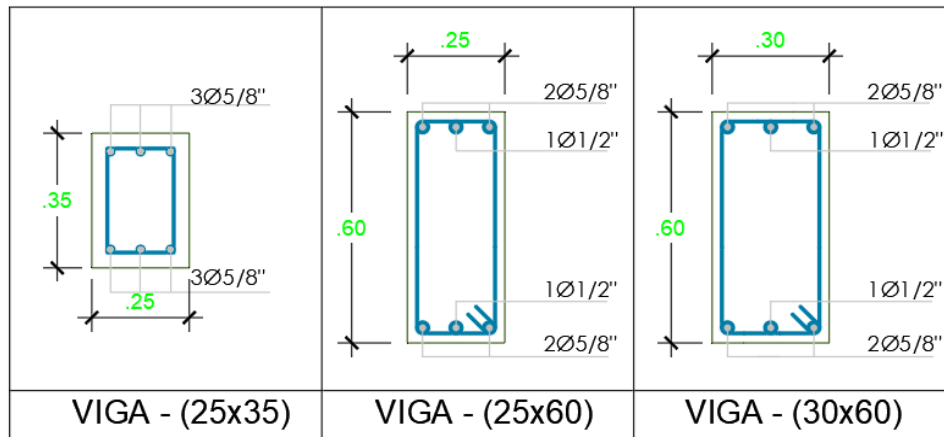


Figura 35. Secciones transversales de vigas Piso 1, Bloque 2  
Fuente: Propia



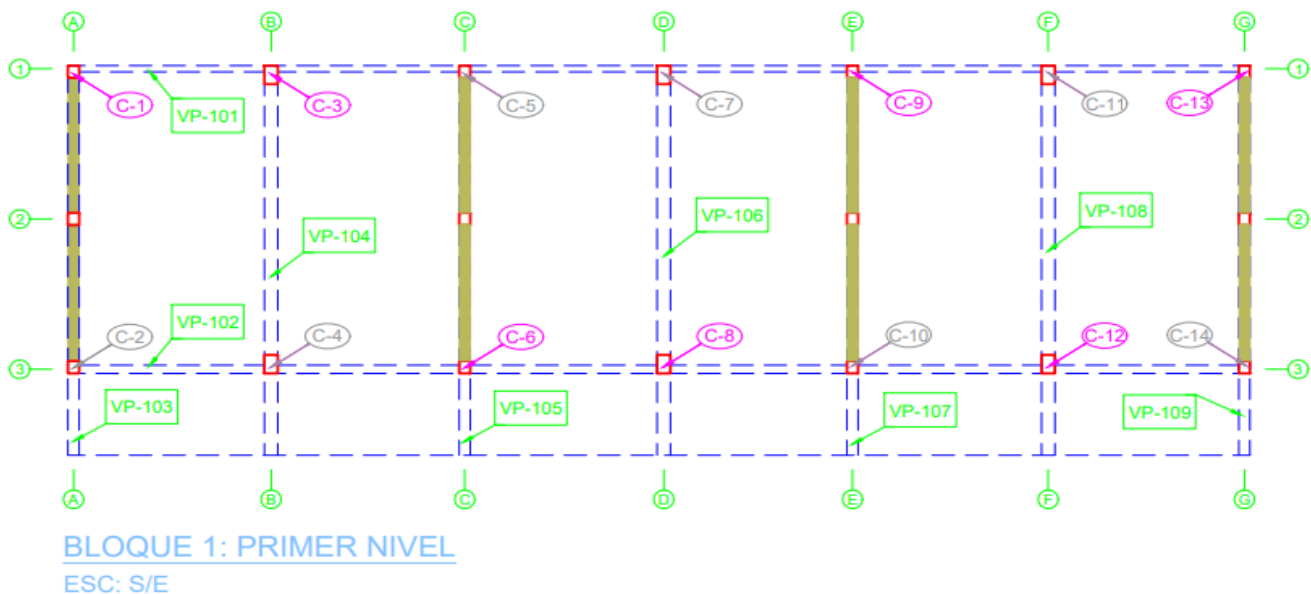
**Figura 36.** Secciones transversales de vigas Piso 2, Bloque 2  
Fuente: Propia

### Esclerómetro

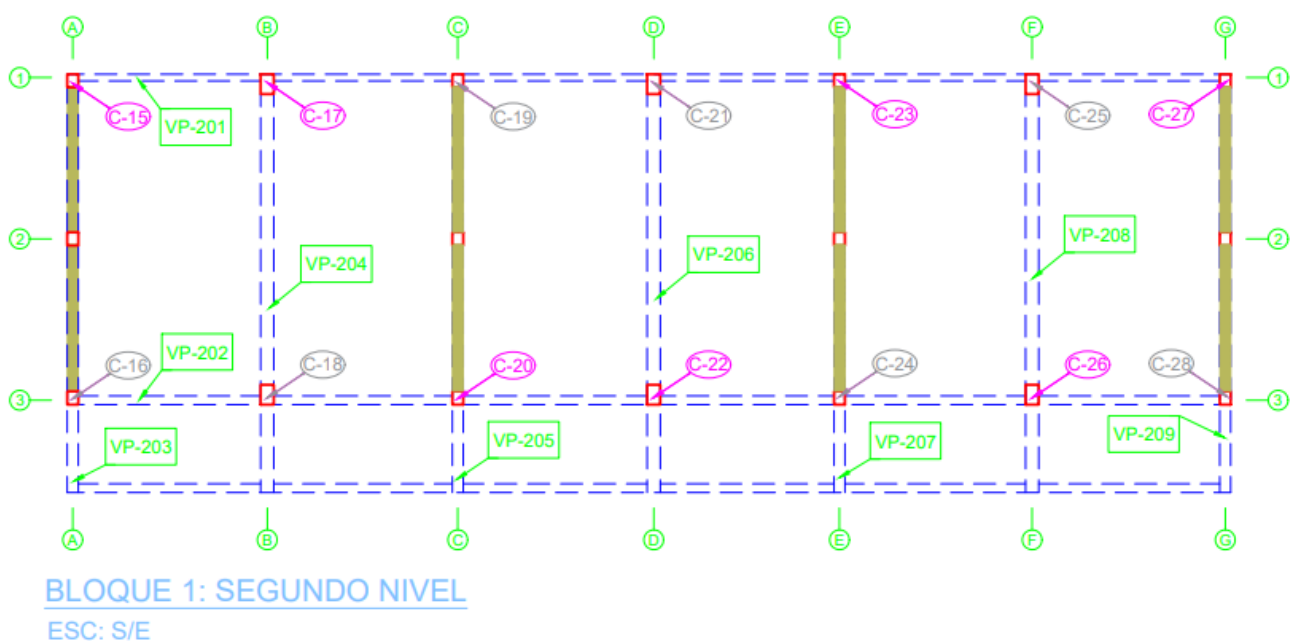
Para la estimación de la resistencia del concreto se empleó ensayos no destructivos, tal como el esclerómetro analítico, lo cual nos proporcionó los índices de rebote, convirtiéndolos manualmente a resistencia, la muestra fue para los pisos 1 y 2, de tal manera de que se pueda contar con valores representativos, ya que posteriormente se emplearon para la asignación de materiales del modelo matemático de ambos bloques, en el programa de cálculo Etabs V20.1.

### Bloque 1

Con respecto al Bloque 1, se realizó el muestreo y ensayo de los elementos estructurales resistentes en el Piso 1 y 2, tanto en columnas como en vigas, el cual nos definió la resistencia a compresión, dichos valores fueron empleados en los modelos matemáticos representados por el programa Etabs V20.1, así mismo nos ayudaron a comprender las condiciones físicas por lo cual atraviesa dicha estructura.



**Figura 37.** Ubicación de elementos ensayados Bloque 1 Piso 1  
Fuente: Elaboración Propia



**Figura 38.** Ubicación de elementos ensayados Bloque 1 Piso 2  
Fuente: Elaboración Propia

Según la tabla N°32 se obtuvo un promedio de 217 Kg/cm<sup>2</sup> para columnas del primer piso en el bloque 1, cabe señalar que los reportes de ensayos se encuentran sustentados en los anexos, además de que, según el reporte de fiabilidad del instrumento, se obtuvo un nivel de confianza del 85.4%.

Punto	Ubicación	Elemento	f'c esclerómetro	f'c fiabilidad
C-1	Piso 1	Columna 45x30cm	244.00	208.38
C-3	Piso 1	Columna 25x30cm	266.00	227.16
C-6	Piso 1	Columna 25x30cm	253.00	216.06
C-8	Piso 1	Columna 45x30cm	231.00	197.27
C-9	Piso 1	Columna 25x30cm	258.00	220.33
C-12	Piso 1	Columna 45x30cm	264.00	225.46
C-13	Piso 1	Columna 25x30cm	260.00	222.04

**Tabla 32** Bloque 1: Reporte de resistencia en columnas piso 1  
Fuente: Elaboración propia

Según la tabla N°33 se obtuvo un promedio de 246 Kgf/cm<sup>2</sup> para columnas del segundo piso en el bloque 1, cabe señalar que los reportes de ensayos se encuentran sustentados en los anexos, además de que, según el reporte de fiabilidad del instrumento, se obtuvo un nivel de confianza del 95.5%.

Punto	Ubicación	Elemento	f'c esclerómetro	f'c fiabilidad
C-15	Piso 2	Columna 45x30cm	209.00	199.60
C-17	Piso 2	Columna 25x30cm	285.00	272.18
C-20	Piso 2	Columna 25x30cm	260.00	248.30
C-22	Piso 2	Columna 45x30cm	274.00	261.67
C-23	Piso 2	Columna 25x30cm	266.00	254.03
C-26	Piso 2	Columna 45x30cm	260.00	248.30
C-27	Piso 2	Columna 25x30cm	251.00	239.71

**Tabla 33** Bloque 1: Reporte de resistencia en columnas piso 2  
Fuente: Elaboración propia

Según la tabla N°34 se obtuvo un promedio de 198 Kgf/cm<sup>2</sup> para vigas del primer piso en el bloque 1, cabe señalar que los reportes de ensayos se encuentran sustentados en los anexos, además de que, según el reporte de fiabilidad del instrumento, se obtuvo un nivel de confianza del 82.4%.

Punto	Ubicación	Elemento	f'c esclerómetro	f'c fiabilidad
101	Piso 1	Viga 20x40	226.00	186.22
102	Piso 1	Viga 15x60	268.00	220.83
103	Piso 1	Viga 25x60	246.00	202.70
104	Piso 1	Viga 30x60	234.00	192.82
105	Piso 1	Viga 25x60	220.00	181.28
106	Piso 1	Viga 30x60	248.00	204.35
107	Piso 1	Viga 25x60	235.00	193.64
108	Piso 1	Viga 30x60	257.00	211.77
109	Piso 1	Viga 25x60	227.00	187.05

**Tabla 34** Bloque 1: Reporte de resistencia en vigas piso 1  
Fuente: Elaboración propia

Según la tabla N°35 se obtuvo un promedio de 191 Kgf/cm<sup>2</sup> para vigas del segundo piso en el bloque 1, cabe señalar que los reportes de ensayos se encuentran sustentados en los anexos, además de que, según el reporte de fiabilidad del instrumento, se obtuvo un nivel de confianza del 80.8%.

Punto	Ubicación	Elemento	f'c esclerómetro	f'c fiabilidad
201	Piso 2	Viga 20x40	261.00	210.89
202	Piso 2	Viga 15x60	229.00	185.03
203	Piso 2	Viga 25x60	228.00	184.22
204	Piso 2	Viga 30x60	234.00	189.07
205	Piso 2	Viga 25x60	230.00	185.84
206	Piso 2	Viga 30x60	245.00	197.96
207	Piso 2	Viga 25x60	232.00	187.46
208	Piso 2	Viga 30x60	237.00	191.50
209	Piso 2	Viga 25x60	233.00	188.26

Tabla 35 Bloque 1: Reporte de resistencia en vigas piso 2

Fuente: Elaboración propia

## Bloque 2

Con respecto al Bloque 2, y de la misma manera como se ejecutó los trabajos en el bloque 1, se realizó también el muestreo y ensayo de los elementos estructurales resistentes en el Piso 1 y 2, tanto en columnas como en vigas, el cual nos definió la resistencia a compresión, dichos valores fueron empleados en los modelos matemáticos representados por el programa Etabs V20.1, así mismo nos ayudaron a comprender las condiciones físicas por lo cual atraviesa dicha estructura.

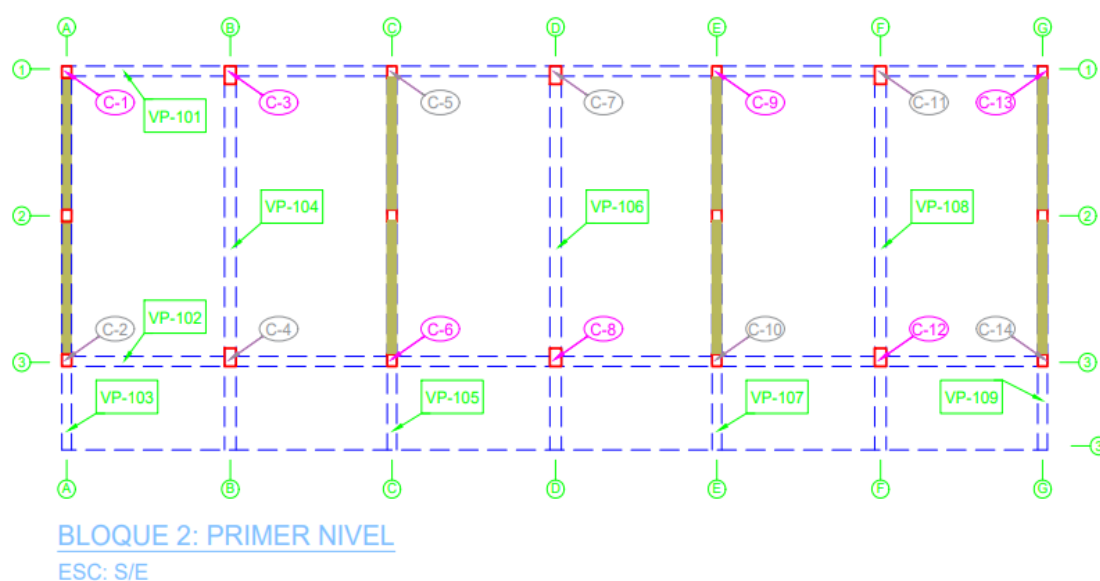
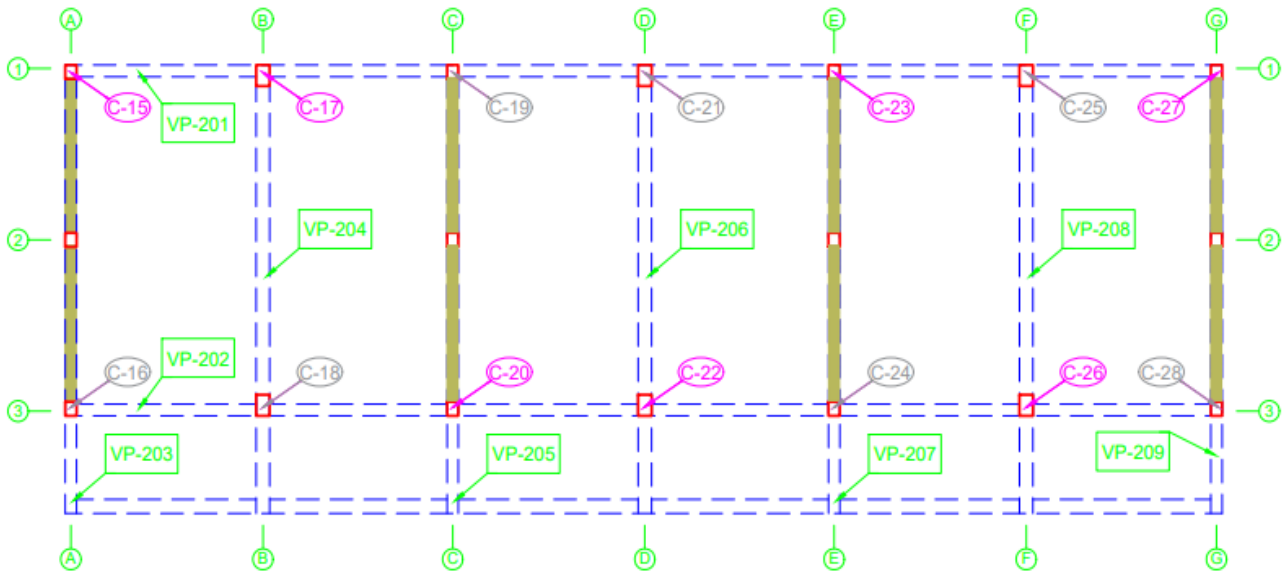


Figura 39. Ubicación de elementos ensayados Bloque 2, Piso 1

Fuente: Elaboración Propia





## BLOQUE 2: SEGUNDO NIVEL

ESC: S/E

**Figura 40.** Ubicación de elementos ensayados Bloque 2, Piso 2  
Fuente: Elaboración Propia

Según la tabla N°36 se obtuvo un promedio de 212 Kg/cm<sup>2</sup> para columnas del primer piso en el bloque 2, cabe señalar que los reportes de ensayos se encuentran sustentados en los anexos, además de que, según el reporte de fiabilidad del instrumento, se obtuvo un nivel de confianza del 81.8%.

Punto	Ubicación	Elemento	f'c esclerómetro	f'c fiabilidad
C-1	Piso 1	Columna 45x30cm	265.00	216.77
C-3	Piso 1	Columna 25x30cm	262.00	214.32
C-6	Piso 1	Columna 25x30cm	263.00	215.13
C-8	Piso 1	Columna 45x30cm	242.00	197.96
C-9	Piso 1	Columna 25x30cm	256.00	209.41
C-12	Piso 1	Columna 45x30cm	260.00	212.68
C-13	Piso 1	Columna 25x30cm	267.00	218.41

**Tabla 36** Bloque 2: Reporte de resistencia en columnas piso 1  
Fuente: Elaboración propia

Según la tabla N°37 se obtuvo un promedio de 198 Kg/cm<sup>2</sup> para columnas del segundo piso en el bloque 2, cabe señalar que los reportes de ensayos se encuentran sustentados en los anexos, además de que, según el reporte de fiabilidad del instrumento, se obtuvo un nivel de confianza del 83.2%.

Punto	Ubicación	Elemento	f'c esclerómetro	f'c fiabilidad
15	Piso 2	Columna 45x30cm	249.00	207.17
17	Piso 2	Columna 25x30cm	251.00	208.83
20	Piso 2	Columna 25x30cm	238.00	198.02
22	Piso 2	Columna 45x30cm	241.00	200.51
23	Piso 2	Columna 25x30cm	238.00	198.02
26	Piso 2	Columna 45x30cm	225.00	187.20
27	Piso 2	Columna 25x30cm	223.00	185.54

**Tabla 37** Bloque 2: Reporte de resistencia en columnas piso 2  
Fuente: Elaboración propia

Según la tabla N°38 se obtuvo un promedio de 196 Kgf/cm<sup>2</sup> para vigas del primer piso en el bloque 2, cabe señalar que los reportes de ensayos se encuentran sustentados en los anexos, además de que, según el reporte de fiabilidad del instrumento, se obtuvo un nivel de confianza del 84.7%.

Punto	Ubicación	Elemento	f'c esclerómetro	f'c fiabilidad
101	Piso 1	Viga 25x35	226.00	191.42
102	Piso 1	Viga 25x35	225.00	190.58
103	Piso 1	Viga 25x60	240.00	203.28
104	Piso 1	Viga 30x60	257.00	217.68
105	Piso 1	Viga 25x60	229.00	193.96
106	Piso 1	Viga 30x60	224.00	189.73
107	Piso 1	Viga 25x60	225.00	190.58
108	Piso 1	Viga 30x60	238.00	201.59
109	Piso 1	Viga 25x60	218.00	184.65

**Tabla 38** Bloque 2: Reporte de resistencia en vigas piso 1  
Fuente: Elaboración propia

Según la tabla N°39 se obtuvo un promedio de 201 Kgf/cm<sup>2</sup> para vigas del segundo piso en el bloque 2, cabe señalar que los reportes de ensayos se encuentran sustentados en los anexos, además de que, según el reporte de fiabilidad del instrumento, se obtuvo un nivel de confianza del 85.9%.

Punto	Ubicación	Elemento	f'c esclerómetro	f'c fiabilidad
201	Piso 2	Viga 25x35	234.00	201.01
202	Piso 2	Viga 25x35	231.00	198.43
203	Piso 2	Viga 25x60	251.00	215.61
204	Piso 2	Viga 30x60	229.00	196.71
205	Piso 2	Viga 25x60	224.00	192.42
206	Piso 2	Viga 30x60	257.00	220.76
207	Piso 2	Viga 25x60	225.00	193.28
208	Piso 2	Viga 30x60	229.00	196.71
209	Piso 2	Viga 25x60	228.00	195.85

**Tabla 39** Bloque 2: Reporte de resistencia en vigas piso 2  
Fuente: Elaboración propia

## 4.5 Distorsiones de entrepiso

### 4.5.1 Cargas consideradas en el modelo.

Las cargas a considerar fueron los pesos propios de los elementos estructurales en columnas, nervaduras y muros de albañilería.

Según la Norma Técnica Peruana de cargas E.020 se usaron los valores detallados en la tabla 40 para cargas muertas y en la tabla 41 para cargas vivas, valores que se consideraron para llevar a cabo los modelos constituidos por el bloque 1 y 2 de la I.E. 40230 San Antonio del Pedregal.

**Tabla 40.** Cargas Muertas consideradas según NTP E0.20

Peso propio Losa aligerada (20cm)	300	Kgf/m <sup>2</sup>
Peso unitario de Tabiquería	1.80	Tonf/m <sup>3</sup>
Peso unitario del Concreto	2.40	Tonf/m <sup>3</sup>
Peso Propio Piso terminado	100	Kgf/m <sup>2</sup>
Muro No portante	1.65	Tonf/m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 41.** Cargas vivas consideradas según NTP E0.20

S/C Azotea	100	Kgf/m <sup>2</sup>
S/C Aulas	250	Kgf/m <sup>2</sup>
S/C Circulación	400	Kgf/m <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración Propia

### 4.5.2 Análisis estático

Para el análisis estático se han considerado los siguientes parámetros sísmicos que la Norma Técnica Peruana de Diseño Sismorresistente E030 plantea utilizar en base a las características de la zona y de la edificación. Acorde con el mapa de la zonificación sísmica la institución educativa se encuentra en la zona 4, ya que está ubicada en el distrito de Majes, departamento de Arequipa, por consiguiente, su factor de zona es 0.45; respecto al factor de uso se empleó el valor de 1.5 por tanto se trata de una edificación de uso esencial (pertenece a la categoría "A2") puesto que ante cualquier desastre natural estas edificaciones deberán de ser empleadas como refugio.

El suelo es de tipo "S<sub>2</sub>" un suelo intermedio, obteniendo un factor de amplificación de suelo de 1.05 y un periodo  $T_P$  igual a 0.6 y  $T_L$  igual a 2.0; en el eje "X", su factor de reducción se emplea un valor de 3 ya que es un sistema de muros en albañilería y en el caso del eje "Y" de la misma manera son los muros quienes

absorben la mayor cantidad de cortante, es decir que su sistema estructural es de albañilería confinada empleando un  $R=3$ .

Para el bloque 1, las tablas 42 y 43 detallan los parámetros sísmicos que serán empleados en el modelo de análisis.

**Tabla 42. Parámetros Sísmicos del Bloque 1 - Dirección "x"**

<b>Zonificación</b>	Zona	4
	Z	0.45
<b>Parámetros de Sitio</b>	Suelo	S2
	S	1.05
	T <sub>p</sub> (seg)	0.60
	T <sub>L</sub> (seg)	2.00
	T <sub>x</sub> (seg)	0.226
<b>Factor de Amplificación Sísmica</b>	C	2.5
<b>Uso</b>	Categoría	A
	U	1.50
<b>Factor de Reducción Sísmica</b>	Albañilería	
	R <sub>o</sub>	3
	l <sub>a</sub>	1.00
	l <sub>p</sub>	1.00
	R	3.00
<b><math>\frac{ZUCS}{R}</math></b>	Coeficiente de reducción en la base: 0.590625	

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 43. Parámetros Sísmicos del Bloque 1 - Dirección "y"**

<b>Zonificación</b>	Zona	4
	Z	0.45
<b>Parámetros de Sitio</b>	Suelo	S2
	S	1.05
	T <sub>p</sub> (seg)	0.60
	T <sub>L</sub> (seg)	2.00
	T <sub>x</sub> (seg)	0.116
<b>Factor de Amplificación Sísmica</b>	C	2.5
<b>Uso</b>	Categoría	A
	U	1.50
<b>Factor de Reducción Sísmica</b>	Albañilería	
	R <sub>o</sub>	3
	l <sub>a</sub>	1.00
	l <sub>p</sub>	1.00
	R	3.00
<b><math>\frac{ZUCS}{R}</math></b>	Coeficiente de reducción en la base: 0.590625	

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 44. Parámetros Sísmicos del Bloque 2 - Dirección "x"**

<b>Zonificación</b>	Zona	4
	Z	0.45
<b>Parámetros de Sitio</b>	Suelo	S2
	S	1.05
	T <sub>p</sub> (seg)	0.60
	T <sub>L</sub> (seg)	2.00
<b>Factor de Amplificación Sísmica</b>	T <sub>x</sub> (seg)	0.276
	C	2.5
<b>Uso</b>	Categoría	A
	U	1.50
<b>Factor de Reducción Sísmica</b>	Albañilería	
	Ro	3
	la	1.00
	lp	1.00
	R	3.00
<b><math>\frac{ZUCS}{R}</math></b>	Coeficiente de reducción en la base: 0.590625	

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 45. Parámetros Sísmicos del Bloque 2 - Dirección "y"**

<b>Zonificación</b>	Zona	4
	Z	0.45
<b>Parámetros de Sitio</b>	Suelo	S2
	S	1.05
	T <sub>p</sub> (seg)	0.60
	T <sub>L</sub> (seg)	2.00
<b>Factor de Amplificación Sísmica</b>	T <sub>x</sub> (seg)	0.116
	C	2.5
<b>Uso</b>	Categoría	A
	U	1.50
<b>Factor de Reducción Sísmica</b>	Albañilería	
	Ro	3
	la	1.00
	lp	1.00
	R	3.00
<b><math>\frac{ZUCS}{R}</math></b>	Coeficiente de reducción en la base: 0.590625	

Fuente: Elaboración Propia

Se considero, además, factores de escala de amplificación de desplazamiento según el artículo 31 de la norma peruana E030, tal y como se detalla en la tabla 46.

**Tabla 46. Amplificación del desplazamiento Bloque 1, 2 "x"**

Dirección	Patrón de Carga	Porcentaje	Factor de Escala
Dirección X-X	Sismo Estático X-X	100%	2.25
Dirección Y-Y	Sismo Estático Y-Y	30%	0.68

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 47. Amplificación del desplazamiento Bloque 1, 2 "y"**

Dirección	Patrón de Carga	Porcentaje	Factor de Escala
Dirección Y-Y	Sismo Estático Y-Y	100%	2.25
Dirección X-X	Sismo Estático X-X	30%	0.68

Fuente: Elaboración Propia

Según las tablas 48 y 49, se puede visualizar las fuerzas equivalentes por piso, dado en el modelo del bloque 1, obteniendo un peso sísmico equivalente a 473.01 tonf, además de un cortante estático en la base en dirección "x, y" de 279.37 tonf.

**Tabla 48. Fuerzas equivalentes por piso Bloque 1 "x"**

Nivel	Peso Sísmico (Tonf)	Altura "h"		h <sup>k</sup>	P x h <sup>k</sup>	α <sub>x</sub>	Fx (Tonf)	Vx (Tonf)	Mz (Tonf.m)
		h (m)	h. acumulado (m)						
2	208.00	3.15	6.30	6.30	1310.4	0.61	170.65	170.65	224.07
1	265.02	3.15	3.15	3.15	834.8	0.39	108.72	279.37	142.75
Total	473.01	6.30	-	-	2145.2	-	279.37	-	-

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 49. Fuerzas equivalentes por piso Bloque 1 "y"**

Nivel	Peso Sísmico (Tonf)	Altura "h"		h <sup>k</sup>	P x h <sup>k</sup>	α <sub>x</sub>	Fx (Tonf)	Vx (Tonf)	Mz (Tonf.m)
		h (m)	h. acumulado (m)						
2	208.00	3.15	6.30	6.30	1310.4	0.61	170.65	170.65	79.78
1	265.02	3.15	3.15	3.15	834.8	0.39	108.72	279.37	50.83
Total	473.01	6.30	-	-	2145.2	-	279.37	-	-

Fuente: Elaboración Propia

Según las tablas 50 y 51, se puede visualizar las fuerzas equivalentes por piso, dado en el modelo del bloque 2, obteniendo un peso sísmico equivalente a 456.07 tonf, además de un cortante estático en la base en dirección “x, y” de 269.37 tonf.

Tabla 50. Fuerzas equivalentes por piso Bloque 2 “x”

Nivel	Peso Sísmico (Tonf)	Altura "h"		h <sup>k</sup>	P x h <sup>k</sup>	α <sub>x</sub>	Fx (Tonf)	Vx (Tonf)	Mz (Tonf.m)
		h (m)	h. acumulado (m)						
2	205.07	3.15	6.30	6.30	1291.9	0.62	167.10	167.10	213.06
1	251.00	3.15	3.15	3.15	790.6	0.38	102.26	269.37	130.39
Total	456.07	6.30	-	-	2082.6	-	269.37	-	-

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 51. Fuerzas equivalentes por piso Bloque 2 “y”

Nivel	Peso Sísmico (Tonf)	Altura "h"		h <sup>k</sup>	P x h <sup>k</sup>	α <sub>x</sub>	Fx (Tonf)	Vx (Tonf)	Mz (Tonf.m)
		h (m)	h. acumulado (m)						
2	205.07	3.15	6.30	6.30	1291.9	0.62	167.10	167.10	78.91
1	251.00	3.15	3.15	3.15	790.6	0.38	102.26	269.37	48.29
Total	456.07	6.30	-	-	2082.6	-	269.37	-	-

Fuente: Elaboración Propia

### 4.5.3 Distorsiones

#### Bloque 1:

De acuerdo a la NTP E0.30 para cada tipo del sistema estructural se estableció límites de desplazamientos laterales por medio de la distorsión o deriva de entrepiso (cociente entre el desplazamiento máximo de entrepiso y la altura de entrepiso); por ejemplo, para edificios de concreto armado el límite para la deriva es de 7 ‰ y para edificios de albañilería 5 ‰. La figura 41 muestra el límite de deriva para otros sistemas estructurales.

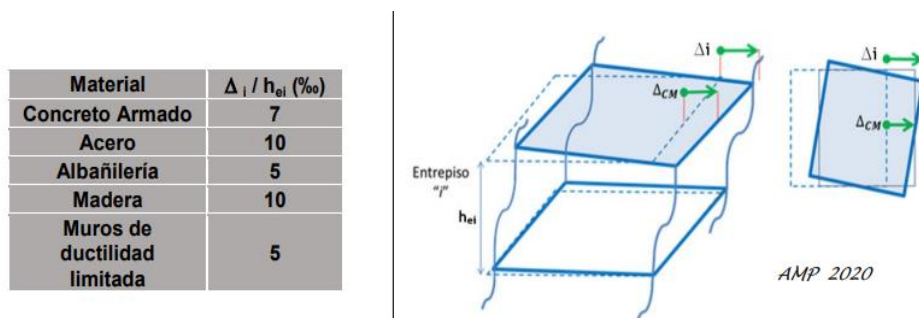


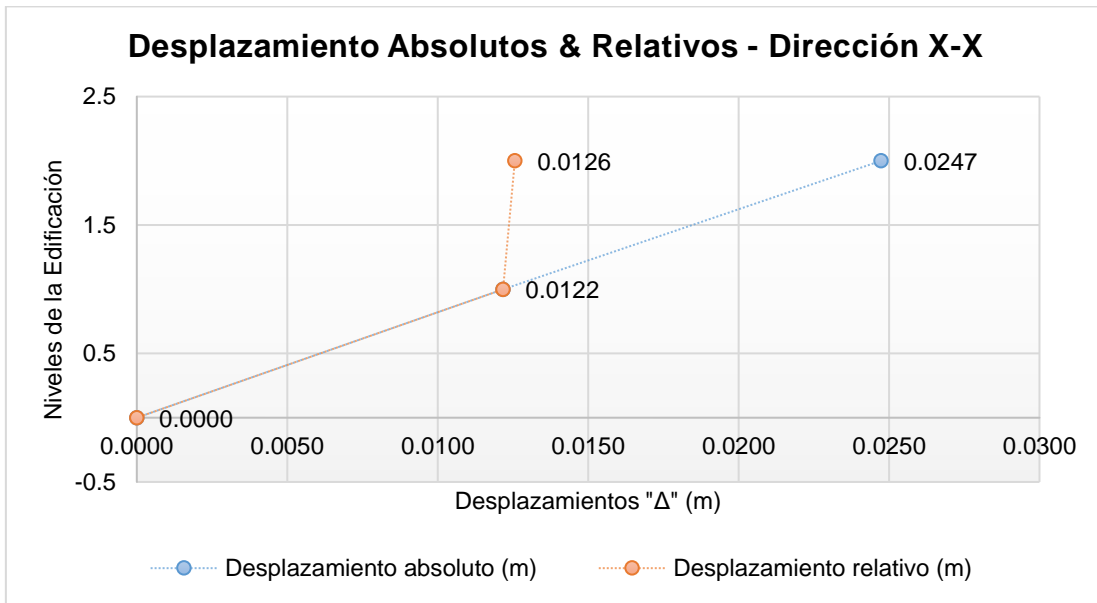
Figura 41. Límites para el desplazamiento de entrepiso.

Fuente: Ing. Alejandro Muñoz Peláez, 2020

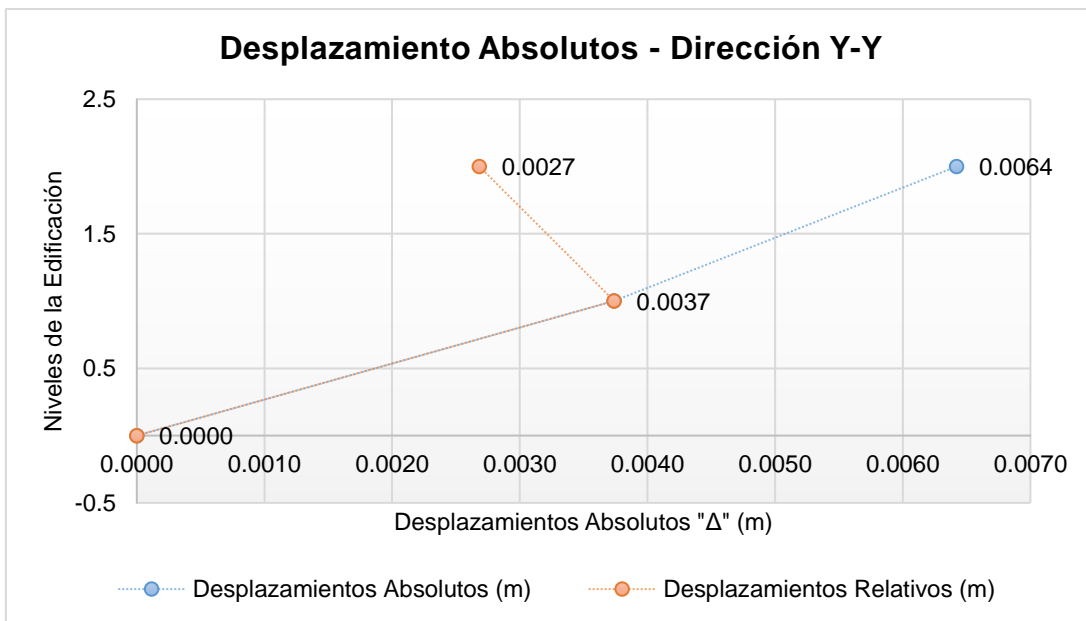
**Tabla 52.** Desplazamientos por niveles, Bloque 1 (Sismo Estático X, Y)

N° de Piso	Dirección X-X			Dirección Y-Y		
	$\Delta_{\text{máx}}$ (m)	$\Delta_{\text{prom}}$ (m)	$\Delta_{\text{CM}}$ (m)	$\Delta_{\text{máx}}$ (m)	$\Delta_{\text{prom}}$ (m)	$\Delta_{\text{CM}}$ (m)
2	0.0247	0.0245	0.0246	0.0064	0.0059	0.0059
1	0.0122	0.0121	0.0121	0.0037	0.0034	0.0034

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 42.** Desplazamientos absolutos y relativos, sismo estático "x", Bloque 1  
Fuente: Elaboración Propia



**Figura 43.** Desplazamientos absolutos y relativos, sismo estático "y", Bloque 1  
Fuente: Elaboración Propia

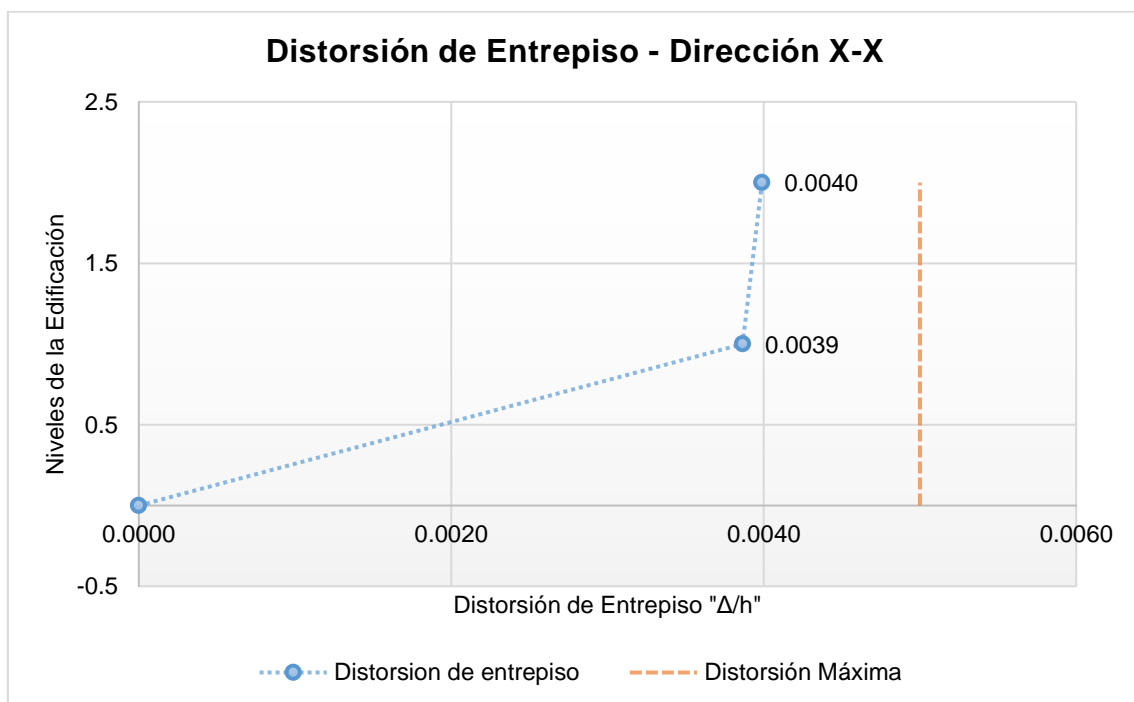


La tabla 53 correspondiente al eje "x", detalla las distorsiones de piso 1 y 2, el cual cumplen con el límite señalado presentándose la mayor distorsión en el segundo piso con un valor de 0.004, valor por debajo al límite de distorsión permitida.

**Tabla 53. Deriva del Bloque 1, análisis estático "x"**

N° de Piso	Norma E.030 Artículo 31		Altura "h" (m)	Distorsión de Entrepiso	Verificación de Deriva
	$\Delta_{\text{absoluto}}$ (m)	$\Delta_{\text{relativo}}$ (m)			
2	0.0247	0.0126	3.15	0.0040	Si Cumple
1	0.0122	0.0122	3.15	0.0039	Si Cumple
0	0.0000	0.0000	0.00	0.0000	-

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 44. Distorsión de Entrepiso Bloque 1, sismo estático "x"**

Fuente: Elaboración Propia

La tabla 54 correspondiente al eje "y", detalla las distorsiones de piso 1 y 2, el cual cumplen con el límite señalado presentándose la mayor distorsión en el primer piso con un valor de 0.0012, valor por debajo al límite de distorsión permitida.

Tabla 54. Deriva del Bloque 1, análisis estático "y"

N° de Piso	Norma E.030 Artículo 31		Altura "h" (m)	Distorsión de Entrepiso	Verificación de Deriva
	$\Delta_{\text{absoluto}}$ (m)	$\Delta_{\text{relativo}}$ (m)			
2	0.0064	0.0027	3.15	0.0009	Si Cumple
1	0.0037	0.0037	3.15	0.0012	Si Cumple
0	0.0000	0.0000	0.00	0.0000	-

Fuente: Elaboración Propia

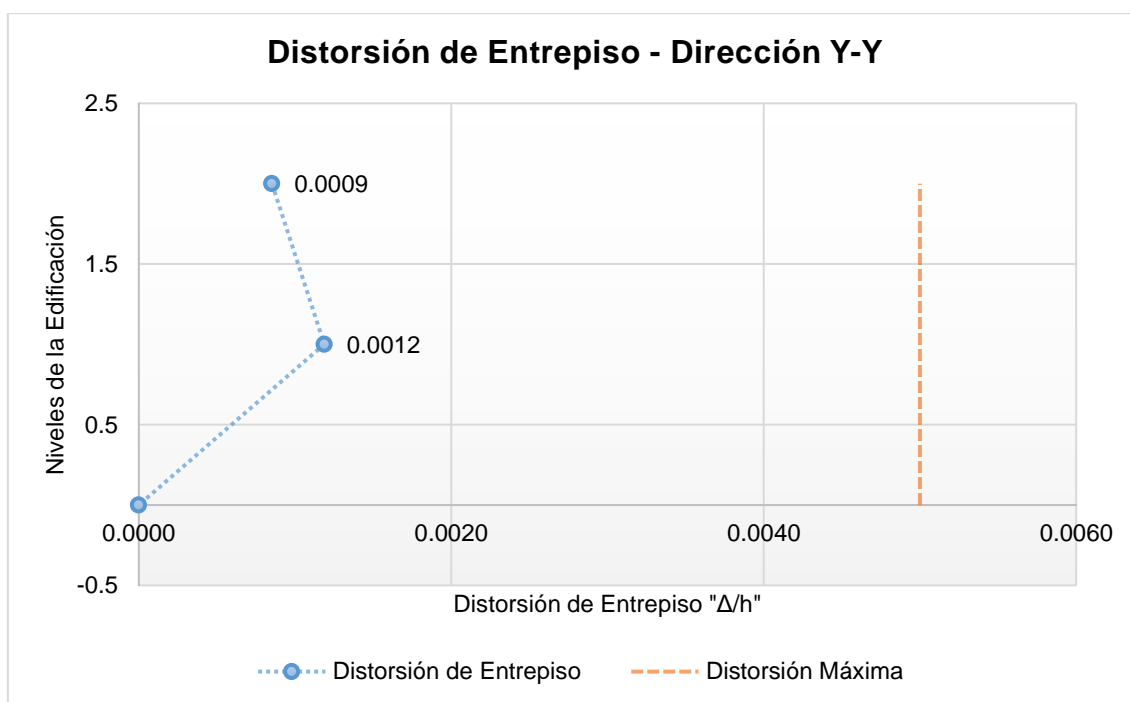


Figura 45. Distorsión de Entripiso Bloque 1, sismo estático "y"

Fuente: Elaboración Propia

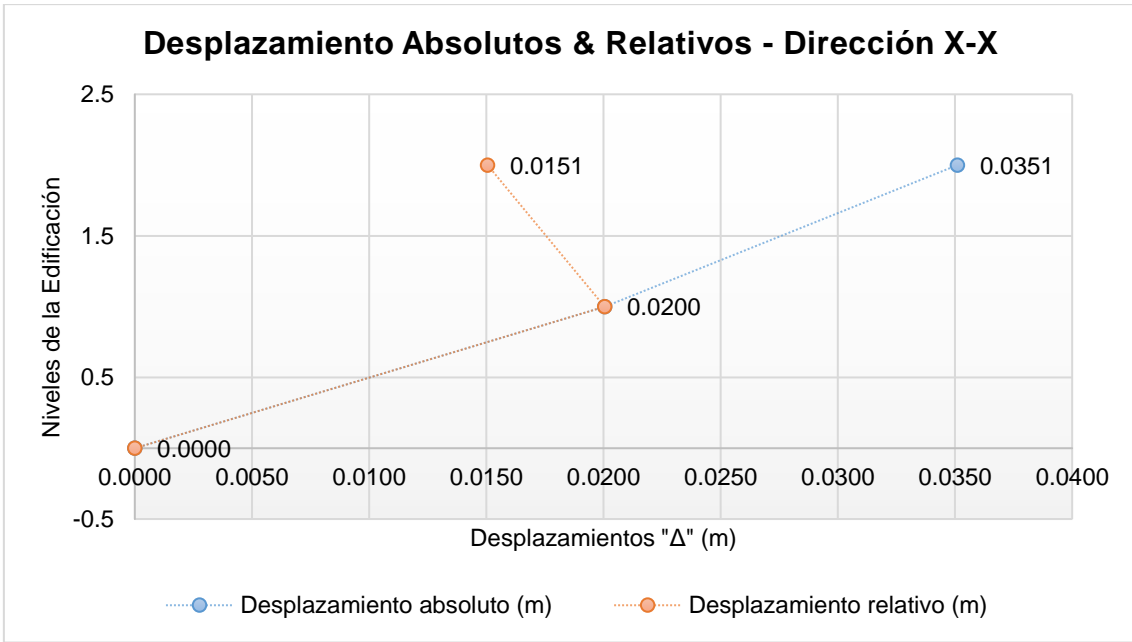
## Bloque 2:

La tabla 55 detalla los desplazamientos absolutos de cada dirección de análisis, por lo que deberán ser convertidos a desplazamientos relativos y a derivas inelásticas.

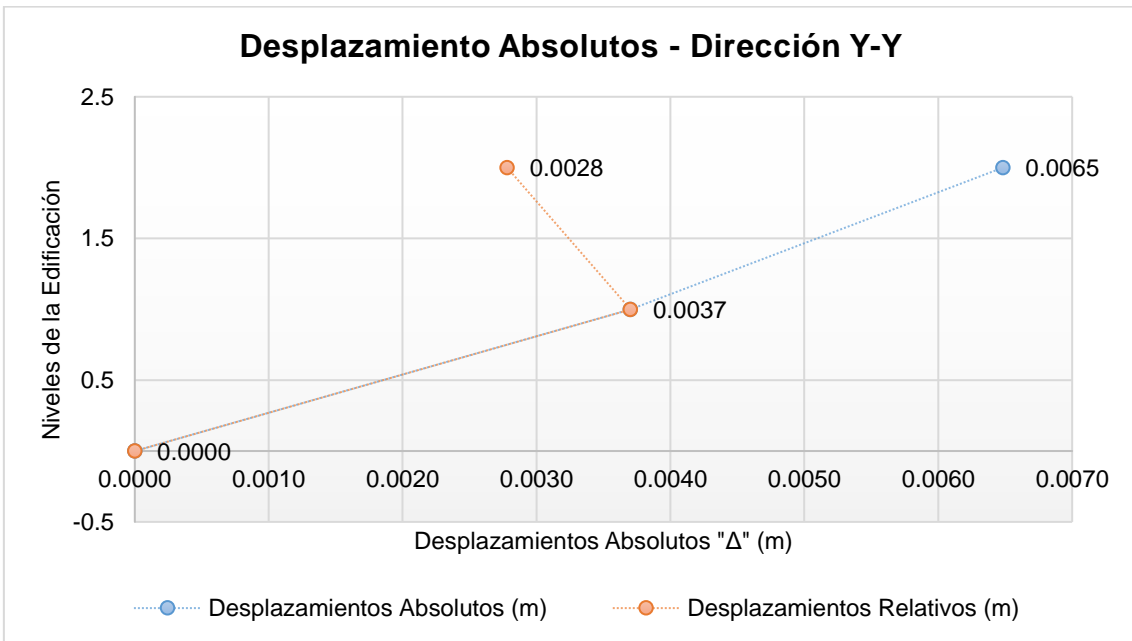
Tabla 55. Desplazamientos por niveles, Bloque 2 (Sismo Estático X, Y)

N° de Piso	Dirección X-X			Dirección Y-Y		
	$\Delta_{\text{máx}}$ (m)	$\Delta_{\text{prom}}$ (m)	$\Delta_{\text{CM}}$ (m)	$\Delta_{\text{máx}}$ (m)	$\Delta_{\text{prom}}$ (m)	$\Delta_{\text{CM}}$ (m)
2	0.0351	0.0349	0.0349	0.0065	0.0059	0.0059
1	0.0200	0.0199	0.0200	0.0037	0.0034	0.0034

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 46.** Desplazamientos absolutos y relativos, sismo estático "x", Bloque 2  
Fuente: Elaboración Propia



**Figura 47.** Desplazamientos absolutos y relativos, sismo estático "y", Bloque 2  
Fuente: Elaboración Propia

La tabla 56 correspondiente al eje "x", detalla las distorsiones de piso 1 y 2, el cual cumplen con el límite señalado presentándose la mayor distorsión en el segundo piso con un valor de 0.004, valor por debajo al límite de distorsión permitida.

Tabla 56. Deriva del Bloque 2, análisis estático "x"

N° de Piso	Norma E.030 Artículo 31		Altura "h" (m)	Distorsión de Entrepiso	Verificación de Deriva
	$\Delta_{\text{absoluto}}$ (m)	$\Delta_{\text{relativo}}$ (m)			
2	0.0351	0.0151	3.15	0.0048	Si Cumple
1	0.0200	0.0200	3.15	0.0064	No Cumple, Verificar
0	0.0000	0.0000	0.00	0.0000	-

Fuente: Elaboración Propia

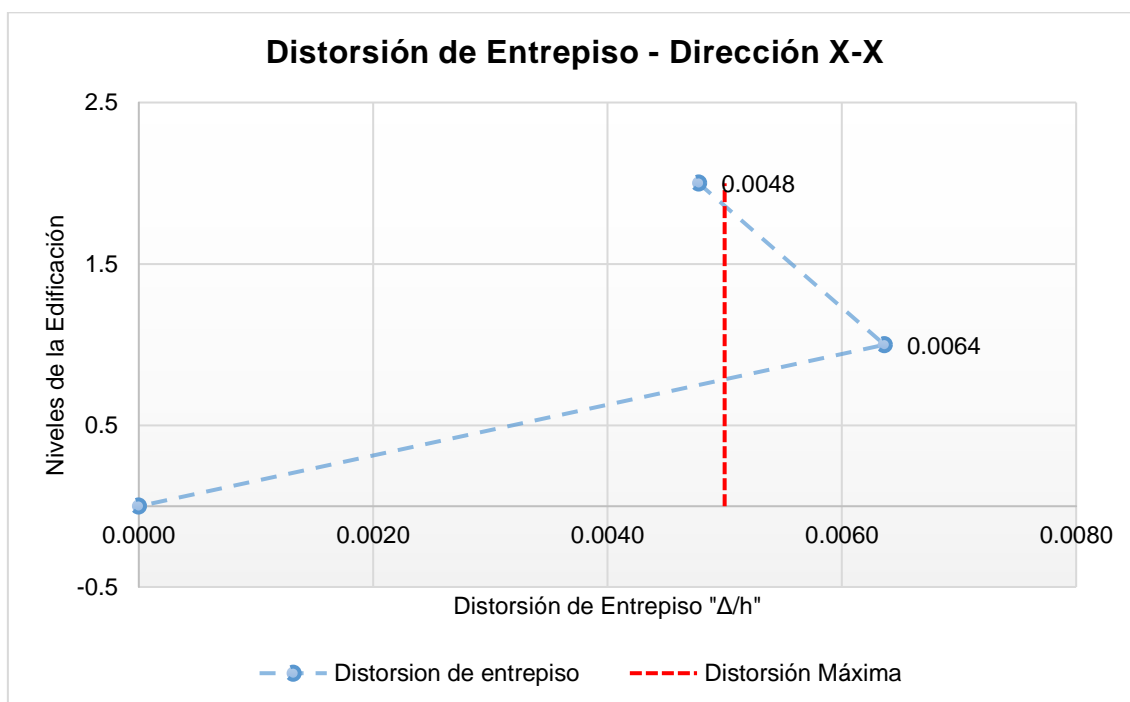


Figura 48. Distorsión de Entrepiso Bloque 1, sismo estático "x"

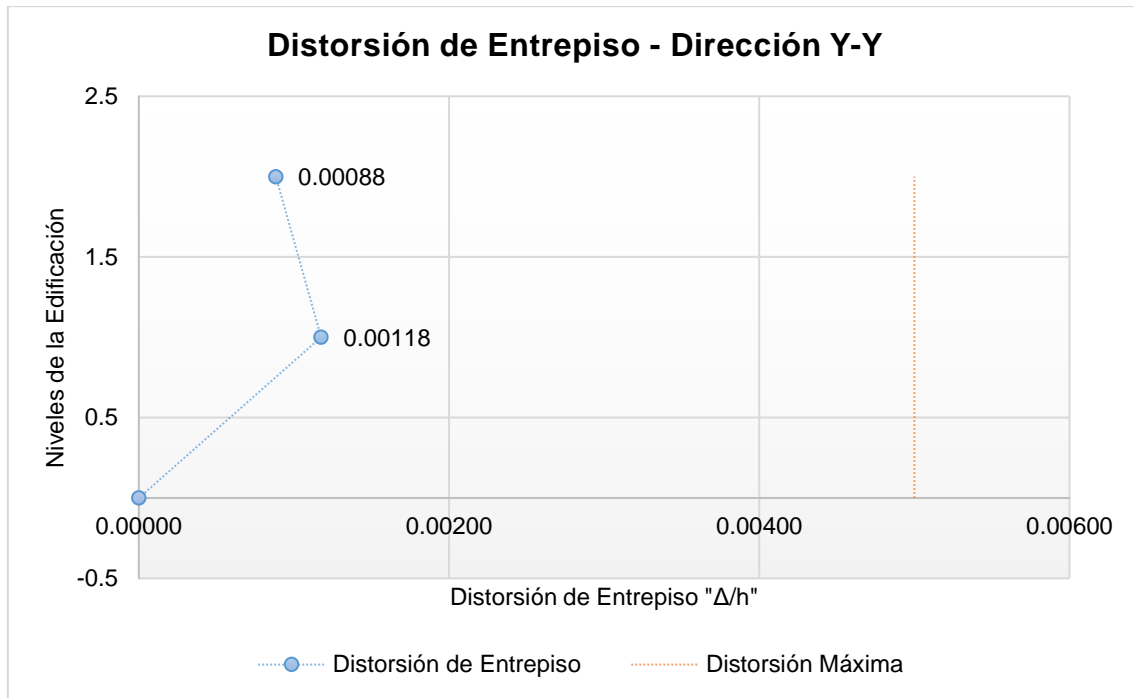
Fuente: Elaboración Propia

La tabla 57 correspondiente al eje "y", detalla las distorsiones de piso 1 y 2, el cual cumplen con el límite señalando presentándose la mayor distorsión en el primer piso con un valor de 0.00118, valor por debajo al límite de distorsión permitida.

Tabla 57. Deriva del Bloque 1, análisis estático "y"

N° de Piso	Norma E.030 Artículo 31		Altura "h" (m)	Distorsión de Entrepiso	Verificación de Deriva
	$\Delta_{\text{absoluto}}$ (m)	$\Delta_{\text{relativo}}$ (m)			
2	0.0065	0.0028	3.15	0.00088	Si Cumple
1	0.0037	0.0037	3.15	0.00118	Si Cumple
0	0.0000	0.0000	0.00	0.00000	-

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 49.** Distorsión de Entripiso Bloque 2, sismo estático “y”  
Fuente: Elaboración Propia

#### 4.5.4 Resistencia al Corte en albañilería confinada

##### 4.5.4.1 Diseño por cargas verticales

###### Bloque 1:

Según la NTP E.070, el cortante por sismo severo en la dirección de análisis, se interpreta como el cortante de demanda y el valor  $V_m$  se representa como la resistencia al corte por sismo moderado en la dirección de análisis.

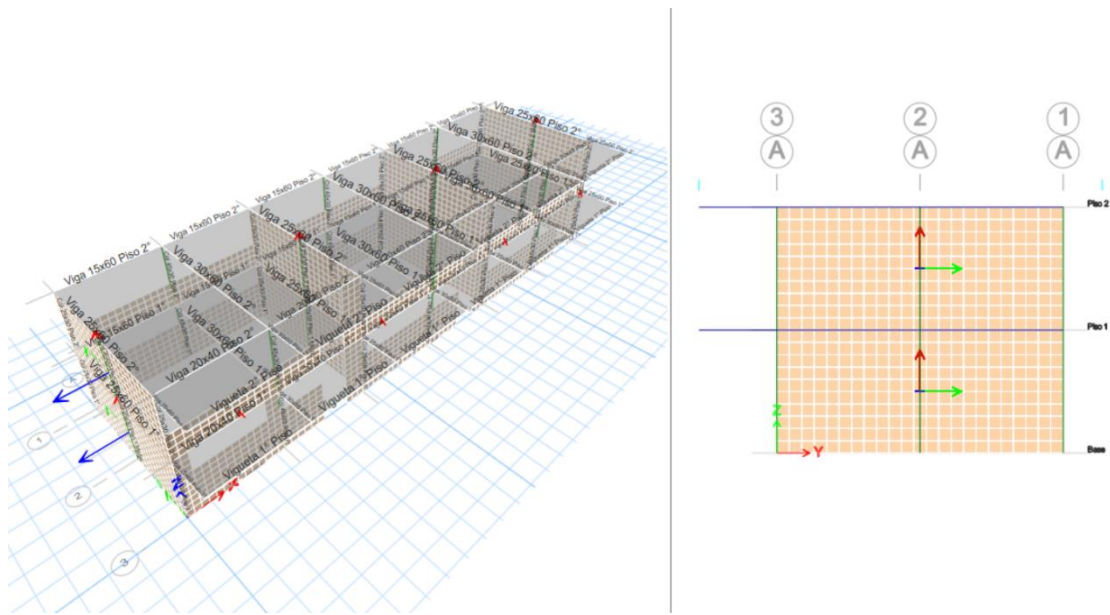
De la tabla 58 se puede evidenciar algunas observaciones donde los muros del bloque 1 en la dirección “y” se encuentran sobrepasando el 15% de la capacidad a la compresión de la albañilería, es decir el esfuerzo axial máximo es menor a la capacidad de muro, sin embargo, este último supera  $0.15f'_m$  ( $5.25 \text{ Kg/cm}^2$ ), caso contrario sucede con los muros que se encuentran ubicados en la dirección “x”, donde se encuentran cumpliendo con el requerimiento de la norma:

$$\sigma_m = \frac{P_m}{L * t} \leq 0.20f'_m \left[ 1 - \frac{h^2}{35t} \right] \leq 0.15 f'_m \quad (4.1)$$

**Tabla 58.** Capacidad de los Muros del Primer Nivel, Bloque 1

Muro	L (m)	t (m)	Pm (Kg)	$\sigma_m$ Kg/cm <sup>2</sup>	$0.20f'_m \left[ 1 - \frac{h^2}{35t} \right]$	0.15f'm	Observación
MAB [Eje 3]	4.438	0.13	12135.970	2.104	3.64	5.25	Ok
MCD [Eje 3]	4.000	0.13	15841.000	3.046	3.64	5.25	Ok
MEF [Eje 3]	4.000	0.13	16068.740	3.090	3.64	5.25	Ok
MGG [Eje 3]	4.000	0.13	2272.380	0.437	3.64	5.25	Ok
MAB [Eje 1]	4.438	0.13	4050.020	0.702	3.64	5.25	Ok
MBC [Eje 1]	4.340	0.13	4926.470	0.873	3.64	5.25	Ok
MCD [Eje 1]	4.465	0.13	4887.300	0.842	3.64	5.25	Ok
MEF [Eje 1]	4.390	0.13	4936.030	0.865	3.64	5.25	Ok
MFG [Eje 1]	4.400	0.13	4034.800	0.705	3.64	5.25	Ok
MDE [Eje 1]	4.233	0.13	4756.790	0.865	3.64	5.25	Ok
MA-P1	7.350	0.23	24561.490	1.453	5.93	5.25	No cumple
MC-P1	7.350	0.23	35259.350	2.086	5.93	5.25	No cumple
ME-P1	7.350	0.23	34818.970	2.060	5.93	5.25	No cumple
MG-P1	7.350	0.23	24458.550	1.447	5.93	5.25	No cumple

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 50.** Modelado de muros en albañilería Bloque 1

Fuente: Etabs V20.1

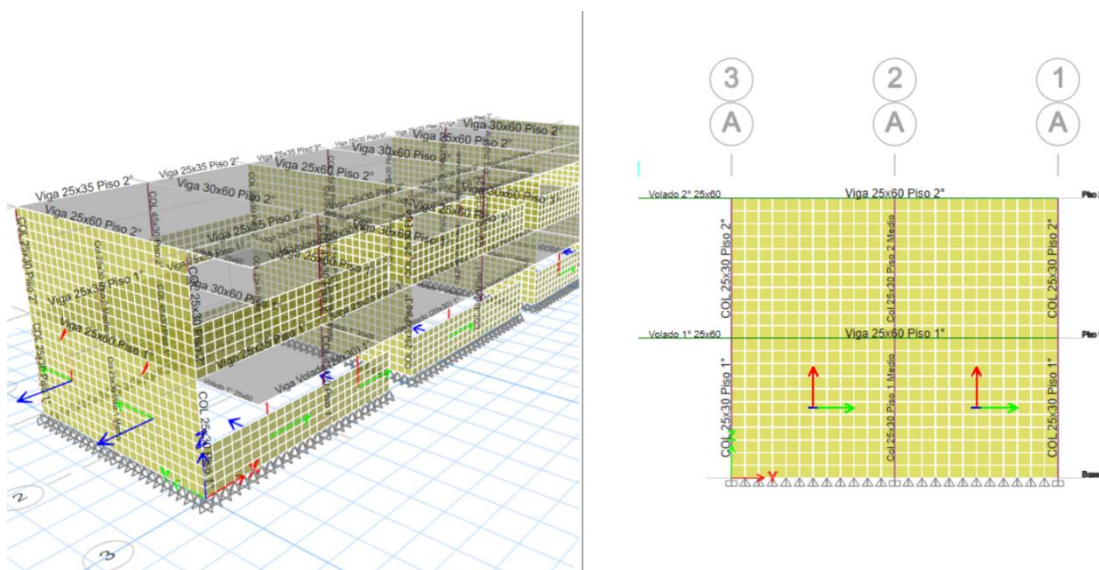
**Bloque 2:**

De la tabla 59 se puede evidenciar algunas observaciones donde los muros del bloque 2 en la dirección “y” se encuentran sobrepasando el 15% de la capacidad a la compresión de la albañilería, es decir que el esfuerzo axial máximo es menor a la capacidad de muro, sin embargo, este último supera 0.15f'm (5.25 Kg/cm<sup>2</sup>), caso contrario sucede con los muros que se encuentran ubicados en la dirección “x”, donde se encuentran cumpliendo con el requerimiento de la norma:

**Tabla 59.** Capacidad de los Muros del Primer Nivel, Bloque 2

Muro	L (m)	t (m)	Pm (Kg)	$\sigma_m$ Kg/cm <sup>2</sup>	$0.20f'_m \left[ 1 - \frac{h^2}{35t} \right]$	0.15f'm	Observación
AB [eje 3 Piso 1]	4.275	0.13	4127.998	0.743	3.64	5.25	Ok
BC [eje 3 Piso 1]	4.225	0.13	3064.533	0.558	3.64	5.25	Ok
CD [eje 3 Piso 1]	4.275	0.13	5340.962	0.961	3.64	5.25	Ok
DE [eje 3 Piso 1]	4.215	0.13	6272.849	1.145	3.64	5.25	Ok
EF [eje 3 Piso 1]	4.275	0.13	5489.554	0.988	3.64	5.25	Ok
FG [eje 3 Piso 1]	4.235	0.13	3019.012	0.548	3.64	5.25	Ok
AB [eje 1 Piso 1]	4.275	0.13	2514.383	0.452	3.64	5.25	Ok
BC [eje 1 Piso 1]	4.225	0.13	3341.548	0.608	3.64	5.25	Ok
CD [eje 1 Piso 1]	4.275	0.13	3283.433	0.591	3.64	5.25	Ok
EF [eje 1 Piso 1]	4.275	0.13	3351.771	0.603	3.64	5.25	Ok
FG [eje 1 Piso 1]	4.235	0.13	2533.924	0.460	3.64	5.25	Ok
A-3-2 [eje A Piso 1]	3.675	0.23	15059.382	1.782	5.93	5.25	No cumple
A-2-1 [eje A Piso 1]	3.675	0.23	10328.053	1.222	5.93	5.25	No cumple
C-3-2 [eje C Piso 1]	3.675	0.23	22101.915	2.615	5.93	5.25	No cumple
C-2-1 [eje C Piso 1]	3.675	0.23	15481.796	1.832	5.93	5.25	No cumple
E-2-1 [eje E Piso 1]	3.675	0.23	15489.831	1.833	5.93	5.25	No cumple
E-3-2 [eje E Piso 1]	3.675	0.23	22037.730	2.607	5.93	5.25	No cumple
G-2-1 [eje G Piso 1]	3.675	0.23	10351.480	1.225	5.93	5.25	No cumple
G-3-2 [eje G Piso 1]	3.675	0.23	14773.354	1.748	5.93	5.25	No cumple

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 51.** Modelado de muros en albañilería Bloque 2

Fuente: Etabs V20.1

#### 4.5.4.2 Control de fisuración

##### Bloque 1:

Posteriormente se realizó la verificación del control por fisuración, el propósito de este control es evitar el fisuramiento de muros de un sistema estructural ante movimientos sísmicos moderados, que son los más frecuentes. Para el efecto se considerarán las fuerzas cortantes producidas por el sismo moderado. Para el presente trabajo se verifico que los muros portantes de albañilería del primer piso deban ser verificados mediante la expresión  $V_e \leq 0.55V_m$ , lo cual controla la ocurrencia de fisuras por corte

Tabla 60. Control de fisuración de muros del Piso 1, Bloque 1

Muro	Pg	Ve-X	Me-X	Ve-Y	Me-Y	Ve	Me	$\frac{V_e \cdot L}{M_e}$	$\alpha$	Vm	$V_e \leq 0.55V_m$
	(kg)	(kg)	(kg-m)	(kg)	(kg-m)	(kg)	(kg-m)			(kg)	
MAB [Eje 3]	11019.71	17432.61	15950.15	18.52	9.40	17432.61	15950.15	4.85	1.00	17244.85	Fisurado
MCD [Eje 3]	14263.88	15145.60	34412.30	14.31	15.47	15145.60	34412.30	1.76	1.00	16540.69	Fisurado
MEF [Eje 3]	14472.27	15370.65	36400.51	22.52	15.65	15370.65	36400.51	1.69	1.00	16588.62	Fisurado
MGG [Eje 3]	2103.83	1548.59	1394.36	1.68	5.82	1548.59	1394.36	4.44	1.00	13743.88	No Fisurado
MAB [Eje 1]	3863.58	8240.63	1075.80	17.42	9.09	8240.63	1075.80	33.99	1.00	15598.94	No Fisurado
MBC [Eje 1]	4606.64	7546.55	2316.50	7.50	8.88	7546.55	2316.50	14.14	1.00	15446.63	No Fisurado
MCD [Eje 1]	4586.29	7577.94	2483.91	17.94	8.98	7577.94	2483.91	13.62	1.00	15856.32	No Fisurado
MEF [Eje 1]	4619.87	7692.65	2576.85	10.45	9.00	7692.65	2576.85	13.11	1.00	15615.42	No Fisurado
MFG [Eje 1]	3846.51	8192.11	955.31	14.03	9.14	8192.11	955.31	37.73	1.00	15470.70	No Fisurado
MDE [Eje 1]	4453.76	7255.38	1743.97	11.21	8.56	7255.38	1743.97	17.61	1.00	15055.10	No Fisurado
MA	22916.82	448.59	267.42	22485.21	27617.93	22485.21	27617.93	5.98	1.00	48378.62	No Fisurado
MC	31896.31	359.87	292.77	21984.66	25377.82	21984.66	25377.82	6.37	1.00	50443.90	No Fisurado
ME	31533.80	359.21	292.50	22107.64	25443.86	22107.64	25443.86	6.39	1.00	50360.52	No Fisurado
MG	22822.96	548.01	283.87	22806.43	28292.50	22806.43	28292.50	5.92	1.00	48357.03	No Fisurado



**Bloque 2:**

Según la tabla 72 existen muros que presentarían fisuras ante sismos moderados, estos son:

**Tabla 61. Control de fisuración de muros del Piso 1, Bloque 2**

Muro	Pg	Ve-X	Me-X	Ve-Y	Me-Y	Ve	Me	$\frac{V_e \cdot L}{M_e}$	$\alpha$	Vm	$V_e \leq 0.55V_m$
	(kg)	(kg)	(kg-m)	(kg)	(kg-m)	(kg)	(kg-m)			(kg)	
AB [eje 3 Piso 1]	3816.83	11898.83	6825.24	10.49	2.83	11898.83	6825.24	7.45	1.00	15049.50	Fisurado
BC [eje 3 Piso 1]	2783.09	6272.40	84.44	9.73	0.75	6272.40	84.44	313.83	1.00	14645.99	No Fisurado
CD [eje 3 Piso 1]	4827.35	13902.99	7790.84	19.86	1.75	13902.99	7790.84	7.63	1.00	15281.91	Fisurado
DE [eje 3 Piso 1]	5812.32	18424.65	8459.08	18.37	22845.86	18424.65	22845.86	3.40	1.00	15309.56	Fisurado
EF [eje 3 Piso 1]	4949.16	12720.76	7394.43	17.60	2.54	12720.76	7394.43	7.35	1.00	15309.93	Fisurado
FG [eje 3 Piso 1]	2749.93	6247.78	145.14	9.93	0.83	6247.78	145.14	182.30	1.00	14671.51	No Fisurado
AB [eje 1 Piso 1]	2430.19	11496.43	6271.78	14.25	3.10	11496.43	6271.78	7.84	1.00	14730.57	Fisurado
BC [eje 1 Piso 1]	3138.61	10058.14	6991.89	11.54	2.80	10058.14	6991.89	6.08	1.00	14727.76	Fisurado
CD [eje 1 Piso 1]	3094.28	11089.81	7189.07	16.39	1.97	11089.81	7189.07	6.59	1.00	14883.31	Fisurado
EF [eje 1 Piso 1]	3150.56	10123.06	7332.03	10.50	2.91	10123.06	7332.03	5.90	1.00	14896.25	Fisurado
FG [eje 1 Piso 1]	2444.25	11455.27	5979.47	15.30	3.25	11455.27	5979.47	8.11	1.00	14601.20	Fisurado
A-3-2 [eje A Piso 1]	13856.75	4264.55	1787.41	4264.55	1787.41	4264.55	1787.41	8.77	1.00	24740.93	No Fisurado
A-2-1 [eje A Piso 1]	9798.92	3766.46	2633.24	3766.46	2633.24	3766.46	2633.24	5.26	1.00	23807.63	No Fisurado
C-3-2 [eje C Piso 1]	19784.74	3337.42	1848.70	3337.42	1848.70	3337.42	1848.70	6.63	1.00	26104.36	No Fisurado
C-2-1 [eje C Piso 1]	14164.68	3420.74	1359.51	3420.74	1359.51	3420.74	1359.51	9.25	1.00	24811.75	No Fisurado
E-2-1 [eje E Piso 1]	14171.61	3481.07	1453.61	3481.07	1453.61	3481.07	1453.61	8.80	1.00	24813.34	No Fisurado
E-3-2 [eje E Piso 1]	19730.90	3265.14	2214.96	3265.14	2214.96	3265.14	2214.96	5.42	1.00	26091.98	No Fisurado
G-2-1 [eje G Piso 1]	9816.21	3930.62	2974.10	3930.62	2974.10	3930.62	2974.10	4.86	1.00	23811.60	No Fisurado
G-3-2 [eje G Piso 1]	13606.67	4244.95	1713.18	4244.95	1713.18	4244.95	1713.18	9.11	1.00	24683.41	No Fisurado

Fuente: Elaboración Propia

Los muros de albañilería confinada tienden a presentar derivas y desplazamientos muy bajos esto debido a que poseen una gran rigidez en su estructura, debido a esto una de las fallas más comunes en este tipo de estructuras es la falla por corte, para ello la norma técnica peruana E070 incita a realizar una verificación por corte, en las Tablas 62 y 63 se puede comparar la cortante de demanda obtenido del programa Etabs V20.1 y los valores de la resistencia al corte del muro de albañilería que se calcula con la expresión (4.1) que propone la NTP E0.70. En conclusión, tanto el bloque 1 y el bloque 2 presentan este tipo de fallas por corte, debido a que el valor de la cortante de demanda es mayor que la obtenida por la norma.

$$V_m = 0.5V_m * \alpha * t * L + 0.23 * P_g \quad (4.2)$$

$$\sum V_{mi} \geq V_{Ei} \quad (4.3)$$

**Tabla 62.** Verificación por corte en muros, Bloque 1

Muro Albañilería	Cortante por sismo severo $V_{Ei}$ (tonf)	$V_m$ (tonf)	Condición
Muros "x"	225.49	157.16	No cumple
Muros "y"	227.59	197.54	No cumple

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 63.** Verificación por corte en muros, Bloque 2

Muro Albañilería	Cortante por sismo severo $V_{Ei}$ (tonf)	$V_m$ (tonf)	Condición
Muros "x"	234.12	198.87	No cumple
Muros "y"	216.03	164.11	No cumple

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.5.5 Deformaciones de pórticos debido a tabiques arriostrados

##### 4.5.5.1 Verificación por deformada

A continuación, se logró verificar que casi todas las fuerzas sísmicas ahora son resistidas por las columnas cortas, entendiéndose de que, si no fueron diseñadas para estas fuerzas, existe una posibilidad muy alta de que las columnas puedan fallar. Así mismo debemos acotar que estas fuerzas sísmicas actuantes son mayores si las comparamos con las columnas libres con junta sísmica.

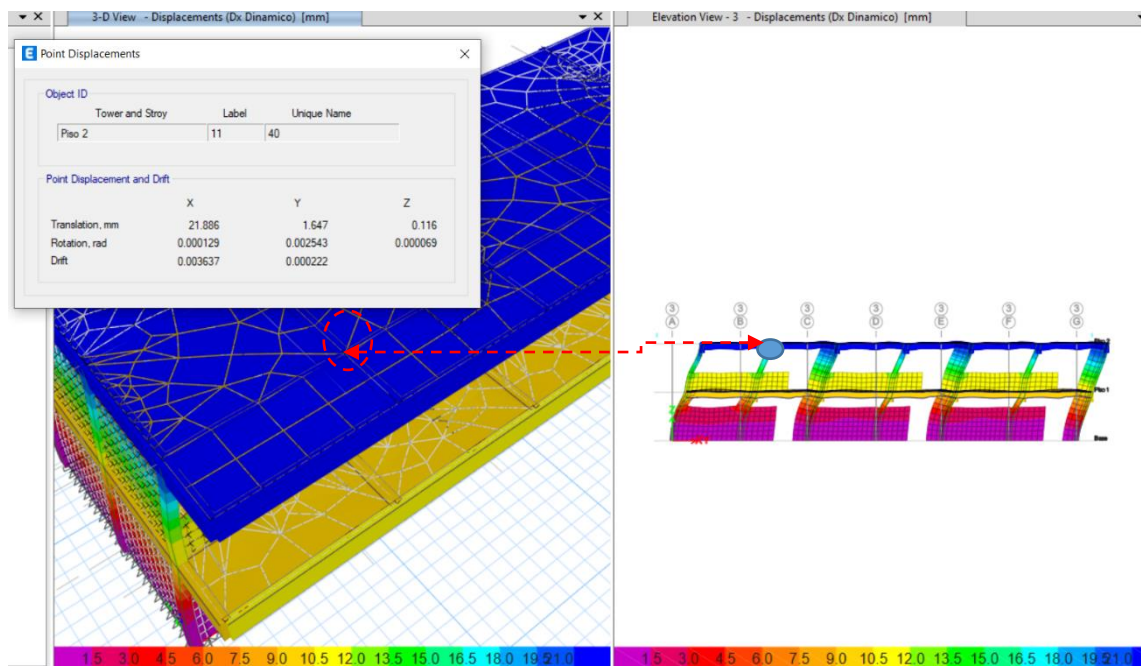
Seguidamente, se visualiza en la tabla 64 una diferencia en cuanto a las deformaciones de las columnas, debido al caso de carga para sismo dinámico en la dirección Dx, evidenciándose de que las menores deformaciones

(desplazamientos) se presentan cuando se restringe la columna por causa de la tabiquería.

**Tabla 64.** Deformación de pórticos, Bloque 1

Nudo	Deformada	Elemento
3A	21.88 mm	Piso 2
3B	21.88 mm	Piso 2
3C	21.88 mm	Piso 2
3D	21.88 mm	Piso 2
3F	21.88 mm	Piso 2
3G	21.88 mm	Piso 1
3A	10.43 mm	Piso 1
3B	10.43 mm	Piso 1
3C	10.43 mm	Piso 1
3D	10.43 mm	Piso 1
3F	10.43 mm </td <td>Piso 1</td>	Piso 1
3G	10.43 mm	Piso 1

Fuente: Propia

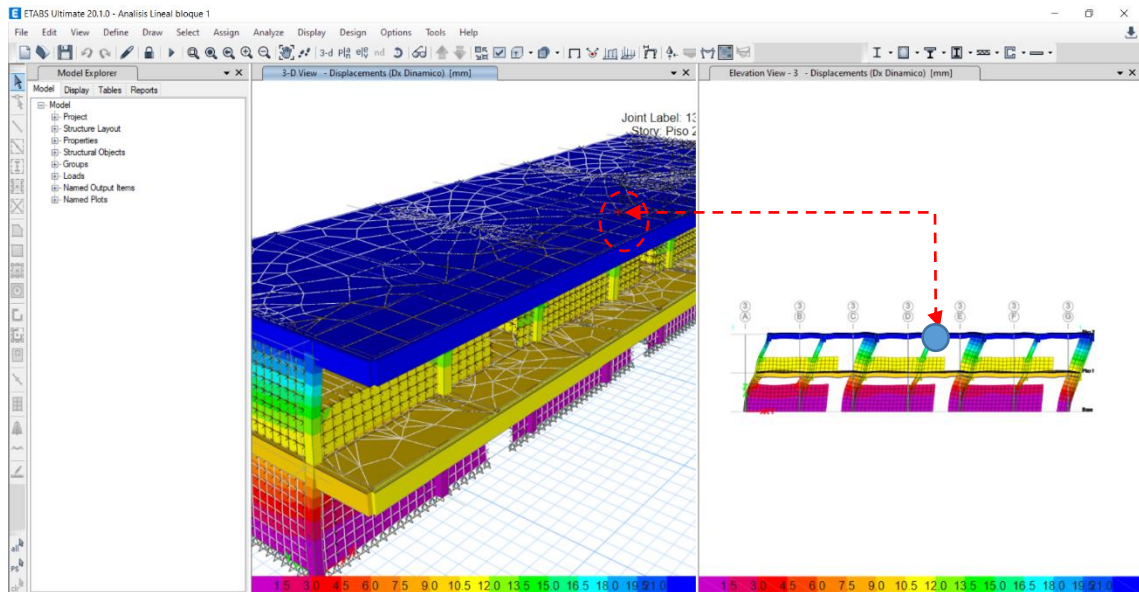


**Figura 52.** Deformada Dx, eje B - Bloque 1

Fuente: Etabs V20.1

Resumiendo, el problema de la columna corta se presenta cuando el desplazamiento horizontal relativo entre el tope y la base de la columna (lo que se conoce como deriva o “drift” en inglés) se concentra sólo en su porción libre,

lo que hace que las fuerzas internas (los cortantes y momentos) sean más grandes que la otra porción de la columna restringida por la tabiquería.



**Figura 53.** Deformada Dx, eje D - Bloque 1  
Fuente: Etabs V20.1

#### 4.5.5.2 Verificación por cortante:

En las tablas 65 y 66, se logró verificar que según el diagrama de fuerzas cortantes  $V_{x3-3}$  con columna corta del bloque 1, las columnas cortas se encuentran absorbiendo un mayor porcentaje de cortante, comparándolo con el tramo de columna que se encuentra confinada y/o arriostrada con el tabique, cuyo cortante es mucho menor;

**Tabla 65.** Reporte de cortantes en columnas corta, Piso 1 - Bloque 1

<b>Nudo</b>	<b><math>V_{3-3}</math> (Tn.f) Columna corta X</b>	<b><math>V_{3-3}</math> (Tn.f) Columna arriostrada X</b>
3B	16.82	4.12
3D	17.75	4.31
3F	17.98	4.34

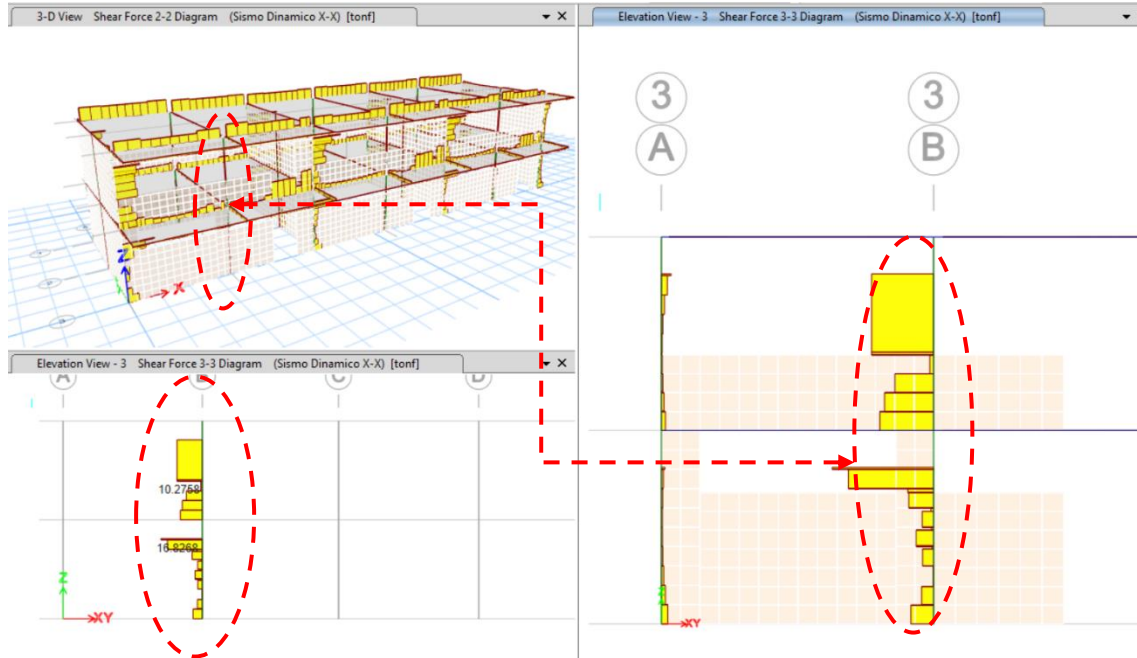
Fuente: Análisis Etabs V20.1

**Tabla 66.** Reporte de cortantes en columnas corta, Piso 2 - Bloque 1

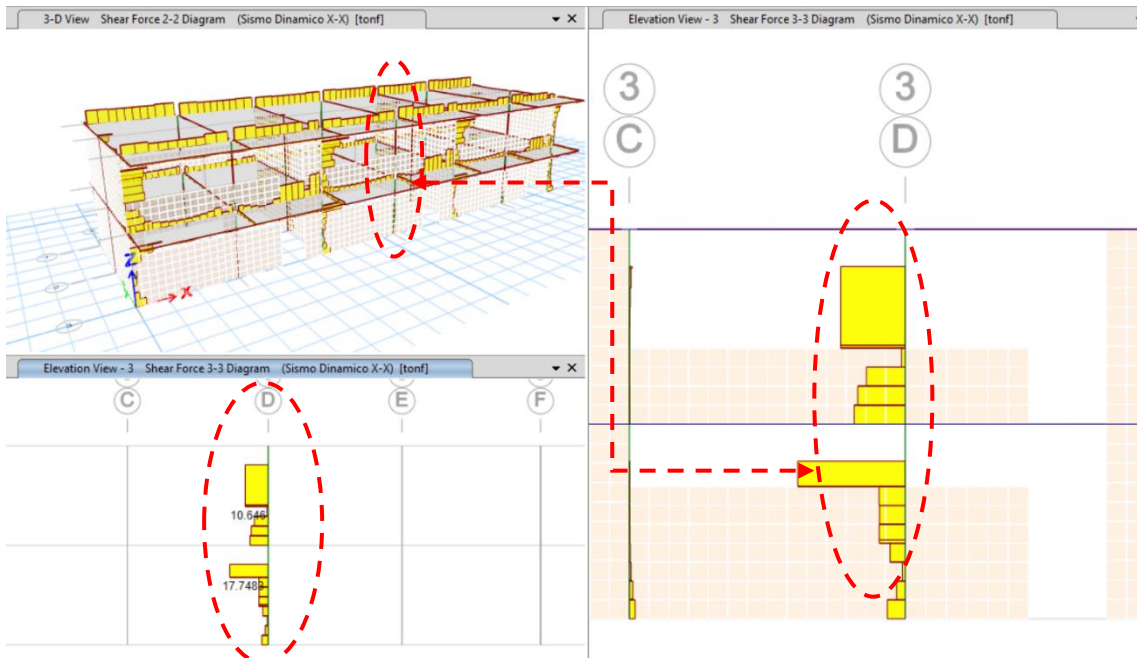
<b>Nudo</b>	<b><math>V_{3-3}</math> (Tn. f) Columna corta X-X</b>	<b><math>V_{3-3}</math>(Tn. f) Columna arriostrada X</b>
3B	10.27	0.63

3D	10.65	0.59
3F	16.31	0.52

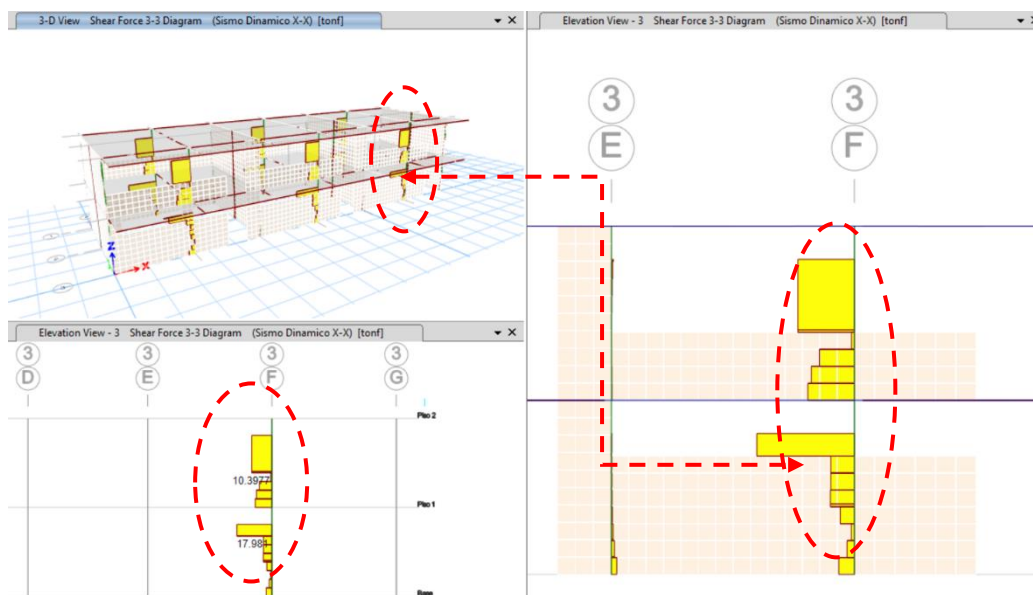
Fuente: Análisis Etabs V20.1



**Figura 54.** Diagrama de cortante SDxx, eje 3B - Bloque 1  
Fuente: Etabs V20.1



**Figura 55.** Diagrama de cortante SDxx, eje 3D - Bloque 1  
Fuente: Etabs V20.1



**Figura 56.** Diagrama de cortante SDxx, eje 3F - Bloque 1  
Fuente: Etabs V20.1

En las tablas 67 y 68, se logró verificar que según el diagrama de fuerzas cortantes  $V_{x3-3}$  con columna corta del bloque 2, las columnas cortas se encuentran absorbiendo un mayor porcentaje de cortante, comparándolo con el tramo de columna que se encuentra confinada y/o arriostrada con el tabique, cuyo cortante es mucho menor; es decir que los cortantes se incrementan cuando se restringe los desplazamientos y cuando además interactúa la tabiquería con columna de pórtico.

**Tabla 67.** Reporte de cortantes en columnas corta, Piso 1 - Bloque 1

<b>Nudo</b>	<b><math>V_{3-3}</math> (Tn.f) Columna corta X</b>	<b><math>V_{3-3}</math> (Tn.f) Columna arriostrada X</b>
3B	22.18	4.22
3C	12.27	1.41
3F	21.82	3.87

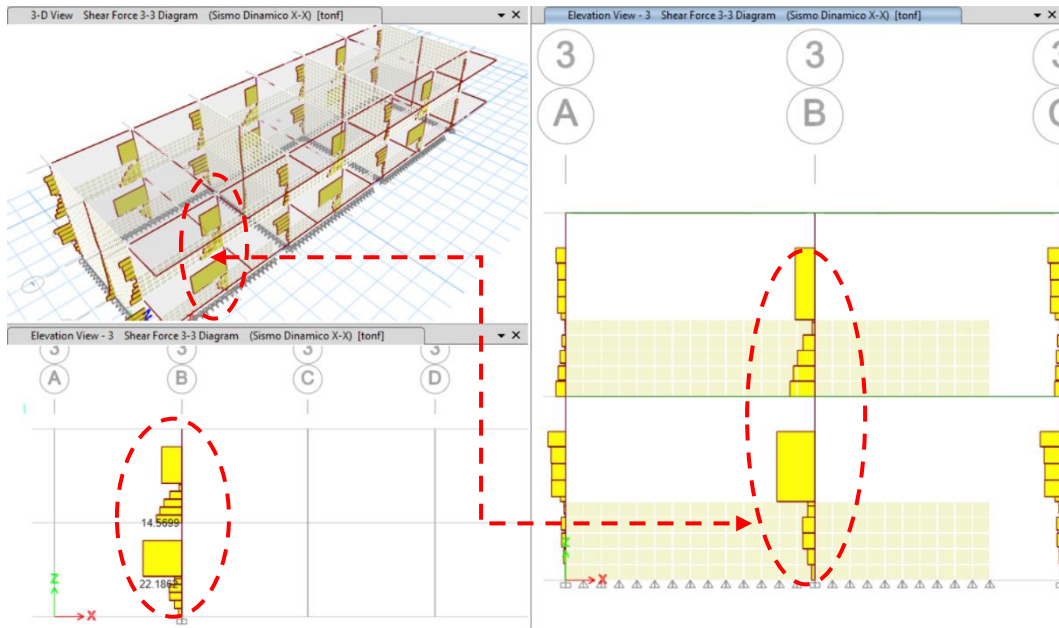
Fuente: Análisis Etabs V20.1

**Tabla 68.** Reporte de cortantes en columnas corta, Piso 2 - Bloque 1

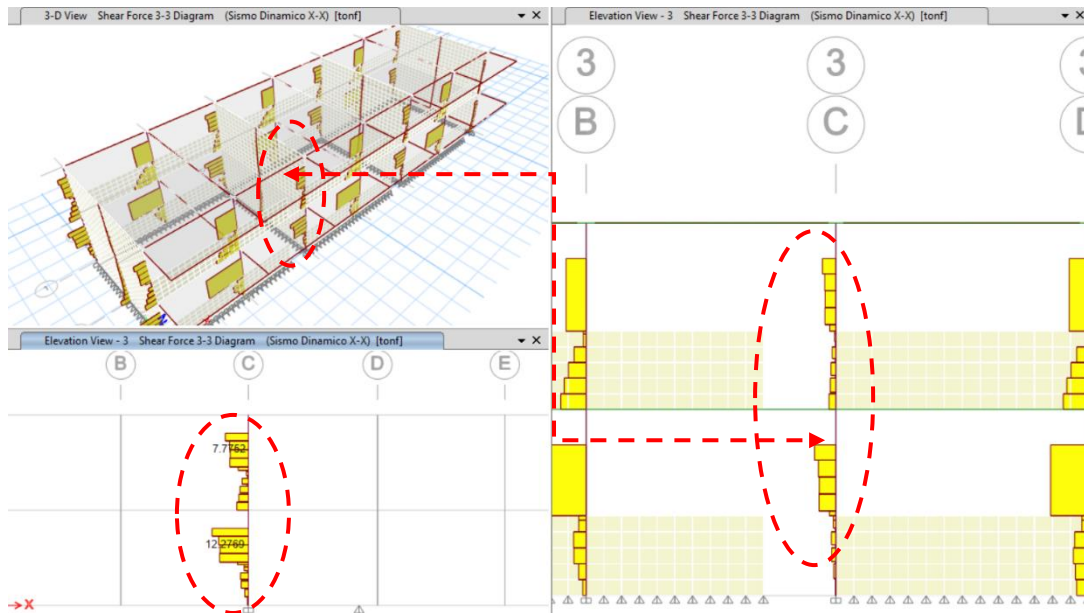
<b>Nudo</b>	<b><math>V_{3-3}</math> (Tn.f) Columna corta X-X</b>	<b><math>V_{3-3}</math> (Tnph.f) Columna arriostrada X</b>
-------------	--	--

3B	11.54	1.57
3C	7.77	0.70
3F	11.19	1.48

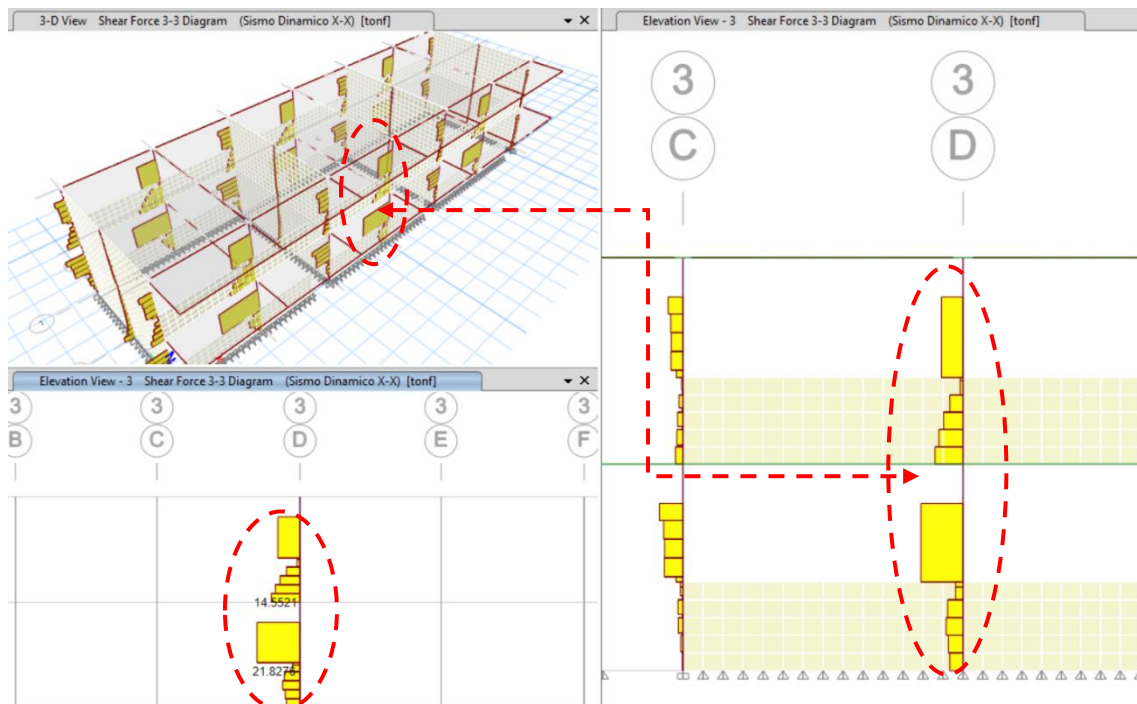
Fuente: Análisis Etabs V20.1



**Figura 57.** Diagrama de cortante SDxx, eje 3B - Bloque 2  
Fuente: Etabs V20.1



**Figura 58.** Diagrama de cortante SDxx, eje 3C - Bloque 2  
Fuente: Etabs V20.1

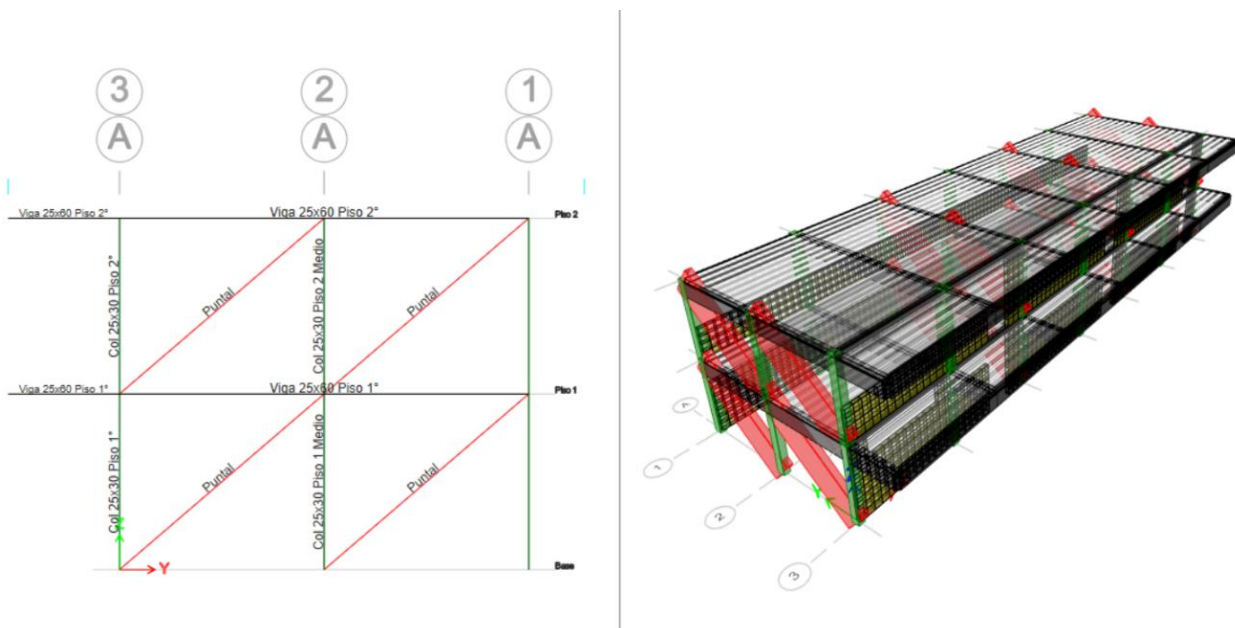


**Figura 59.** Diagrama de cortante SDxx, eje 3D - Bloque 2  
Fuente: Etabs V20.1

#### 4.5.6 Tipos de fallas debido a interacción tabique – pórtico

##### Bloque 1

Seguidamente se realizará la verificación de interacción tabique de albañilería – estructura aporticada, mediante el chequeo de fallas por carga sísmica contenida en el plano del tabique, así como las resistencias (R) respectivas, en condición de rotura del puntal:





**Figura 60** Modelo con puntal de bloque 1  
Fuente: Análisis Etabs V20.1

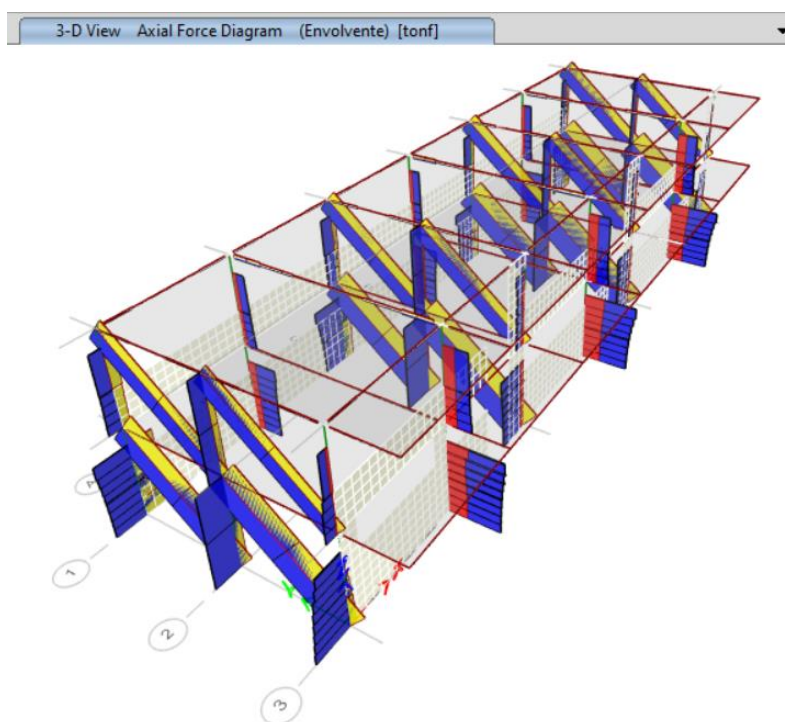
#### 4.5.6.1 Verificación por Aplastamiento ( $R_c$ ) Piso 1 y 2 (Bloque 1)

Esta falla se presenta en las esquinas del tabique, triturándose los ladrillos. La resistencia última del puntal se calculará para el piso 1 de la siguiente manera:

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

$$R_c = 0.12 * 35 * 484.03 * 23$$

$$R_c = 46.76 \text{ tnf}$$



**Figura 61** Diagrama axial en muros del bloque 1, (puntal diagonal de albañilería)  
Fuente: Análisis Etabs V20.1

Según la figura 62, extraído del diagrama axial del puntal se obtiene una demanda resistente de 29.55 tnf en el muro representado por el eje A, con respecto al eje c se obtuvo un axial de 29.94 tnf, con referencia al eje E se obtuvo un axial de 29.99 tnf, y el eje G finalmente adquiere una fuerza axial demandante de 29.83 tnf.

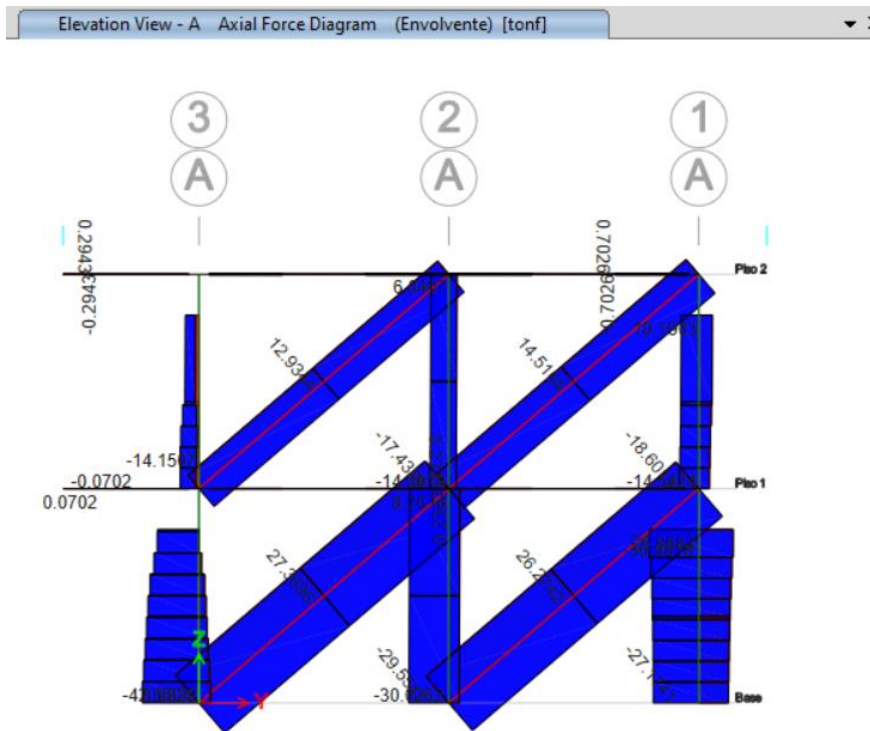
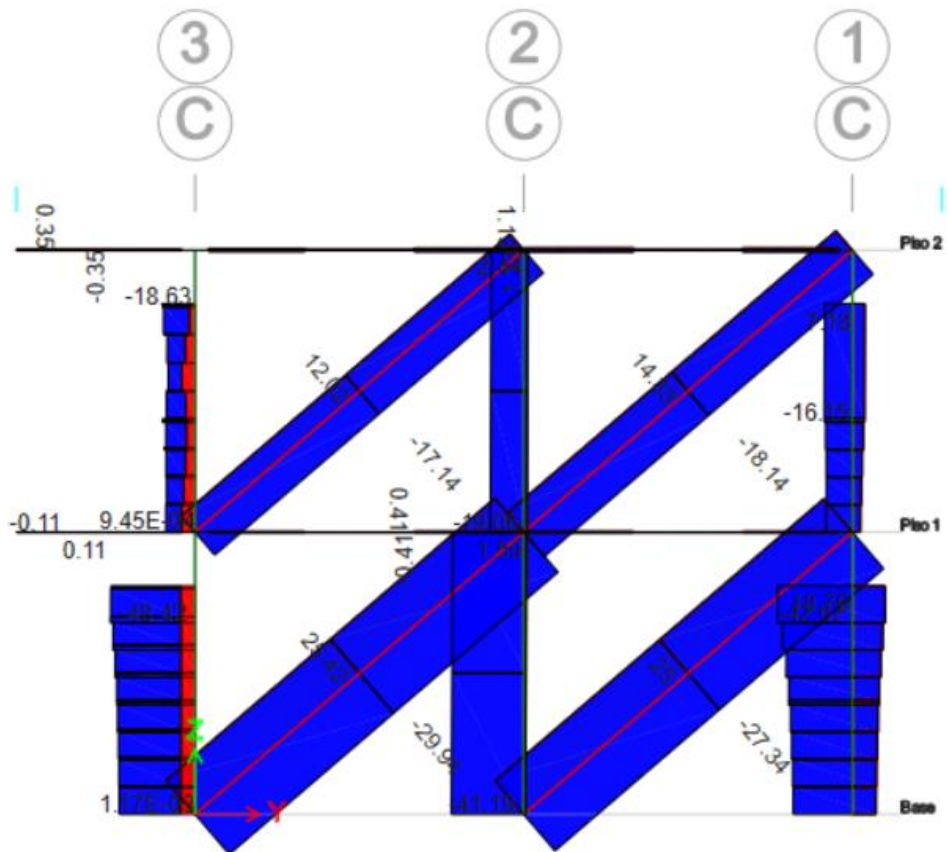
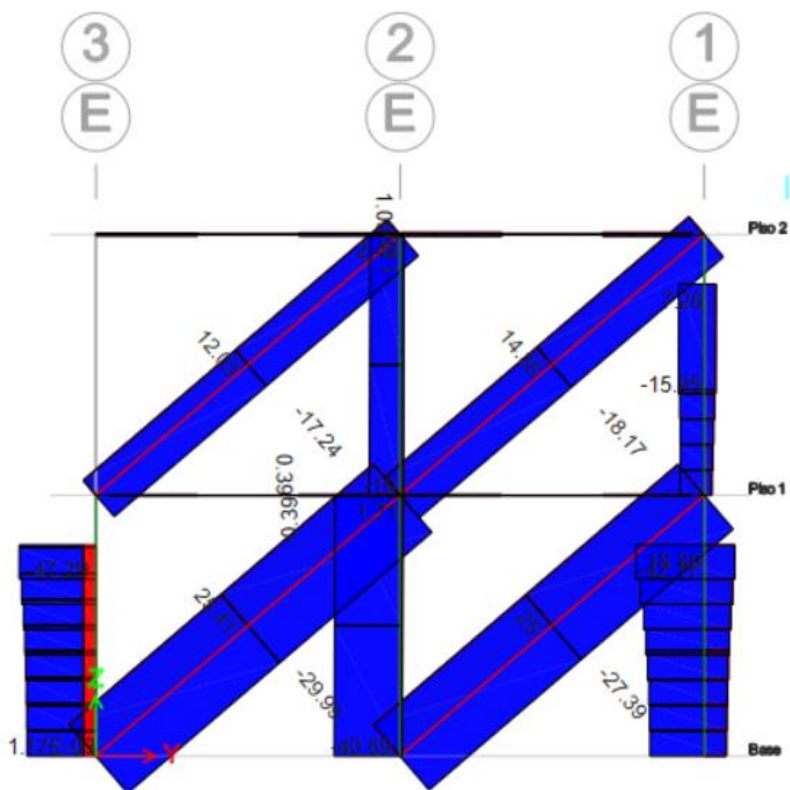


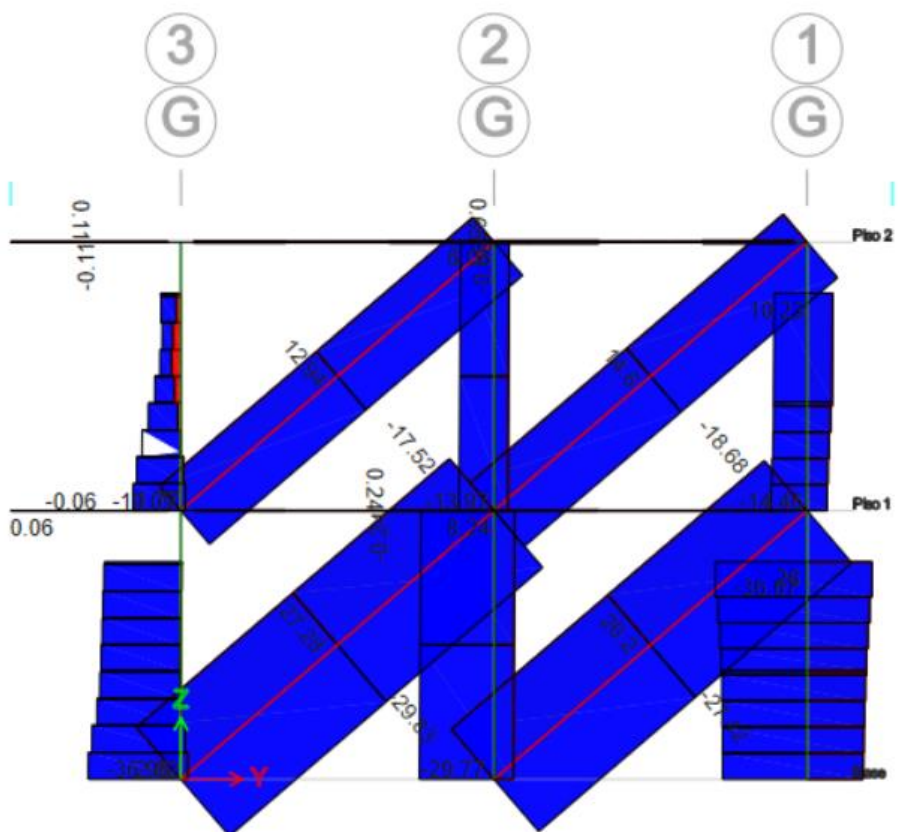
Figura 62 Diagrama axial en muros del bloque 1, (puntal diagonal de albañilería) – Eje A  
 Fuente: Análisis Etabs V20.1



**Figura 63** Diagrama axial en muros del bloque 1, (puntal diagonal de albañilería) – Eje C  
 Fuente: Análisis Etabs V20.1



**Figura 64** Diagrama axial en muros del bloque 1, (puntal diagonal de albañilería) – Eje E  
 Fuente: Análisis Etabs V20.1



**Figura 65** Diagrama axial en muros del bloque 1, (puntal diagonal de albañilería) – Eje G  
Fuente: Análisis Etabs V20.1

Según la tabla 69, se puede interpretar de que los muros del piso 1 del bloque 1 no fallaran por aplastamiento, debido a que su resistencia es mayor que la demanda existente.

<b>Número de Pisos</b>	2		
<b>Verificación</b>	Falla por aplastamiento – Bloque 1		
<b>Punto (Piso 1)</b>	<b>R<sub>c</sub> resistente (Tonf)</b>	<b>R<sub>c</sub> demandante (Tonf)</b>	<b>Evaluación</b>
Eje "A"	46.76	29.55	El muro no Falla por aplastamiento
Eje "C"	46.76	29.94	El muro no Falla por aplastamiento
Eje "E"	46.76	29.99	El muro no Falla por aplastamiento
Eje "G"	46.76	29.83	El muro no Falla por aplastamiento
El R <sub>c</sub> resistente ≥ R <sub>c</sub> demandante			No se presentan fallas por aplastamiento
El R <sub>c</sub> resistente ≤ R <sub>c</sub> demandante			Se presentan fallas por aplastamiento

**Tabla 69** Falla por aplastamiento – Bloque 1, Piso 1  
Fuente: Elaboración Propia

Según la tabla 65, se puede interpretar de que los muros del piso 2 del bloque 1 no fallaran por aplastamiento, debido a que su resistencia es mayor que la demanda existente.

<b>Número de Pisos</b>	2		
<b>Verificación</b>	Falla por aplastamiento – Bloque 1		
<b>Punto (Piso 2)</b>	<b>R<sub>c</sub> resistente (Tonf)</b>	<b>R<sub>c</sub> demandante (Tonf)</b>	<b>Evaluación</b>
Eje "A"	46.76	18.60	El muro no Falla por aplastamiento
Eje "C"	46.76	18.14	El muro no Falla por aplastamiento
Eje "E"	46.76	18.17	El muro no Falla por aplastamiento
Eje "G"	46.76	18.68	El muro no Falla por aplastamiento
El R <sub>c</sub> resistente ≥ R <sub>c</sub> demandante			No se presentan fallas por aplastamiento
El R <sub>c</sub> resistente ≤ R <sub>c</sub> demandante			Se presentan fallas por aplastamiento

**Tabla 70** Falla por aplastamiento – Bloque 1, Piso 2  
Fuente: Elaboración Propia

#### 4.5.6.2 Verificación por Tracción diagonal ( $R_t$ ) Piso 1 y 2 (Bloque 1)

Esta falla se manifiesta a través de una grieta diagonal en el tabique. La resistencia última del puntal para el piso 1 se calculará mediante la siguiente expresión:

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

$$R_t = 0.85 * \sqrt{35} * 484.03 * 23$$

$$R_t = 55.98 \text{ tnf}$$

Según la tabla 66, se puede interpretar de que los muros no fallaran por tracción diagonal, debido a que su resistencia es mayor que la demanda existente.

<b>Número de Pisos</b>	2		
<b>Verificación</b>	Falla por tracción diagonal – Bloque 1		
<b>Punto (Piso 1)</b>	<b>R<sub>c</sub> resistente (Tonf)</b>	<b>R<sub>c</sub> demandante (Tonf)</b>	<b>Evaluación</b>
Eje "A"	55.98	29.55	El muro no Falla por tracción diagonal
Eje "C"	55.98	29.94	El muro no Falla por tracción diagonal
Eje "E"	55.98	29.99	El muro no Falla por tracción diagonal
Eje "G"	55.98	29.83	El muro no Falla por tracción diagonal
El R <sub>t</sub> resistente ≥ R <sub>t</sub> demandante			No se presentan fallas por tracción
El R <sub>t</sub> resistente ≤ R <sub>t</sub> demandante			Se presentan fallas por tracción

**Tabla 71** Falla por tracción diagonal – Bloque 1, Piso 1  
Fuente: Elaboración Propia

<b>Número de Pisos</b>	2		
<b>Verificación</b>	Falla por tracción diagonal – Bloque 1		
<b>Punto (Piso 2)</b>	<b>R<sub>c</sub> resistente (Tonf)</b>	<b>R<sub>c</sub> demandante (Tonf)</b>	<b>Evaluación</b>
Eje "A"	55.98	18.60	El muro no Falla por tracción diagonal
Eje "C"	55.98	18.14	El muro no Falla por tracción diagonal
Eje "E"	55.98	18.17	El muro no Falla por tracción diagonal
Eje "G"	55.98	18.68	El muro no Falla por tracción diagonal
El R <sub>t</sub> resistente ≥ R <sub>t</sub> demandante			No se presentan fallas por tracción
El R <sub>t</sub> resistente ≤ R <sub>t</sub> demandante			Se presentan fallas por tracción

**Tabla 72** Falla por tracción diagonal – Bloque 1, Piso 2  
Fuente: Elaboración Propia

#### 4.5.6.3 Verificación por cizalle ( $R_s$ ) Piso 1 y 2 (Bloque 1)

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. La resistencia a la rotura del puntal se obtendrá mediante la siguiente formula:

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

$$R_s = \frac{4 * 23 * 484.03}{1 - 0.4 * \frac{315.0}{367.5}}$$

$$R_s = 67.76 \text{ tnf}$$

Según la tabla 68, se puede interpretar de que los muros no fallaran por cizalle, debido a que su resistencia es mayor que la demanda existente.

<b>Número de Pisos</b>	2		
<b>Verificación</b>	Falla por cizalle – Bloque 1		
<b>Punto (Piso 1)</b>	<b>R<sub>c</sub> resistente (Tonf)</b>	<b>R<sub>c</sub> demandante (Tonf)</b>	<b>Evaluación</b>
Eje "A"	67.76	29.55	El muro no Falla por cizalle
Eje "C"	67.76	29.94	El muro no Falla por cizalle
Eje "E"	67.76	29.99	El muro no Falla por cizalle
Eje "G"	67.76	29.83	El muro no Falla por cizalle
El R <sub>s</sub> resistente ≥ R <sub>s</sub> demandante			No se presentan fallas por cizalle
El R <sub>s</sub> resistente ≤ R <sub>s</sub> demandante			Se presentan fallas por cizalle

**Tabla 73** Falla por cizalle – Bloque 1, Piso 1

Fuente: Elaboración Propia

<b>Número de Pisos</b>	2		
<b>Verificación</b>	Falla por cizalle – Bloque 1		
<b>Punto (Piso 2)</b>	<b>R<sub>c</sub> resistente (Tonf)</b>	<b>R<sub>c</sub> demandante (Tonf)</b>	<b>Evaluación</b>
Eje "A"	67.76	18.60	El muro no Falla por cizalle
Eje "C"	67.76	18.14	El muro no Falla por cizalle
Eje "E"	67.76	18.17	El muro no Falla por cizalle
Eje "G"	67.76	18.68	El muro no Falla por cizalle
El R <sub>t</sub> resistente ≥ R <sub>t</sub> demandante			No se presentan fallas por cizalle
El R <sub>t</sub> resistente ≤ R <sub>t</sub> demandante			Se presentan fallas por cizalle

**Tabla 74** Falla por cizalle – Bloque 1, Piso 2

Fuente: Elaboración Propia

## Bloque 2

Seguidamente se realizará la verificación de interacción tabique de albañilería – estructura aporticada, tal y como se trabajó para el bloque 1, mediante el

chequeo de fallas por carga sísmica contenida en el plano del tabique, así como las resistencias (R) respectivas, en condición de rotura del puntal:

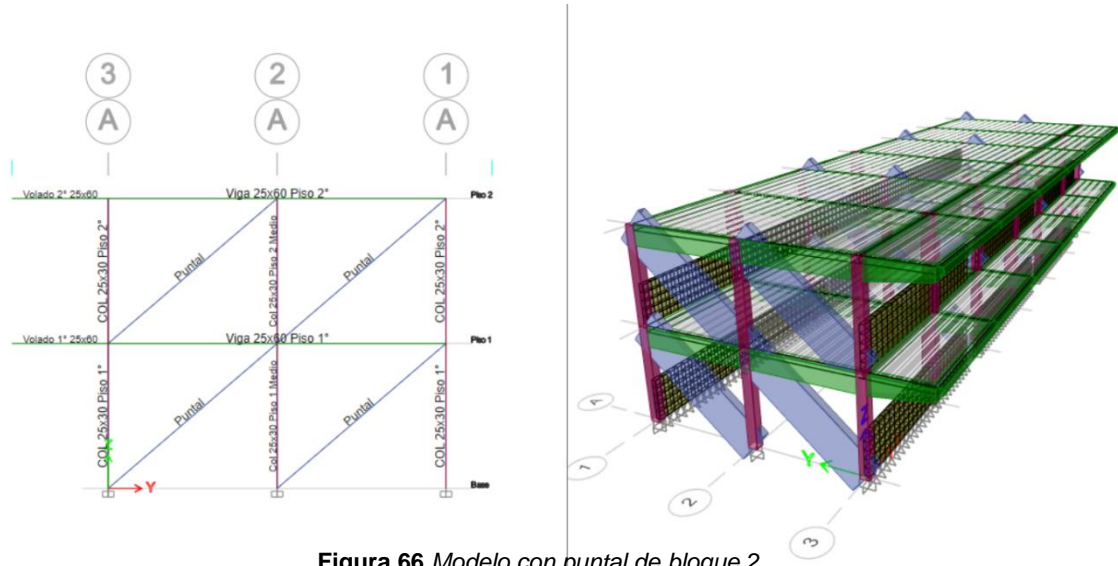


Figura 66 Modelo con puntal de bloque 2  
Fuente: Análisis Etabs V20

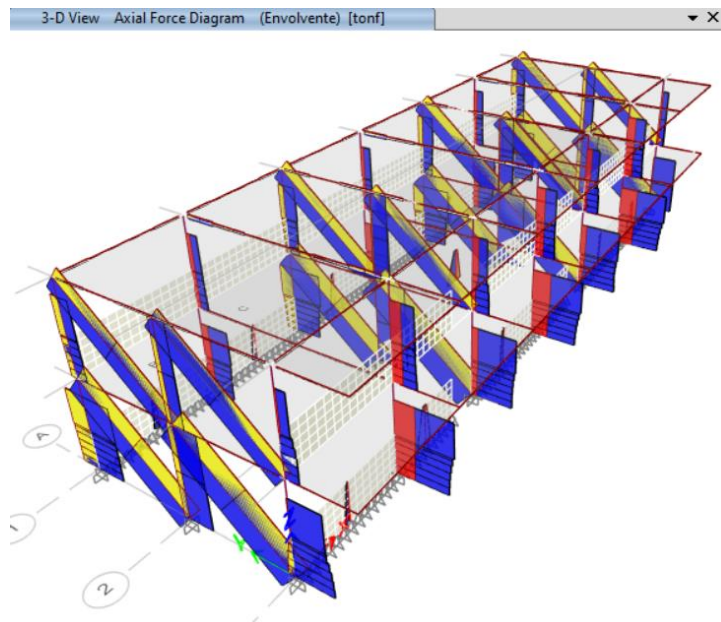
#### 4.5.6.4 Verificación por Aplastamiento ( $R_c$ ) Piso 1 y 2 (Bloque 2)

Esta falla se presenta en las esquinas del tabique, triturándose los ladrillos. La resistencia última del puntal se calculará para el piso 1 de la siguiente manera:

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

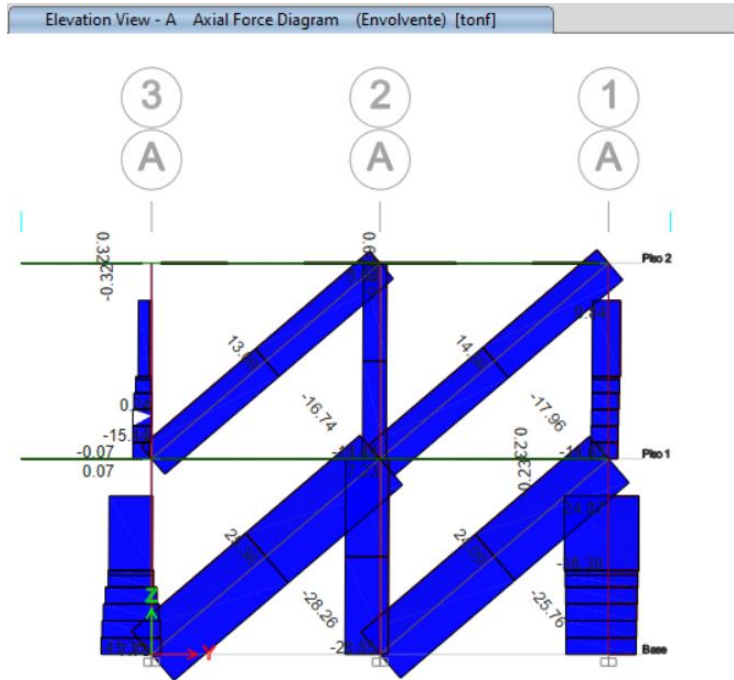
$$R_c = 0.12 * 35 * 484.03 * 23$$

$$R_c = 46.76 \text{ tnf}$$

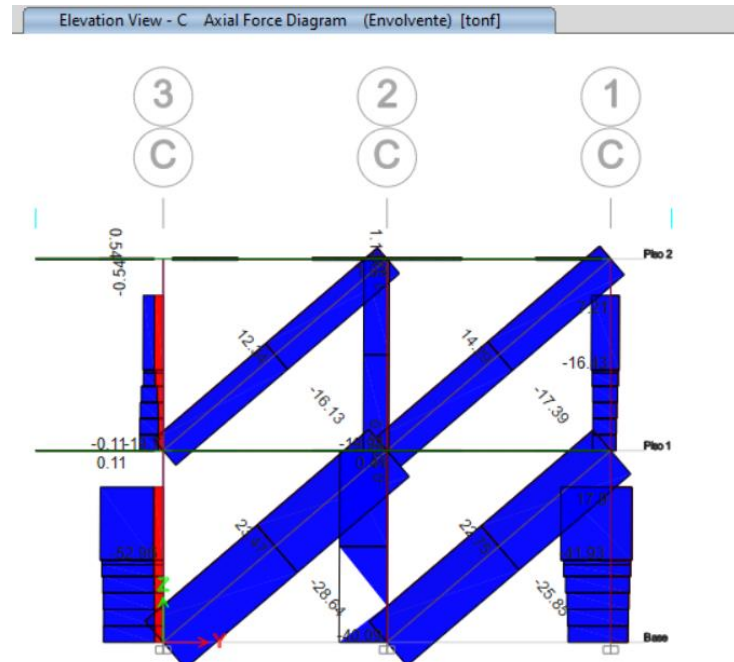


**Figura 67** Diagrama axial en muros del bloque 2, (puntal diagonal de albañilería)  
Fuente: Análisis Etabs V20.1

Según la figura 59, extraído del diagrama axial del puntal se obtiene una demanda resistente de 28.26 tnf en el muro representado por el eje A, con respecto al eje c se obtuvo un axial de 25.42 tnf, con referencia al eje e se obtuvo un axial de 25.41 tnf, y el eje I finalmente adquiere una fuerza axial demandante de 27.28 tnf.

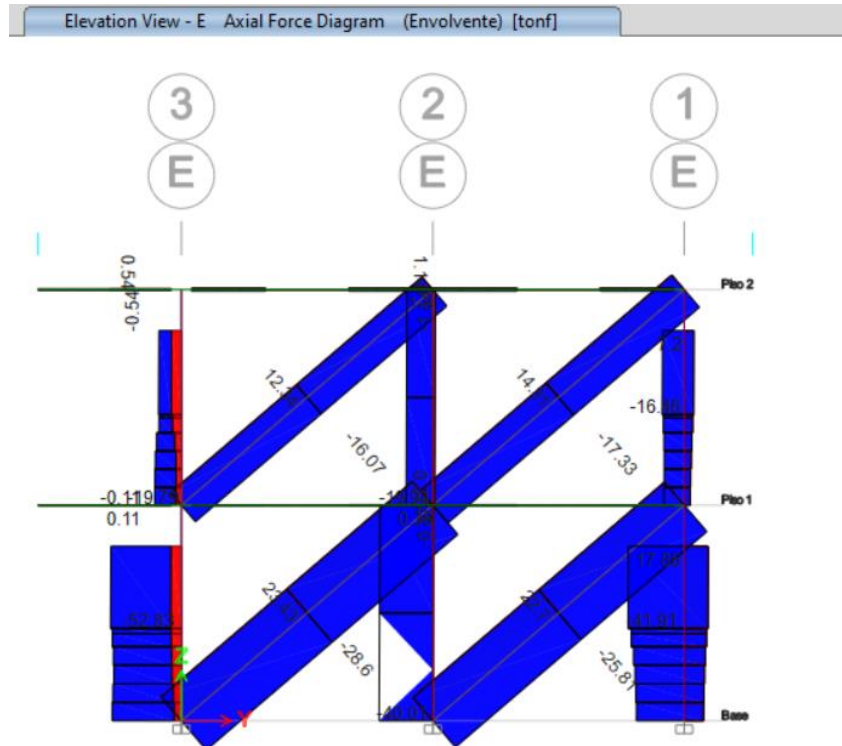


**Figura 68** Diagrama axial en muros del bloque 2, (puntal diagonal de albañilería) – Eje A  
Fuente: Análisis Etabs V20.1

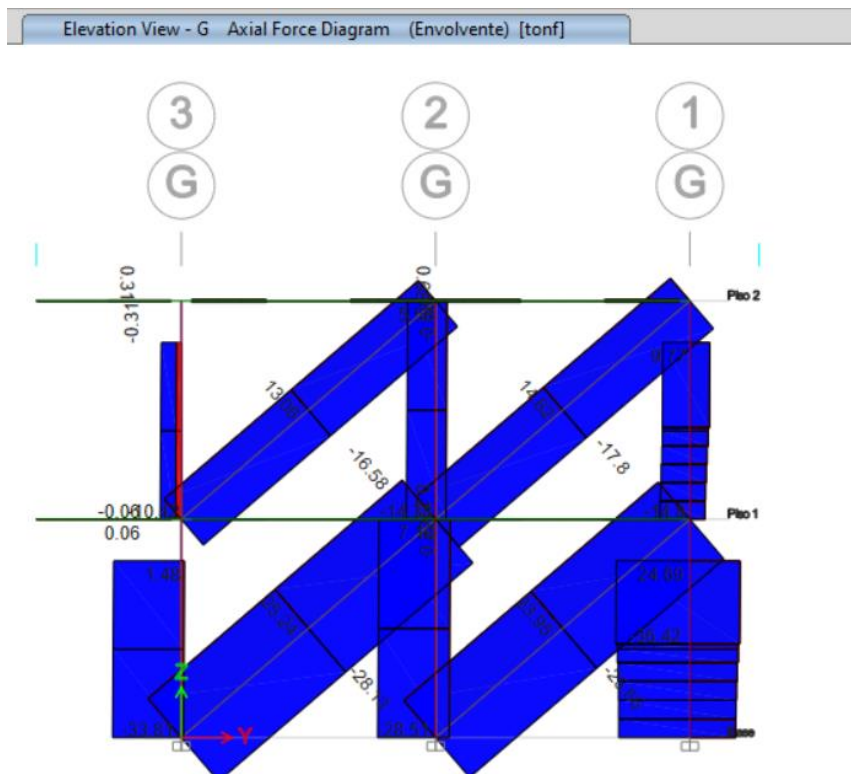




**Figura 69** Diagrama axial en muros del bloque 2, (puntal diagonal de albañilería) – Eje C  
 Fuente: Análisis Etabs V20.1



**Figura 70** Diagrama axial en muros del bloque 2, (puntal diagonal de albañilería) – Eje E  
 Fuente: Análisis Etabs V20.1



**Figura 71** Diagrama axial en muros del bloque 1, (puntal diagonal de albañilería) – Eje G  
Fuente: Análisis Etabs V20.1

Según la tabla 70, se puede interpretar de que los muros del piso 1 del bloque 2 no fallaran por aplastamiento, debido a que su resistencia es mayor que la demanda existente.

<b>Número de Pisos</b>	2		
<b>Verificación</b>	Falla por aplastamiento – Bloque 2		
<b>Punto (Piso 1)</b>	<b>R<sub>c</sub> resistente (Tonf)</b>	<b>R<sub>c</sub> demandante (Tonf)</b>	<b>Evaluación</b>
Eje "A"	46.76	28.26	El muro no Falla por aplastamiento
Eje "C"	46.76	28.64	El muro no Falla por aplastamiento
Eje "E"	46.76	28.60	El muro no Falla por aplastamiento
Eje "G"	46.76	28.13	El muro no Falla por aplastamiento
El R <sub>c</sub> resistente ≥ R <sub>c</sub> demandante			No se presentan fallas por aplastamiento
El R <sub>c</sub> resistente ≤ R <sub>c</sub> demandante			Se presentan fallas por aplastamiento

**Tabla 75** Falla por aplastamiento – Bloque 2, Piso 1  
Fuente: Elaboración Propia

Según la tabla 65, se puede interpretar de que los muros del piso 2 del bloque 2 no fallaran por aplastamiento, debido a que su resistencia es mayor que la demanda existente.

<b>Número de Pisos</b>	2		
<b>Verificación</b>	Falla por aplastamiento – Bloque 2		
<b>Punto (Piso 2)</b>	<b>R<sub>c</sub> resistente (Tonf)</b>	<b>R<sub>c</sub> demandante (Tonf)</b>	<b>Evaluación</b>
Eje "A"	46.76	17.96	El muro no Falla por aplastamiento
Eje "C"	46.76	17.39	El muro no Falla por aplastamiento
Eje "E"	46.76	17.33	El muro no Falla por aplastamiento
Eje "G"	46.76	17.80	El muro no Falla por aplastamiento
El R <sub>c</sub> resistente ≥ R <sub>c</sub> demandante			No se presentan fallas por aplastamiento
El R <sub>c</sub> resistente ≤ R <sub>c</sub> demandante			Se presentan fallas por aplastamiento

**Tabla 76** Falla por aplastamiento – Bloque 2, Piso 2  
Fuente: Elaboración Propia

#### 4.5.6.5 Verificación por Tracción diagonal ( $R_t$ ) Piso 1 y 2 (Bloque 2)

Esta falla se manifiesta a través de una grieta diagonal en el tabique. La resistencia última del puntal para el piso 1 se calculará mediante la siguiente expresión:

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

$$R_t = 0.85 * \sqrt{35} * 484.03 * 23$$

$$R_t = 55.98 \text{ tnf}$$

Según la tabla 72, se puede interpretar de que los muros no fallaran por tracción diagonal, debido a que su resistencia es mayor que la demanda existente.

Número de Pisos	2		
Verificación	Falla por tracción diagonal – Bloque 2		
Punto (Piso 1)	$R_c$ resistente (Tonf)	$R_c$ demandante (Tonf)	Evaluación
Eje "A"	55.98	28.26	El muro no Falla por tracción diagonal
Eje "C"	55.98	28.64	El muro no Falla por tracción diagonal
Eje "E"	55.98	28.60	El muro no Falla por tracción diagonal
Eje "G"	55.98	28.13	El muro no Falla por tracción diagonal
El $R_t$ resistente $\geq R_t$ demandante			No se presentan fallas por tracción
El $R_t$ resistente $\leq R_t$ demandante			Se presentan fallas por tracción

Tabla 77 Falla por tracción diagonal – Bloque 2, Piso 1  
Fuente: Elaboración Propia

Número de Pisos	2		
Verificación	Falla por tracción diagonal – Bloque 2		
Punto (Piso 2)	$R_c$ resistente (Tonf)	$R_c$ demandante (Tonf)	Evaluación
Eje "A"	55.98	17.96	El muro no Falla por tracción diagonal
Eje "C"	55.98	17.39	El muro no Falla por tracción diagonal
Eje "E"	55.98	17.33	El muro no Falla por tracción diagonal
Eje "G"	55.98	17.80	El muro no Falla por tracción diagonal
El $R_t$ resistente $\geq R_t$ demandante			No se presentan fallas por tracción
El $R_t$ resistente $\leq R_t$ demandante			Se presentan fallas por tracción

Tabla 78 Falla por tracción diagonal – Bloque 2, Piso 2  
Fuente: Elaboración Propia

#### 4.5.6.6 Verificación por cizalle ( $R_s$ ) Piso 1 y 2 (Bloque 1)

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. La resistencia a la rotura del puntal se obtendrá mediante la siguiente formula:

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

$$R_s = \frac{4 * 23 * 484.03}{1 - 0.4 * \frac{315.0}{367.5}}$$

$$R_s = 67.76 \text{ tnf}$$

Según la tabla 74, se puede interpretar de que los muros no fallaran por cizalle, debido a que su resistencia es mayor que la demanda existente.

<b>Número de Pisos</b>	2		
<b>Verificación</b>	Falla por cizalle – Bloque 2		
<b>Punto (Piso 1)</b>	<b>R<sub>c</sub> resistente (Tonf)</b>	<b>R<sub>c</sub> demandante (Tonf)</b>	<b>Evaluación</b>
Eje "A"	67.76	28.26	El muro no Falla por cizalle
Eje "C"	67.76	28.64	El muro no Falla por cizalle
Eje "E"	67.76	28.60	El muro no Falla por cizalle
Eje "G"	67.76	28.13	El muro no Falla por cizalle
El R <sub>s</sub> resistente ≥ R <sub>s</sub> demandante			No se presentan fallas por cizalle
El R <sub>s</sub> resistente ≤ R <sub>s</sub> demandante			Se presentan fallas por cizalle

**Tabla 79** Falla por cizalle – Bloque 2, Piso 1

Fuente: Elaboración Propia

<b>Número de Pisos</b>	2		
<b>Verificación</b>	Falla por cizalle – Bloque 2		
<b>Punto (Piso 2)</b>	<b>R<sub>c</sub> resistente (Tonf)</b>	<b>R<sub>c</sub> demandante (Tonf)</b>	<b>Evaluación</b>
Eje "A"	67.76	17.96	El muro no Falla por cizalle
Eje "C"	67.76	17.39	El muro no Falla por cizalle
Eje "E"	67.76	17.33	El muro no Falla por cizalle
Eje "G"	67.76	17.80	El muro no Falla por cizalle
El R <sub>t</sub> resistente ≥ R <sub>t</sub> demandante			No se presentan fallas por cizalle
El R <sub>t</sub> resistente ≤ R <sub>t</sub> demandante			Se presentan fallas por cizalle

**Tabla 80** Falla por cizalle – Bloque 2, Piso 2

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.5.7 Reforzamiento estructural

##### a) Patología de columna corta en bloque 1 y 2

Con respecto a las patologías por columna corta, se encontraron evidencias para ambos bloques, es decir en los pisos 1 y 2, restringiendo parcialmente los desplazamientos y deformaciones de la columna, lo que obliga a rehabilitar y minimizar los efectos de la columna cautiva.



Figura 72 Columna corta en bloque 2 (vista frontal)  
Fuente: Propia



Figura 73 Columna corta en bloque 1 (vista interior)  
Fuente: Propia

### **b) Rehabilitación estructural:**

Se plantea aislar la tabiquería de la superestructura, es decir que el criterio se aplica para ambos bloques, de esta manera se logra de que la columna no tenga una participación parcial donde se vea comprometida estructuralmente debido a fallas por cortante, esta junta sísmica tendrá una separación de 1" tal y como se detalla a continuación:

$$S1=0.006 h1$$

$$S1=0.006 (315)$$

$$S1=1.89 \text{ cm, se consideró un espesor de 2.54 cm}$$

Y para validar esta propuesta, se procedió a realizar un análisis de la estructura considerando ya no un sistema en albañilería, sino un sistema de pórticos de concreto armado en dirección "x" sin tabiquería para obtener las derivas de piso y proceder con la verificación de la misma según el límite máximo permitido de 0.007.

### **a) Estrategia del reforzamiento estructural**

La estrategia del reforzamiento es encamisar la columna logrando incrementar la capacidad mecánica de las secciones del elemento intervenido. Para columnas encamisadas con concreto armado en toda la longitud de los mismos, se suele prescindir de la capacidad del pilar existente. Según este criterio, el núcleo de la sección compuesta que antes del refuerzo resistía toda la carga, luego de que se ejecuta el refuerzo deja de admitir carga, y es el refuerzo añadido quien debe ser capaz de tomar toda ella.

Se justifica tal estrategia con el reparto de acciones entre la columna antigua y el refuerzo. Si la columna antigua soporta una carga  $N$  y diseñamos un refuerzo para poder soportar un incremento  $\Delta N$ , la columna original deberá soportar una carga  $N+\alpha\Delta N$ , y el refuerzo una carga  $(1-\alpha)\Delta N$ . Si por cualquier motivo la carga  $N+\alpha\Delta N$  agota la columna de concreto, el refuerzo pasa a tomar el 100% de la carga  $N+\Delta N$ , y si no ha sido proyectado para soportar este esfuerzo, la columna colapsará.

Este criterio, extremadamente conservador, salvo en casos muy concretos donde no es posible aprovechar la capacidad de carga del elemento que se interviene (como es el caso de columnas con niveles axiales muy por encima del

servicio o próximos al colapso de la pieza, o con daño en un porcentaje elevado de la sección), entra más bien en el caso de reparación que en el de refuerzo.

### b) Verificación de derivas con columna reforzada

Según las figuras 74 y 75 se puede apreciar la vista deformada de las estructuras para cada dirección de análisis, y como se puede visualizar, en el modelo se ha incluido el reforzamiento estructural de columna mediante un encamisado de columna tipo T, además de considerar la exclusión de la tabiquería dentro del análisis, considerando una junta de separación sísmica de E=1" con la finalidad de evitar restringir los desplazamientos debido a columnas cortas.

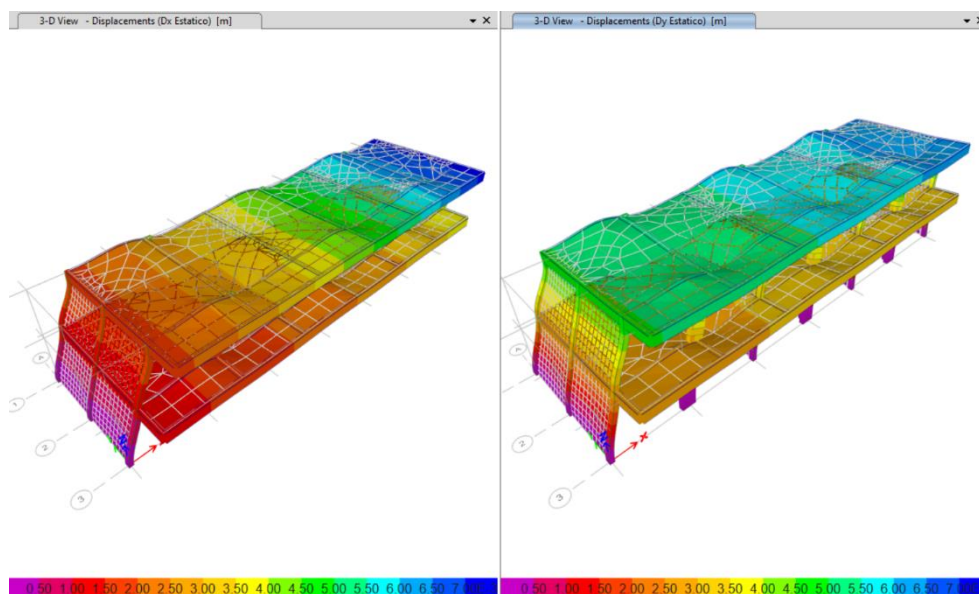


Figura 74 Reporte grafico de desplazamientos, bloque 1 reforzado  
Fuente: Etabs V20.1

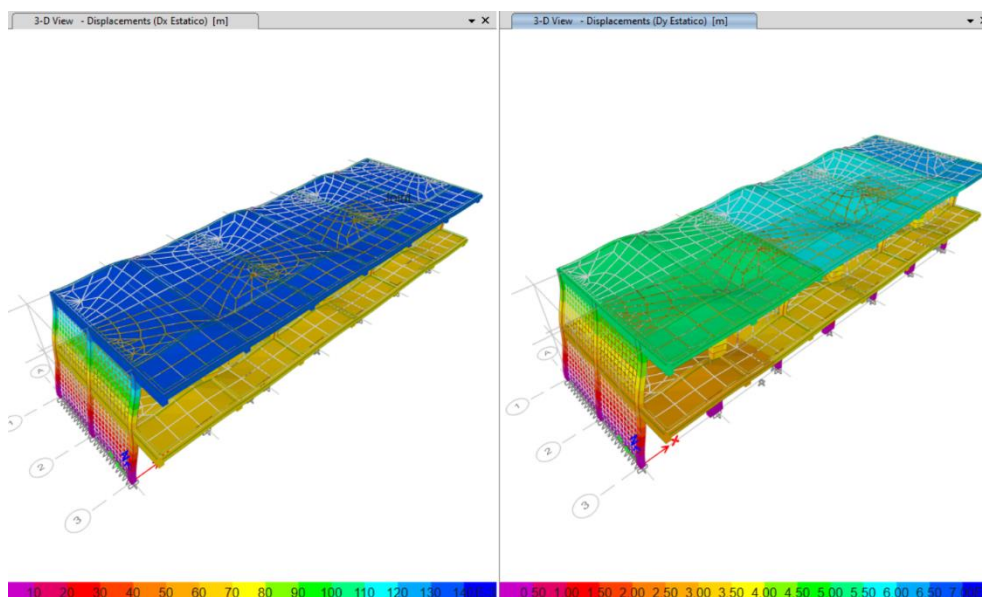


Figura 75 Reporte grafico de desplazamientos, bloque 2 reforzado  
Fuente: Etabs V20.1

A continuación se procede a verificar las derivas inelásticas, esto considerando la tabiquería aislada de pórticos y el reforzamiento de columnas mediante un encamisado de concreto armado, cuya finalidad fue el de reducir los desplazamientos a fin de cumplir con la disposición del artículo 31 de la norma E030, según la tabla 81 corresponde al eje "x", cuya distorsión de pisos 1 y 2, se encuentran cumpliendo con los límites permitidos, obteniéndose un valor de 0.0048, valor por debajo de los 7/1000, esto quiere decir que, al aislar la tabiquería, la estructura seguirá cumpliendo con los límites de distorsión inelástica de la estructura, de esta manera se estaría mitigando los efectos de columna corta y posibles fallas sobre la misma.

N° de Piso	Norma E.030 Artículo 31		Altura "h" (m)	Distorsión de Entrepiso	Verificación de Deriva
	$\Delta$ absoluto (m)	$\Delta$ relativo (m)			
2	0.0359	0.0219	3.15	0.0069	Si Cumple
1	0.0140	0.0140	3.15	0.0045	Si Cumple
0	0.0000	0.0000	0.00	0.0000	-

**Tabla 81.** Deriva del bloque 1 reforzado, análisis estático "x"

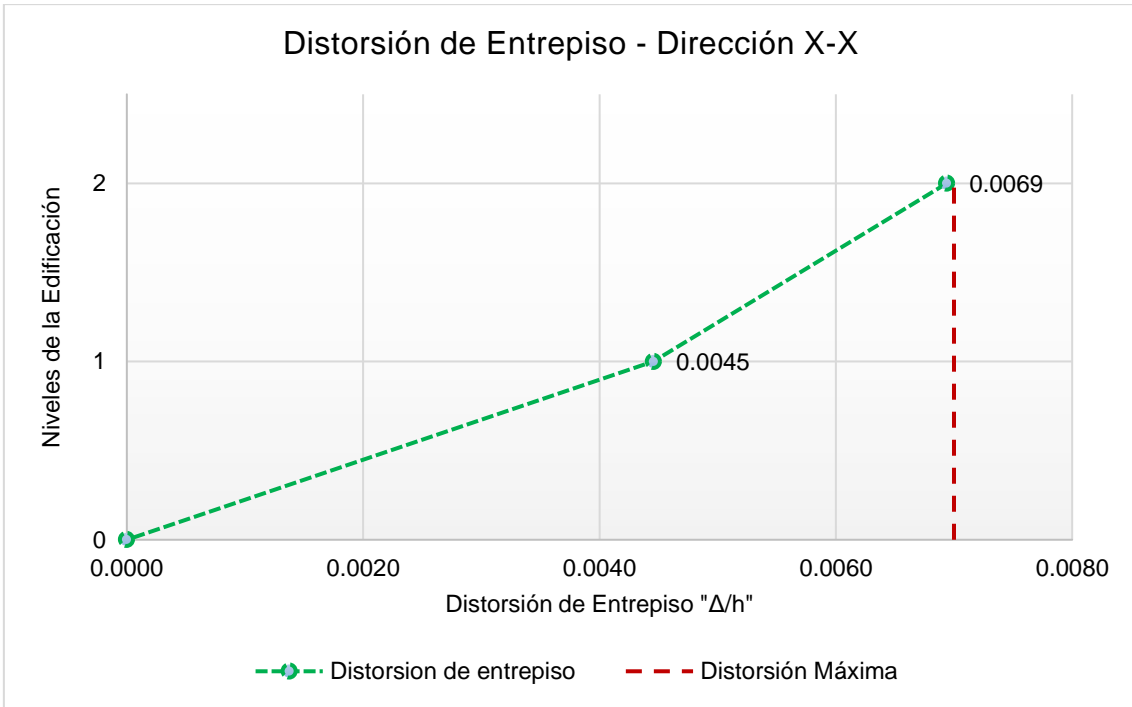
Fuente: Elaboración Propia

N° de Piso	Norma E.030 Artículo 31		Altura "h" (m)	Distorsión de Entrepiso	Verificación de Deriva
	$\Delta$ absoluto (m)	$\Delta$ relativo (m)			
2	0.0302	0.0086	3.15	0.0027	Si Cumple
1	0.0217	0.0217	3.15	0.0069	Si Cumple
0	0.0000	0.0000	0.00	0.0000	-

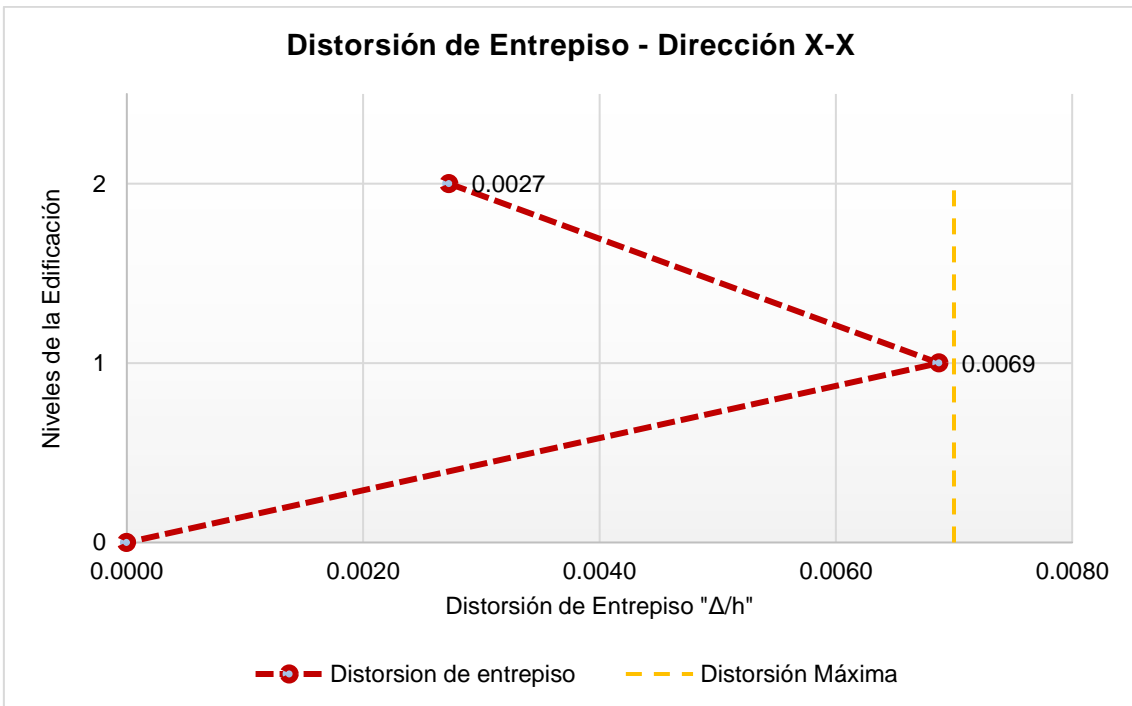
**Tabla 82.** Deriva del bloque 2 reforzado, análisis estático "x"

Fuente: Elaboración Propia





**Figura 76.** Distorsión de Entrepiso del bloque 1 rehabilitado, sismo estático "x"  
Fuente: Elaboración Propia



**Figura 77.** Distorsión de Entrepiso del bloque 2 rehabilitado, sismo estático "x"  
Fuente: Elaboración Propia

c) Diseño columna reforzada tipo T – bloque 1

- Longitud arriostrada

Nivel	Altura Total "H" (m)	Cargas Amplificadas "Pu" (Ton)	ΣPu (Ton)	Norma E.030 Artículo 31		Vux (Ton)	Índice de Estabilidad "Q"	Artículo 10.11.3. Verificación del Arriostramiento	Artículo 10.11.3. Tipo de Estructura
				Δabsoluto (m)	Δrelativo (m)				
Piso 2	3.15	344.19	344.19	0.0359	0.0354	54.61	0.0708	No hay Arriostramiento	Con Desplazamiento Lateral
Piso 1	3.15	773.44	1117.63	0.0140	0.0138	80.18	0.0609	No hay Arriostramiento	Con Desplazamiento Lateral

Tabla 83. Longitud arriostrada, dirección de análisis "x"

Nivel	Altura Total "H" (m)	Cargas Amplificadas "Pu" (Ton)	ΣPu (Ton)	Norma E.030 Artículo 31		Vuy (Ton)	Índice de Estabilidad "Q"	Artículo 10.11.3. Verificación del Arriostramiento	Artículo 10.11.3. Tipo de Estructura
				Δabsoluto (m)	Δrelativo (m)				
Piso 2	3.15	344.19	344.19	0.0063	0.0058	134.96	0.0047	Si hay Arriostramiento	Sin Desplazamiento Lateral
Piso 1	3.15	773.44	1117.63	0.0035	0.0032	224.11	0.0050	Si hay Arriostramiento	Sin Desplazamiento Lateral

Tabla 84. Longitud arriostrada, dirección de análisis "y"

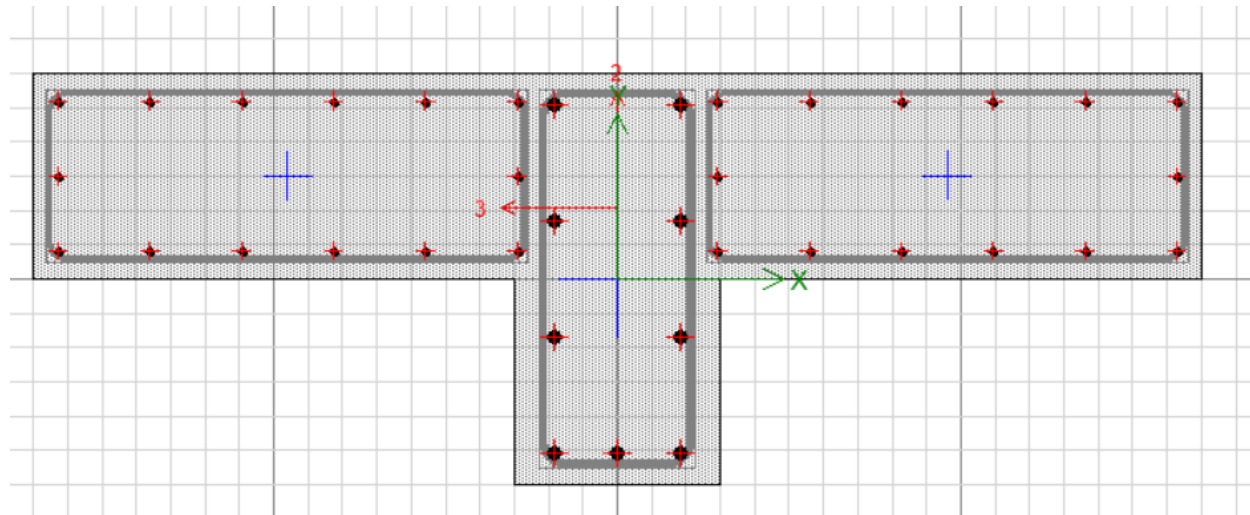
- Solicitaciones de carga

Piso	Columna	Tipo de Carga	P (Ton)		V2 (Ton)	V3 (Ton)	M2 (Ton.m)		M3 (Ton.m)	
							Top	Bottom	Top	Bottom
Piso 01	CL-01	CM	-21.60	21.60	0.91	0.16	-0.22	-0.02	0.99	0.23
		CV	-2.93	2.93	0.66	0.17	-0.16	0.02	-0.02	3.33
		CSx	-2.91	2.91	1.39	13.71	15.99	50.94	0.52	10.97
		CSy	-9.05	9.05	9.05	4.56	4.80	16.70	1.67	34.28
Piso 02	CL-01	CM	-21.60	21.60	0.91	0.37	0.00	0.15	-1.62	0.49
		CV	-2.93	2.93	0.45	0.05	0.15	0.14	-0.64	0.50
		CSx	-1.18	1.18	0.42	7.03	5.04	13.01	0.72	1.08
		CSy	-3.74	3.74	1.25	2.18	1.91	4.14	2.04	3.57

Tabla 85. Solicitaciones de carga Columna T- 01

- **Diseño por flexo compresión, columna reforzada**

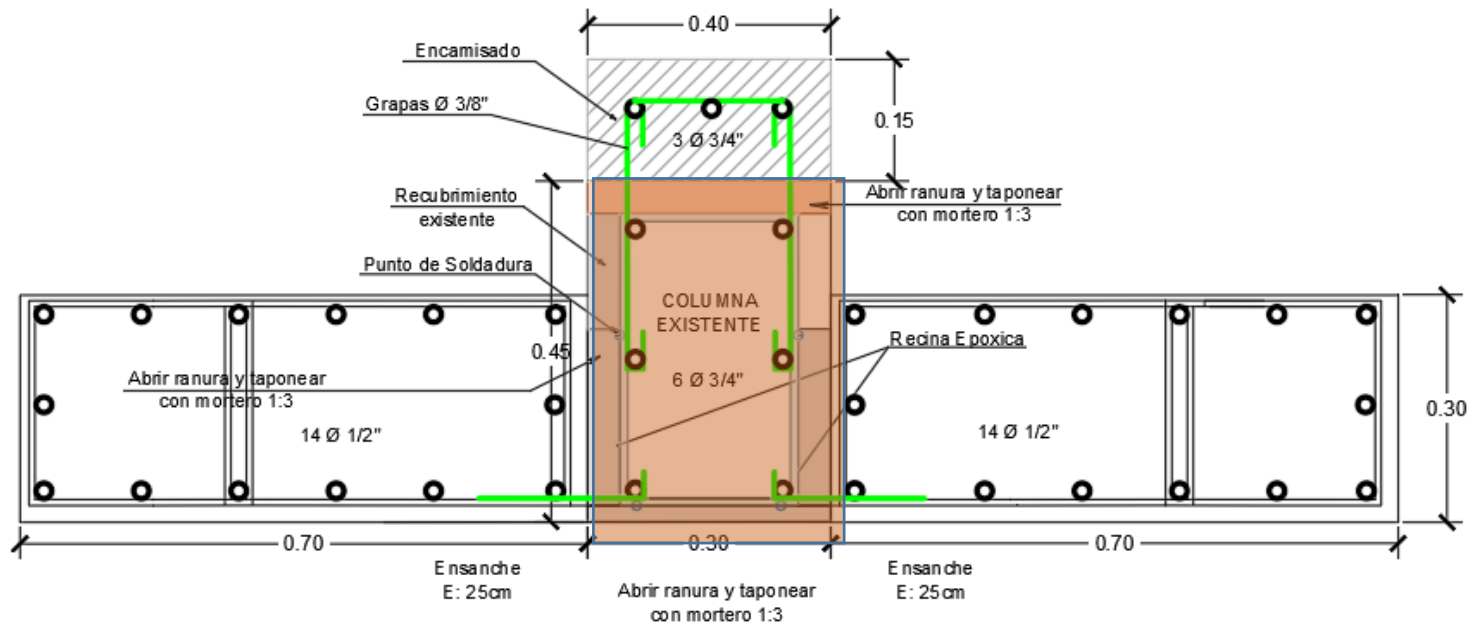
La cuantía de refuerzo longitudinal no será menor que 1% ni mayor que 6% del área total de la sección transversal. El límite inferior del área de refuerzo longitudinal es para controlar las deformaciones dependientes del tiempo y para que el momento de fluencia exceda al momento de fisuración. El límite superior refleja principalmente la preocupación por la congestión del acero y por otra parte evitar obtener secciones de comportamiento frágil.



Acero total: 61.68 cm<sup>2</sup>

Distribución final: 9ø3/4" + 28ø1/2"

Cuantía: 1.028%



## COLUMNA T REFORZADA - BLOQUE 1

La tabla 86 y 87 nos detallan los puntos de demanda de la columna tipo T, por lo que fueron verificados y al encontrarse dentro del diagrama de interacción, se encontrarían cumpliendo con la capacidad requerida.

Diagrama de Interacción (Incluido "Ø") - Dirección X-X						
Puntos	Curva a 90°			Curva a 270°		
	P (Ton)	M2 (Ton.m)	M3 (Ton.m)	P (Ton)	M2 (Ton.m)	M3 (Ton.m)
1	690.33	0.00	-6.10	690.33	0.00	-6.10
2	690.33	60.44	-7.69	690.33	-60.44	-7.69
3	685.38	99.60	-9.88	685.38	-99.60	-9.88
4	607.38	128.88	-11.91	607.38	-128.88	-11.91
5	523.42	148.50	-13.70	523.42	-148.50	-13.70
6	374.20	163.15	-0.55	374.20	-163.15	-0.55
7	263.70	181.88	13.58	263.70	-181.88	13.58
8	155.90	194.41	18.56	155.90	-194.41	18.56
9	13.67	149.96	18.80	13.67	-149.96	18.80
10	-91.42	89.16	14.07	-91.42	-89.16	14.07
11	-207.90	0.00	8.83	-207.90	0.00	8.83

**Tabla 86.** Diagrama de interacción 90° y 270°, Columna T- 01 – dirección "x" – bloque 1

Diagrama de Interacción (Incluido "Ø") - Dirección Y-Y						
Puntos	Curva a 0°			Curva a 180°		
	P (Ton)	M2 (Ton.m)	M3 (Ton.m)	P (Ton)	M2 (Ton.m)	M3 (Ton.m)
1	690.33	0.00	-6.10	690.33	0.00	-6.10
2	690.33	0.00	11.03	669.66	0.00	-32.46
3	690.33	0.00	20.26	523.38	0.00	-46.27
4	690.33	0.00	28.67	372.43	0.00	-52.07
5	690.33	0.00	36.46	213.71	0.00	-50.09
6	611.04	0.00	47.97	72.88	0.00	-44.15
7	553.94	0.00	65.29	27.79	0.00	-46.15
8	461.23	0.00	80.58	-37.24	0.00	-45.78
9	252.16	0.00	73.23	-85.05	0.00	-34.31
10	49.11	0.00	50.31	-132.53	0.00	-18.70
11	-207.90	0.00	8.83	-207.90	0.00	8.83

**Tabla 87.** Diagrama de interacción 90° y 270°, Columna T- 01 – dirección "y"- bloque 2

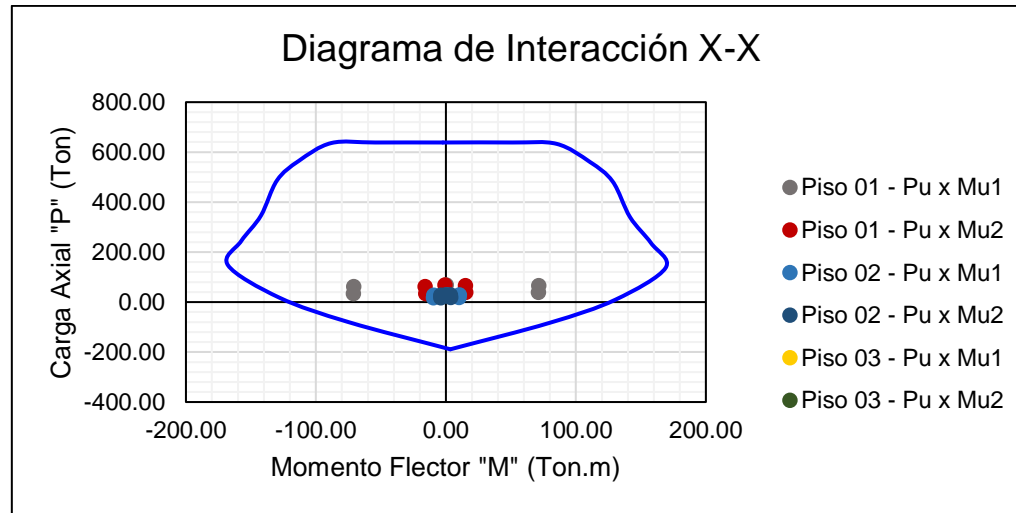


Figura 78 Diagrama de interacción Columna T- 01 – dirección "x"- bloque 1  
Fuente: Etabs V20

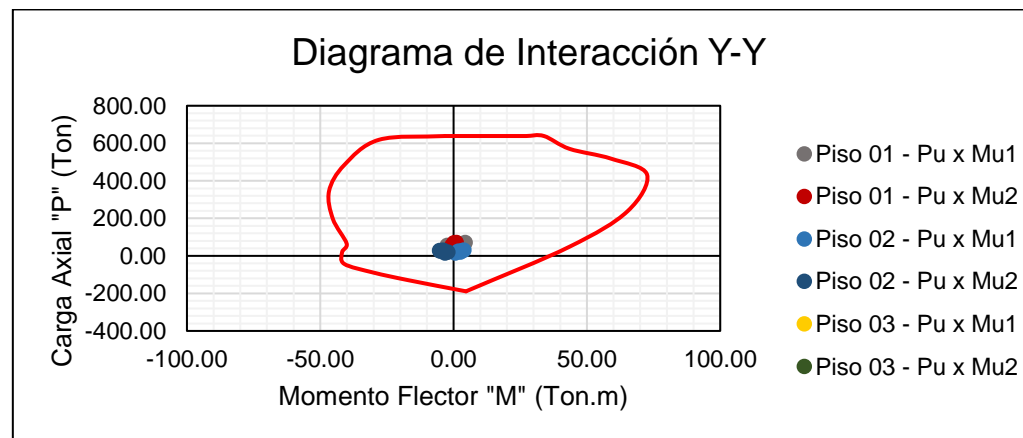


Figura 79 Diagrama de interacción Columna T- 01 – dirección "y"- bloque 1  
Fuente: Etabs V20



d) Diseño columna reforzada tipo T – bloque 2

- Longitud arriostrada

Nivel	Altura Total "H" (m)	Cargas Amplificadas "Pu" (Ton)	$\Sigma P_u$ (Ton)	Norma E.030 Artículo 31		V <sub>ux</sub> (Ton)	Índice de Estabilidad "Q"	Artículo 10.11.3. Verificación del Arriostramiento	Artículo 10.11.3. Tipo de Estructura
				$\Delta_{\text{absoluto}}$ (m)	$\Delta_{\text{relativo}}$ (m)				
Piso 2	3.15	344.93	344.93	0.0518	0.0301	53.40	0.0618	No hay Arriostramiento	Con Desplazamiento Lateral
Piso 1	3.15	755.28	1100.21	0.0217	0.0217	80.65	0.0938	No hay Arriostramiento	Con Desplazamiento Lateral

Tabla 88. Longitud arriostrada, dirección de análisis "x"

Nivel	Altura Total "H" (m)	Cargas Amplificadas "Pu" (Ton)	$\Sigma P_u$ (Ton)	Norma E.030 Artículo 31		V <sub>uy</sub> (Ton)	Índice de Estabilidad "Q"	Artículo 10.11.3. Verificación del Arriostramiento	Artículo 10.11.3. Tipo de Estructura
				$\Delta_{\text{absoluto}}$ (m)	$\Delta_{\text{relativo}}$ (m)				
Piso 2	3.15	344.93	344.93	0.0060	0.0035	130.70	0.0029	Si hay Arriostramiento	Sin Desplazamiento Lateral
Piso 1	3.15	755.28	1100.21	0.0025	0.0025	217.37	0.0040	Si hay Arriostramiento	Sin Desplazamiento Lateral

Tabla 89. Longitud arriostrada, dirección de análisis "y"

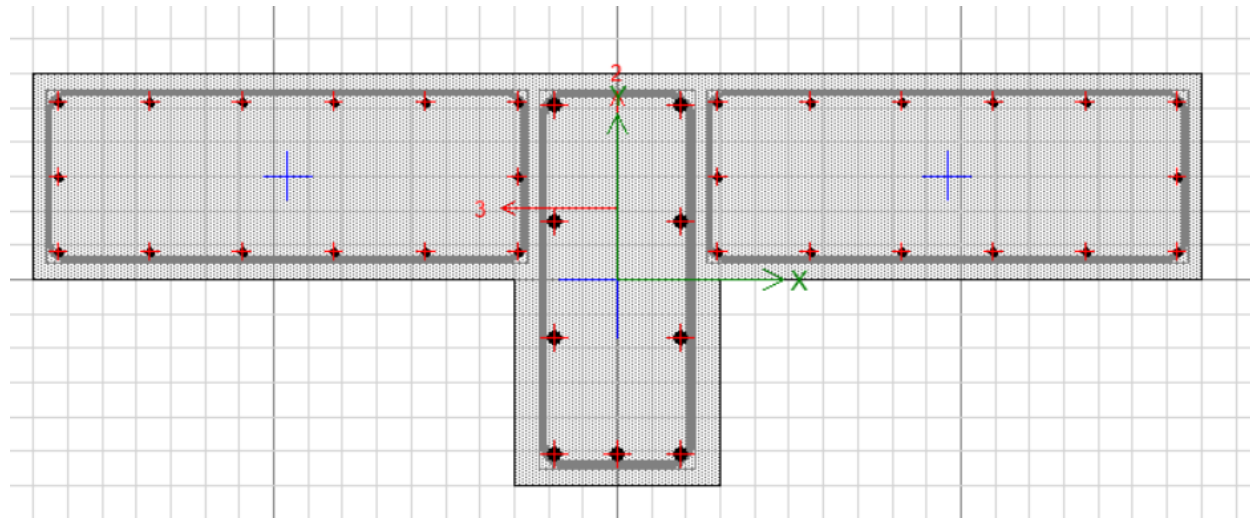
- **Solicitaciones de carga**

Piso	Columna	Tipo de Carga	P (Ton)		V2 (Ton)	V3 (Ton)	M2 (Ton.m)		M3 (Ton.m)	
							Top	Bottom	Top	Bottom
Piso 01	CL-01	CM	-39.90	39.90	0.00	0.10	-0.22	0.03	0.43	0.41
		CV	-10.92	10.92	0.26	0.11	-0.22	0.07	-0.24	0.42
		CSx	-2.43	2.43	1.55	21.89	15.42	71.19	0.77	3.38
		CSy	-7.67	7.67	5.08	7.07	4.73	22.55	2.46	11.16
Piso 02	CL-01	CM	-19.41	19.41	1.86	0.22	-0.31	0.24	-2.90	1.83
		CV	-2.72	2.72	0.46	0.04	0.04	0.14	-0.66	0.51
		CSx	-0.85	0.85	0.22	5.34	3.78	9.91	0.52	1.00
		CSy	-2.65	2.65	0.72	1.67	1.30	3.25	1.67	3.31

**Tabla 90.** Solicitaciones de carga Columna T- 01

- **Diseño por flexo compresión, columna reforzada**

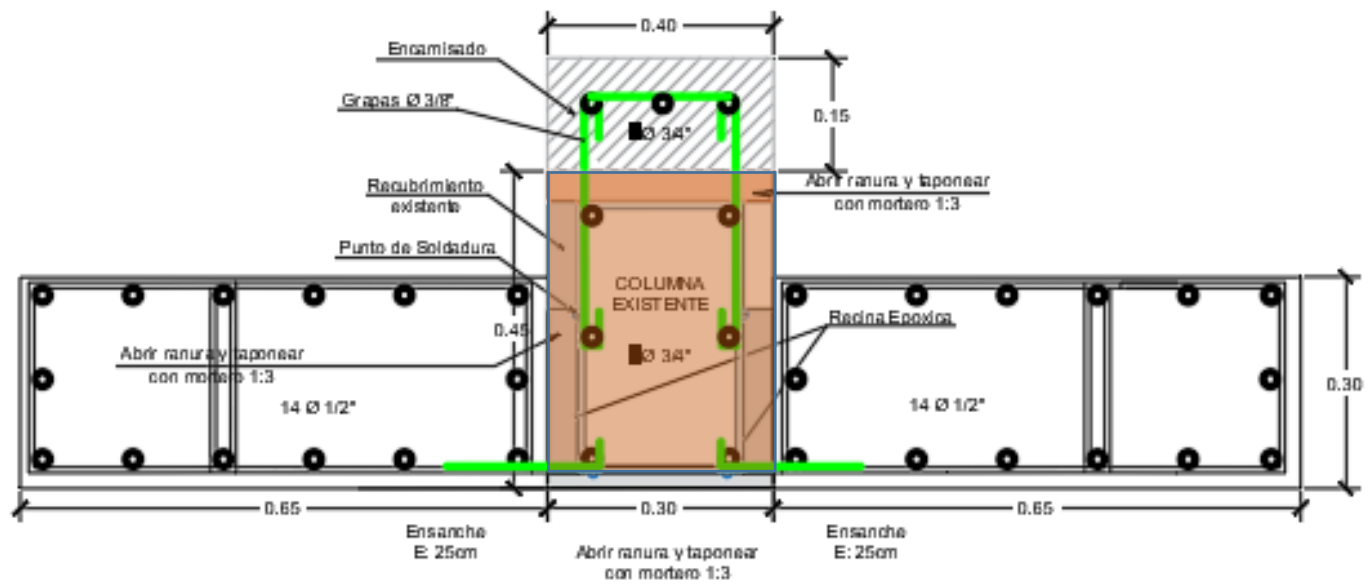
La cuantía de refuerzo longitudinal no será menor que 1% ni mayor que 6% del área total de la sección transversal. El límite inferior del área de refuerzo longitudinal es para controlar las deformaciones dependientes del tiempo y para que el momento de fluencia exceda al momento de fisuración. El límite superior refleja principalmente la preocupación por la congestión del acero y por otra parte evitar obtener secciones de comportamiento frágil.



Acero total: 61.68 cm<sup>2</sup>

Distribución final: 9ø3/4" + 28ø1/2"

Cuantía: 1.08%



## COLUMNA T REFORZADA - BLOQUE 1

La tabla 91 y 92 nos detallan los puntos de demanda de la columna tipo T, por lo que fueron verificados y al encontrarse dentro del diagrama de interacción, se encontrarían cumpliendo con la capacidad requerida.

Diagrama de Interacción (Incluido "Ø") - Dirección X-X						
Puntos	Curva a 90°			Curva a 270°		
	P (Ton)	M2 (Ton.m)	M3 (Ton.m)	P (Ton)	M2 (Ton.m)	M3 (Ton.m)
1	638.63	-2.35	-3.22	638.63	-2.35	-3.22
2	638.63	51.22	-5.51	638.63	-54.29	-5.36
3	633.00	85.26	-7.89	636.50	-88.10	-7.73
4	560.59	110.84	-10.21	564.90	-113.21	-10.00
5	482.39	128.31	-12.26	487.03	-129.92	-11.92
6	339.88	141.65	0.08	345.94	-142.30	0.51
7	235.99	157.85	12.54	244.60	-157.43	12.98
8	137.36	169.07	15.27	147.66	-167.70	15.81
9	10.23	130.70	14.09	17.75	-128.18	14.45
10	-83.49	79.49	9.65	-80.33	-74.80	9.80
11	-189.00	3.40	4.66	-189.00	3.40	4.66

**Tabla 91.** Diagrama de interacción 90° y 270°, Columna T- 01 – dirección "x" – bloque 2

Diagrama de Interacción (Incluido "Ø") - Dirección Y-Y						
Puntos	Curva a 0°			Curva a 180°		
	P (Ton)	M2 (Ton.m)	M3 (Ton.m)	P (Ton)	M2 (Ton.m)	M3 (Ton.m)
1	638.63	-2.35	-3.22	638.63	-2.35	-3.22
2	638.63	-2.14	11.28	618.49	-0.97	-28.01
3	638.63	-2.04	19.75	483.42	-0.63	-41.03
4	638.63	-1.90	27.25	343.90	-0.18	-46.72
5	638.63	-1.71	33.90	196.98	0.44	-45.27
6	570.39	-1.43	43.46	65.59	1.28	-40.10
7	518.12	-1.30	59.05	20.84	1.92	-41.77
8	433.09	-0.69	72.56	-42.43	3.40	-41.04
9	237.91	-0.14	65.25	-88.99	3.40	-30.08
10	48.68	0.37	43.48	-130.02	3.40	-16.85
11	-189.00	3.40	4.66	-189.00	3.40	4.66

**Tabla 92.** Diagrama de interacción 90° y 270°, Columna T- 01 – dirección "y"- bloque 2

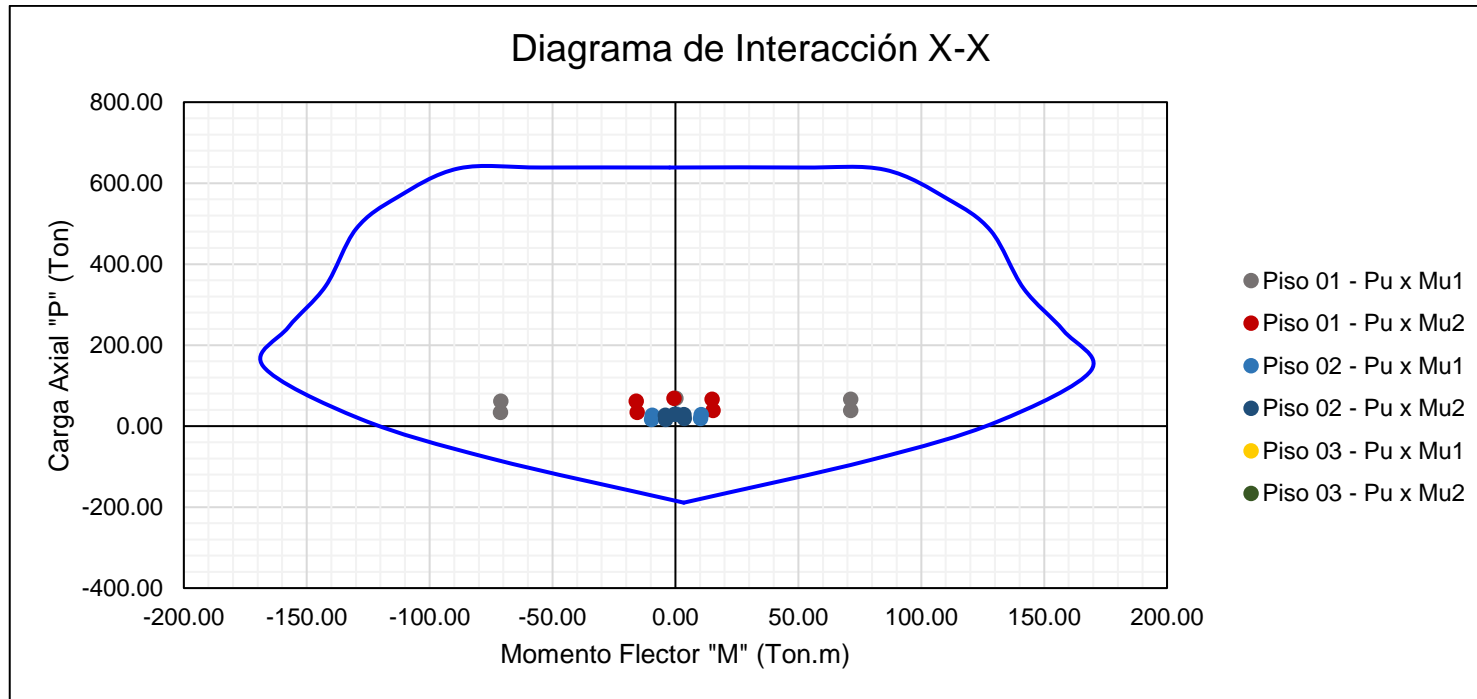


Figura 80 Diagrama de interacción Columna T- 01 – dirección “x”- bloque 2  
Fuente: Etabs V20.1

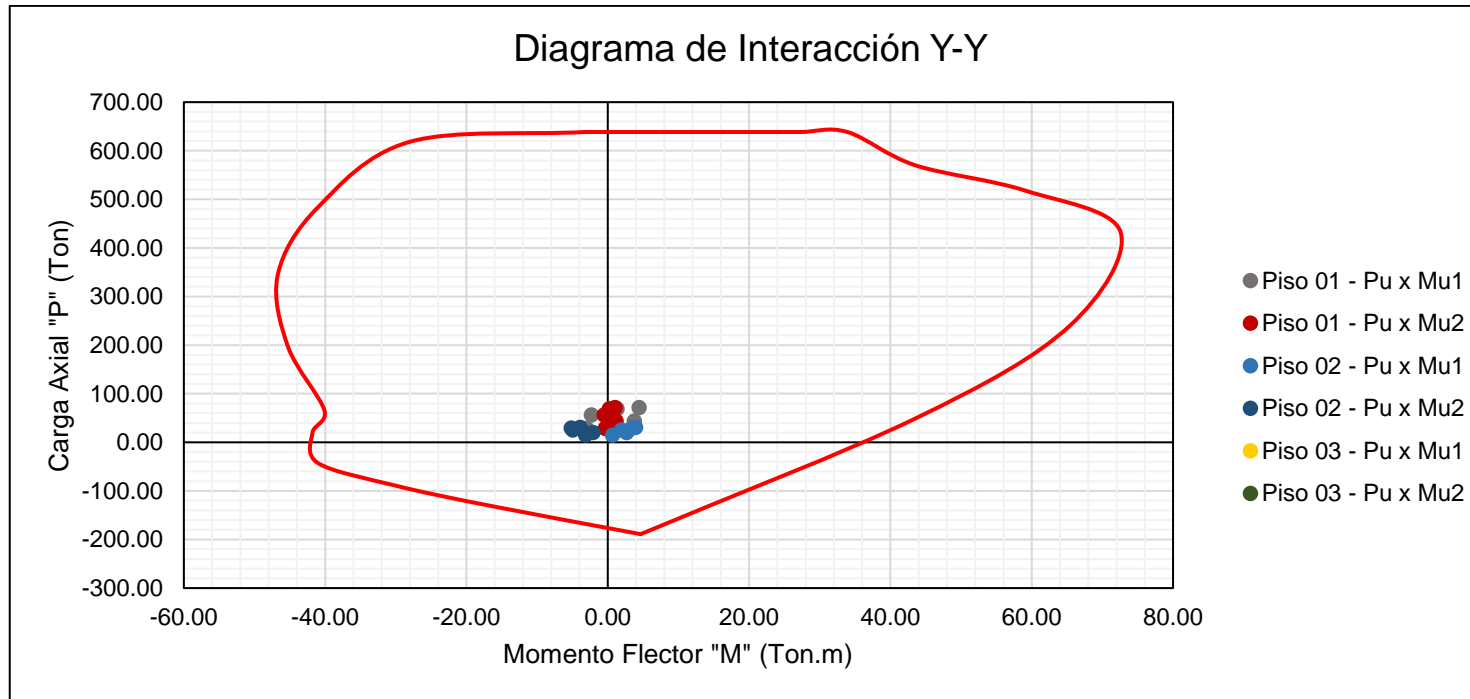


Figura 81 Diagrama de interacción Columna T- 01 – dirección “y”- bloque 2  
Fuente: Etabs V20.1



## **V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

### **5.1 Interpretación de los resultados**

Con respecto a las características físicas y mecánicas, se emplearon ensayos no destructivos de tal manera de que se pueda obtener un reporte representativo de las características de ambos pabellones, facilitando de esta manera el modelamiento matemático de cada bloque de estudio (1 y 2), esto debido a que la institución educativa no cuenta con planos existentes de los pabellones.

Las derivas de piso fueron comparadas con los límites establecidos por la norma E030, están a su vez se definieron en función a su sistema estructural, es decir que fue considerado como muros de albañilería confinada, debido a que estos son los que absorben el mayor porcentaje de cortante en la base.

## CONCLUSIONES

- Con referencia a la resistencia a la compresión de columnas piso 1 del bloque 1, el promedio registrado es de 217 Kgf/cm<sup>2</sup>, este se encontraría sobrepasando la demanda requerida, con respecto a las columnas del piso 2 del bloque 1, este se encuentra con una resistencia promedio de 246 Kgf/cm<sup>2</sup>, cumpliendo la demanda requerida, caso contrario sucede con la resistencia de vigas del piso 1 y 2, encontrándose con un promedio de 198 y 191 Kgf/cm<sup>2</sup> respectivamente, encontrándose por debajo de la demanda requerida. Con referencia a la resistencia a la compresión de columnas piso 1 del bloque 2, el promedio registrado es de 212 Kgf/cm<sup>2</sup>, este se encontraría sobrepasando la demanda requerida, con respecto a las columnas del piso 2 del bloque 2, este se encuentra con una resistencia promedio de 198 Kgf/cm<sup>2</sup>, no cumpliendo la demanda requerida, con respecto a la resistencia de vigas del piso 1 y 2, estas se encuentran registrando un promedio de 196 y 201 Kgf/cm<sup>2</sup> respectivamente, encontrándose por debajo de la demanda requerida.
- Con respecto a las derivas de piso para el bloque 1, este se encuentra cumpliendo con la deriva de piso, obteniéndose un máximo de 0.004 para la dirección de análisis "x" y de 0.0012 para la dirección de análisis "y". Con respecto al bloque 2, este se encontraría cumpliendo únicamente con la dirección de análisis "y", cuya deriva máxima obtenida es de 0.00118, caso contrario ocurre con la dirección de análisis "x", donde no se cumpliría con la deriva de piso en el nivel 1, obteniéndose un valor de 0.0064.
- Al verificar la resistencia al corte de los muros, estos se encuentran por debajo de la demanda requerida, es decir que para el bloque 1, se obtiene una resistencia de 157.16 Tn. f y 197.54 Tn. f versus una demanda de 225.49 y 227.59 Tn. f, por lo que no cumple con la resistencia al corte. Además, al verificar la resistencia al corte de los muros en el bloque 2, estos se encuentran por debajo de la demanda requerida, es decir que la

estructura, obtiene una resistencia de 198.87 Tn. f y 164.11 Tn. f versus una demanda de 234.12 y 216.03 Tn.f, por lo que no cumple con la resistencia al corte.

- Con respecto a la deformación de pórticos, estos se verificaron en función de los desplazamientos y cortantes, donde claramente se obtienen deformaciones en la zona de columna corta y que, a diferencia de la zona arriostrada, estos presentan un incremento de hasta cuatro veces, es decir que las columnas no arriostradas absorben menos cortante que las columnas cortas.
- Según los resultados obtenidos del diagrama axial del puntal para el bloque 1 se obtuvo una resistencia de 29.55 Tn. f en el muro representado por el eje A, con respecto al eje c se obtuvo un axial de 29.94 Tn. f, con referencia al eje e se obtuvo un axial de 29.99 Tn. f, y el eje I finalmente adquiere una fuerza axial demandante de 29.83 Tn. f, valores que se encuentran por debajo de la demanda, no presentándose posibilidad de falla por tracción diagonal, aplastamiento o cizalle. Con respecto al bloque 2 se obtuvo una resistente de 28.26 Tn. f en el muro representado por el eje A, con respecto al eje c se obtuvo un axial de 25.42 Tn. f, con referencia al eje e se obtuvo un axial de 25.41 Tn. f, y el eje I finalmente adquiere una fuerza axial demandante de 27.28 Tn. f, valores que se encuentran por debajo de la demanda, no presentándose posibilidad de falla por tracción diagonal, aplastamiento o cizalle.
- El reforzamiento estructural fue realizado en las columnas de 30x45, esto debido a que para evitar los efectos de falla por cortante debido a columna corta se decidió aislar la tabiquería de la superestructura (junta de 2.54cm), además de considerar el encamisado de la columna, incrementando el peralte y convirtiéndolo en una columna tipo T, esta consideración permite lograr el cumplimiento de la deriva de piso para la dirección de análisis "x", logrando derivas máximas de 0.0069 y 0.0027 para los bloques 1 y 2 respectivamente.

## RECOMENDACIONES

- Considerar la evaluación de la subestructura a base de la interacción suelo estructura y determinar la influencia del suelo sobre la misma.
- Adicionar estudios que incluyan la interacción tabique pórtico basado en un análisis no lineal (rango elástico).
- Incorporar ensayos de tracción diagonal que ayuden a determinar en laboratorio las características mecánicas de resistencia de la mampostería.
- Considerar el ensayo de micro trepidaciones para determinar el periodo de vibración de la estructura existente.
- Considerar nuestra tesis de investigación como base para futuras investigaciones con respecto a la tracción diagonal y ensayos para la determinación del periodo de vibración de la estructura.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- **Aceros, Arequipa. 2020.** Manual de Construcción para propietarios. [En línea] 2020. <https://www.acerosarequipa.com/manuales/manual-de-construccion-para-propietarios/glosario>.
- **Ancevalle Ñuflo, Rolando Rogelio y Coronel Espinoza, Erick Brayner. 2021.** Análisis estructural sísmico de un edificio de concreto armado evaluando la influencia de la tabiquería. *Repositorio academico UPC*. Lima : Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), 2021.
- **Asencio Huamanchay, Medali del Carmen y Anaya Saldaña, Christian Alejandro. 2021.** Estudio de 2 edificaciones aporticadas considerando los efectos de la interacción tabique pórtico mediante el método del puntal equivalente. Lima : Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), 14 de Octubre de 2021.
- **BEAUPERTHUY U., Jose Luis y URICH B., Alfredo José. 2015.** El Efecto de Columna Corta Estudios de Casos. s.l. : B.R.S. Ingenieros, C.A, 2015.
- **Bolivar , R. 2005.** *Metodología De Investigación*. 2005.
- **Carpeta Peña, Elvis Leonardo. 2014.** Determinacion del Indice de Vulnerabilidad sísmica de siete viviendas mediante cuatro metodologías en la ciudad de Bogota. *Tesis de Grado*. Bogota, Bogota, Colombia : Universidad Piloto de Colombia , 2014.
- **Infante Sandoval, Antony Alejandro. 2018.** Slideshare. [En línea] Noviembre de 2018. [www2.slideshare.net/infantesandoval/glosario-determinosbasicosdelaconstruccion-1](http://www2.slideshare.net/infantesandoval/glosario-determinosbasicosdelaconstruccion-1).
- **Jurado Guerra, Carlos y Mendoza Quintana, Mijail. 2012.** Tesis Para Optar El Título De Ingeniero Civil. *DESEMPEÑO SÍSMICO DE UN EDIFICIO APORTICADO DE 5 PISOS DISEÑADO CON EL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES PERO ACEPTANDO UNA DERIVA MÁXIMA DE 1%*. Lima, Perú : s.n., 2012.
- **MARTÍNEZ LANZ, P. 2011.** *Manual Básico de Investigación 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.
- **Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. 2018.** *Proyecto de Norma Técnica Aislamiento Sísmico*. Lima : Ministerio de Vivienda, 2018.
- **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.
- **Reglamento Nacional de Edificaciones. 2018.** Reglamento Nacional de Edificaciones. *Norma técnica E.030 diseño sísmoresistente*. 7 de Diciembre de 2018.
- **Reyes Meza, Carlos y Sanchez Carlessi, Hector Hugo. 2006.** *Metodología y Diseños en la Investigación Científica*. Lima, Perú : Visión Univeritaria, 2006.

- **SAN BARTOLOME, Angel. 1994.** *Construcciones de albañilería.* Lima : Pontificia Universidad Católica del Perú , 1994.
- **Villanueva Mohr, Guillermo Osvaldo. 2009.** Tesis presentada como parte de los requisitos para optar al Título de Ingeniero Civil en Obras Civiles. *DISEÑO SÍSMICO POR DESEMPEÑO APLICADO A UN EDIFICIO DE HORMIGON ARMADO.* Valdivia, Chile : Universidad Austral de Chile, 2009.
- Zigurat- Global Institute of technology. [En línea] <https://www.e-zigurat.com/blog/es/calculo-de-esfuerzos-en-porticos-de-concreto-armado/>.

## **ANEXOS**

## **VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS**



**FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS**  
**JUICIO DE EXPERTO**

Estimado Especialista: Msc. Ing. Daniel Gonzales Arce

Considerando su actitud académica y trayectoria profesional, permítame nombrarlo como JUEZ EXPERTO para revisar el contenido del instrumento de recolección de datos:

**FICHA DE VERIFICACIÓN ESCLEROMETRÍA**

Le presento la matriz de consistencia y operacionalización de variables para la revisión respectiva del proyecto de tesis que tiene como enfoque:

1. Cualitativo ( )      2. Cuantitativo (X)      3. Mixto ( )

El resultado de esta evaluación permitirá la validez de contenido del instrumento para el proyecto:

Título del proyecto de tesis:	EVALUACION DE DOS PABELLONES CONSIDERANDO LOS EFECTOS DE INTERACCION TABIQUE-PORTICO Y COLUMNA CORTA DE LA I.E. 40230 "SAN ANTONIO DEL PEDREGAL", UBICADO EN EL DISTRITO DE MAJES, PROVINCIA DE CAYLLOMA, AREQUIPA
Línea de investigación:	ESTRUCTURAS.

Dicho trabajo tiene como Asesor del proyecto de tesis al Msc. Ing. Félix Gilberto Perrigo Sarmiento

De antemano le agradezco sus aportes.

Arequipa, 25 de junio del 2022

.....  
Tesista: Billy Joe Vásquez Gonzales

.....  
Tesisistas: Brayan Carlos Sánchez Saavedra

**FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS**  
**JUICIO DE EXPERTO**

Estimado Especialista: Ing. Luis Alberto Quispe Calloapaza

Considerando su actitud académica y trayectoria profesional, permítame nombrarlo como JUEZ EXPERTO para revisar el contenido del instrumento de recolección de datos:

**FICHA DE VERIFICACIÓN ESCLEROMETRÍA**

Le presento la matriz de consistencia y operacionalización de variables para la revisión respectiva del proyecto de tesis que tiene como enfoque:

1. Cualitativo ( ) 2. Cuantitativo (X) 3. Mixto ( )

El resultado de esta evaluación permitirá la validez de contenido del instrumento para el proyecto:

Título del proyecto de tesis:	EVALUACION DE DOS PABELLONES CONSIDERANDO LOS EFECTOS DE INTERACCION TABIQUE-PORTICO Y COLUMNA CORTA DE LA I.E. 40230 "SAN ANTONIO DEL PEDREGAL", UBICADO EN EL DISTRITO DE MAJES, PROVINCIA DE CAYLLOMA, AREQUIPA
Línea de investigación:	ESTRUCTURAS

Dicho trabajo tiene como Asesor del proyecto de tesis al Msc. Ing. Félix Gilberto Perrigo Sarmiento.

De antemano le agradezco sus aportes.

Arequipa, 25 de junio del 2022

.....  
Tesista: Billy Joe Vásquez Gonzales

.....  
Tesisas: Brayan Carlos Sánchez Saavedra

## FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

### JUICIO DE EXPERTO

Estimado Especialista: Ing. Ronald L. Castillo Montenegro

Considerando su actitud académica y trayectoria profesional, permítame nombrarlo como JUEZ EXPERTO para revisar el contenido del instrumento de recolección de datos:

### FICHA DE VERIFICACIÓN ESCLEROMETRÍA

Le presento la matriz de consistencia y operacionalización de variables para la revisión respectiva del proyecto de tesis que tiene como enfoque:

1. Cualitativo ( )      2. Cuantitativo (X)      3. Mixto ( )

El resultado de esta evaluación permitirá la validez de contenido del instrumento para el proyecto:

Título del proyecto de tesis:	EVALUACION DE DOS PABELLONES CONSIDERANDO LOS EFECTOS DE INTERACCION TABIQUE-PORTICO Y COLUMNA CORTA DE LA I.E. 40230 "SAN ANTONIO DEL PEDREGAL", UBICADO EN EL DISTRITO DE MAJES, PROVINCIA DE CAYLLOMA, AREQUIPA
Línea de investigación:	ESTRUCTURAS.

Dicho trabajo tiene como Asesor del proyecto de tesis al Msc. Ing. Félix Gilberto Perrigo Sarmiento

De antemano le agradezco sus aportes.

Arequipa, 25 de junio del 2022

.....  
Tesista: Billy Joe Vásquez Gonzales

.....  
Tesis: Brayan Carlos Sánchez Saavedra

## Formato de Validación de Criterios de Expertos

### I. Datos Generales

Fecha	29/06/2022
Validador	Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce
Cargo e institución donde labora	Gerente General DGA Laboratorio de investigación EIRL
Instrumento a validar	Índice de Rebote p/esclerómetro
Objetivo del instrumento	Validar instrumento
Autor(es) del instrumento	Billy Joe Vásquez Gonzales – Brayan Carlos Sánchez Saavedra

### 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	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		
<b>TOTAL</b>					

### III. Coeficiente de Validez

$$\frac{D + R + B}{30} = 0.766$$





## Formato de Validación de Criterios de Expertos

### I. Datos Generales

Fecha	27/06/2022
Validador	Ing. Luis Alberto Quispe Calloapaza
Cargo e institución donde labora	Gerente de Proyectos Volcán SAC
Instrumento a validar	Índice de Rebote p/esclerómetro
Objetivo del instrumento	Validar instrumento
Autor(es) del instrumento	Billy Joe Vásquez Gonzales – Brayan Carlos Sánchez Saavedra

### 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		
<b>TOTAL</b>					

### III. Coeficiente de Validez

$$\frac{D + R + B}{30} = \frac{0 + 18 + 3}{30}$$

Coeficiente de validez: 0.700


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

## Formato de Validación de Criterios de Expertos

### I. Datos Generales

Fecha	26/06/2022
Validador	Ing. Ronald Luigi Vidal Castillo Montenegro
Cargo e institución donde labora	Supervisor de Proyectos MCVS-MTC
Instrumento a validar	Índice de Rebote p/esclerómetro
Objetivo del instrumento	Validar instrumento
Autor(es) del instrumento	Billy Joe Vásquez Gonzales – Brayan Carlos Sánchez Saavedra

### 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	
<b>TOTAL</b>					

### III. Coeficiente de Validez

$$\frac{D + R + B}{30} = \frac{0 + 14 + 9}{30}$$

Coeficiente de validez: 0.760

  
 RONALD LUIGI VIDAL CASTILLO MONTENEGRO  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP 266189

## **CARTA DE AUTORIZACIÓN**

Arequipa, 20 de Mayo de 2022

Sres.:

Sanchez Saavedra, Brayan Carlos  
Vásquez Gonzales, Billy Joe  
Bach, Ingeniería Civil  
Universidad Privada Antenor Orrego

**Ref. Autorización de Ingreso para recolección de datos de la I.E N°40230 San Antonio del Pedregal**

De mi consideración:

A través del presente, se le autoriza el ingreso a las instalaciones de la IE N°40230 SAN ANTONIO DEL PEDREGAL, para llevarse a cabo la investigación: "EVALUACION DE DOS PABELLONES CONSIDERANDO LOS EFECTOS DE INTERACCION TABIQUE-PORTICO Y COLUMNA CORTA DE LA I.E. N°40230 "SAN ANTONIO DEL PEDREGAL", UBICADO EN EL DISTRITO DE MAJES, PROVINCIA DE CAYLLOMA-REGION AREQUIPA", para:

- El acceso, toma de registros fotográfico, llenado de fichas técnicas y formularios.
- Toma de mediciones, para posterior elaboración de los planos de estructuras.
- Intervención no destructiva a los principales elementos estructurales por el ensayo de esclerometría.

Se expide la presente AUTORIZACION a petición escrita de la interesada, para los fines que estime pertinente.

Atentamente;



  
PROF. BRIGIDA BAUTISTA CAMPOS  
C.M. 1029531228  
DIRECTORA

**Brigida Consuelo Bautista Campos**  
**DIRECTORA**

I.E N°40230 San Antonio del Pedregal