

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

## **ESCUELA DE POSGRADO**



**UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS**

**TESIS:**

**COMPARACIÓN DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DE LA I.E. SANTA  
RAFAELA MARÍA – CHOTA, CONSIDERANDO TRES TIPOS DE  
REFUERZO ESTRUCTURAL**

Para optar el Grado Académico de

**MAESTRO EN CIENCIAS**

**MENCIÓN: INGENIERÍA CIVIL**

Presentada por:

Bachiller: **CARLA TATIANA DÍAZ TAFUR**

Asesor:

**Dr. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO**

Cajamarca, Perú

2022

COPYRIGHT © 2022 by  
CARLA TATIANA DÍAZ TAFUR  
Todos los derechos reservados

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

## **ESCUELA DE POSGRADO**



**UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS**

**TESIS APROBADA**

**COMPARACIÓN DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DE LA I.E. SANTA  
RAFAELA MARÍA – CHOTA, CONSIDERANDO TRES TIPOS DE  
REFUERZO ESTRUCTURAL**

Para optar el Grado Académico de

**MAESTRO EN CIENCIAS**

**MENCIÓN: INGENIERÍA CIVIL**

Presentada por:

Bachiller: **CARLA TATIANA DÍAZ TAFUR**

**JURADO EVALUADOR**

Dr. Miguel Angel Mosqueira Moreno  
Asesor

M.Cs. José Marchena Araujo  
Jurado Evaluador

M. Cs. Manuel Minchán Pajares  
Jurado Evaluador

M. Cs. Mauro Centurión Vargas  
Jurado Evaluador

Cajamarca, Perú

2022



PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 16 horas, del día 20 de octubre de dos mil veintidós, reunidos en el Auditorio de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, el Jurado Evaluador presidido por el **M.Cs JOSÉ MARCHENA ARAUJO, M.Cs MAURO CENTURIÓN VARGAS, M.Cs MANUEL MINCHAN PAJARES** y en calidad de Asesor el Dr. **MIGUEL MOSQUEIRA MORENO**. Actuando de conformidad con el Reglamento Interno y el Reglamento de Tesis de Maestría de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, se dio inicio a la Sustentación de la Tesis titulada **“COMPARACIÓN DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DE LA I.E. SANTA RAFAELA MARÍA – CHOTA, CONSIDERANDO TRES TIPOS DE REFUERZO ESTRUCTURAL”**. Realizada la exposición de la Tesis y absueltas las preguntas formuladas por el Jurado Evaluador, y luego de la deliberación, se acordó aprobarla con la calificación de *Diecisiete (17) - Excelente*..... la mencionada Tesis; en tal virtud, la **Bachiller en Ingeniería Civil, CARLA TATIANA DIAZ TAFUR**, está apta para recibir en ceremonia especial el Diploma que lo acredita como **MAESTRO EN CIENCIAS**, de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ingeniería, con Mención en **INGENIERIA CIVIL**.

Siendo las *17:20*... horas del mismo día, se dio por concluido el acto.

.....  
Dr. **MIGUEL MOSQUEIRA MORENO**  
Asesor

.....  
**M.Cs JOSÉ MARCHENA ARAUJO**  
Jurado Evaluador

.....  
**M.Cs. MAURO CENTURIÓN VARGAS**  
Jurado Evaluador

.....  
**M.Cs MANUEL MINCHAN PAJARES**  
Jurado Evaluador

A mi hija Nicole Alejandra por ser mi alegría cada día y la razón de mi vida y con mucho agradecimiento y cariño a mis papás por ser mi ejemplo a seguir, mi apoyo incondicional, mi fortaleza; este logro es también suyo.

*Carla*

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por el don de la vida y por darme la capacidad de discernir entre lo bueno y lo malo, guiar mis pasos y sostenerme en cada momento.

A la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca y a sus docentes, de forma especial al Dr. Miguel Ángel Mosqueira Moreno asesor de esta tesis, por sus aportes, conocimientos y sugerencias que contribuyeron al desarrollo y a mejorar la calidad de esta investigación.

A mis padres Lupe y Víctor por el apoyo durante mis estudios de posgrado, por la paciencia y por ser, conjuntamente con mis hermanos: Claudia, Víctor y Emmanuel, la fortaleza que siempre necesito.

A mi compañero de vida, mi esposo Anderson, por su apoyo y ánimo brindado día con día para alcanzar nuevas metas, tanto profesionales como personales.

A la directora de la I.E. “Santa Rafaela María” por brindarme las facilidades para la obtención de datos de los pabellones estudiados y a todas las personas que colaboraron de diferentes formas para la elaboración de la presente tesis.

*Carla*

“Eso que llamamos destino, está en una gran parte en manos de los hombres, cuando estos tienen ideas claras y propósitos firmes.”

*-Enzo Ferrari-*

## ÍNDICE GENERAL

ACTA DE APROBACIÓN .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	vi
ÍNDICE GENERAL .....	viii
ÍNDICE DE TABLAS .....	x
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xii
LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS USADAS .....	xiv
GLOSARIO .....	xv
RESUMEN .....	xvi
ABSTRACT .....	xvii
CAPÍTULO I. ....	1
INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Planteamiento del problema .....	1
1.1.1. Contextualización. ....	1
1.1.2. Descripción del problema .....	7
1.1.3. Formulación del problema. ....	10
1.2. Justificación e importancia .....	10
1.3. Delimitación de la investigación .....	11
1.4. Limitaciones .....	11
1.5. Objetivos.....	12
1.5.1. Objetivo General.....	12
1.5.2. Objetivos específicos. ....	12
CAPÍTULO II.....	13
MARCO TEÓRICO .....	13
2.1. Antecedentes de la investigación o marco referencial.....	13
2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	13
2.2. Marco conceptual .....	16
2.2.1. Reforzamiento estructural.....	16
2.2.2. Reforzamiento de elementos estructurales.....	18
2.2.3. Reforzamiento con arriostres laterales.....	18
2.2.4. Reforzamiento con colocación de aletas de concreto. ....	18
2.2.5. Reforzamiento con cierre de paños de albañilería. ....	19
2.2.6. Reglamentos y Normativas.....	20
2.3. Definición de términos básicos.....	21
CAPÍTULO III. HIPÓTESIS .....	23

3.1. Hipótesis .....	23
3.3. Operacionalización / categorización de los componentes de la hipótesis .....	23
CAPÍTULO IV .....	30
MARCO METODOLÓGICO .....	30
4.1. Ubicación geográfica.....	30
4.2. Diseño de la investigación.....	30
4.2.1. Recopilación de información necesaria de fuentes fidedignas. ....	31
4.2.1.1. Obtención de datos. ....	31
4.2.2. Análisis y utilización de información obtenida. ....	31
4.3. Métodos de investigación .....	32
4.3.1. Obtención de datos: .....	32
4.3.2. Modelamiento y análisis: .....	32
4.3.3. Comparación: .....	32
4.4. Población, muestra, unidad de análisis y unidad de observación.....	32
4.5. Técnicas e instrumentos de recopilación de información.....	33
4.5.1. Técnicas de recopilación de información. ....	33
4.6. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información.....	34
4.6.1. Técnicas del procesamiento de información.....	34
4.6.2. Análisis de la información. ....	34
4.7. Equipos, materiales e insumos .....	34
4.8. Matriz de consistencia metodológica .....	34
CAPÍTULO V .....	37
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	37
5.1. Presentación de resultados.....	37
A. Descripción del proyecto.....	37
B. Características de los materiales .....	42
C. Metrado de cargas. ....	44
D. Modelo estructural.....	44
E. Comportamiento Sísmico del Edificio. ....	44
H. Inspección visual de la edificación.....	63
CAPÍTULO VI. PROPUESTA .....	77
CONCLUSIONES.....	79
RECOMENDACIONES .....	80
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	81

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Centros educativos existentes antes y después de 1997.....	5
Tabla 1-2: Resumen de Efectos sísmicos del 15 de agosto de 2007 .....	6
Tabla 1-3: Cantidad y distribución de alumnos y administrativos .....	9
Tabla 4-1: Cuadro de coordenadas de la I.E. “S.R.M.”.....	30
Tabla 4-2: Matriz de consistencia metodológica.....	35
<b>Tabla 5.1.</b> Datos generales Pabellón “A” .....	39
<b>Tabla 5.2.</b> Distribución de los espacios por niveles – Pabellón “A” .....	40
<b>Tabla 5.3.</b> Datos generales Pabellón “B” .....	42
Tabla 5.4. Distribución de los espacios por niveles – Pabellón “B” .....	42
Tabla 5.5. Características de los materiales.....	43
Tabla 5.6. Relaciones modales de participación de carga – Pabellón “A”.....	45
Tabla 5.7. Cortantes estáticos en la dirección “X” e “Y” – Pabellón “A” .....	45
Tabla 5.8. Cortantes dinámicos en la dirección “X” e “Y” – Pabellón “A”.....	45
Tabla 5.9. Corrección de fuerzas cortantes en la dirección – Pabellón “A”.....	46
Tabla 5.10. Cortantes corregidos en la dirección “X” e “Y”.....	46
Tabla 5.11. Desplazamientos y derivas del centro de masa del diafragma – Pabellón “A” .....	47
Tabla 5.12. Verificación por corte para muros de albañilería confinada N.T. E070.....	47
Tabla 5.13. Relaciones modales de participación de carga – Pabellón “B”.....	48
Tabla 5.14. Cortantes estáticos en la dirección “X” e “Y” – Pabellón “B”.....	48
Tabla 5.15. Cortantes dinámicos en la dirección “X” e “Y” – Pabellón “B” .....	48
Tabla 5.16. Corrección de fuerzas cortantes en la dirección – Pabellón “B”.....	49
Tabla 5.17. Cortantes corregidos en la dirección “X” e “Y” – Pabellón “B” .....	49
Tabla 5.18. Desplazamientos y derivas del centro de masa del diafragma – Pabellón “B” .....	50
Tabla 5.19. Verificación por corte para muros de albañilería confinada N.T. E070.....	50
Tabla 5.20. Cuadro comparativo del análisis modal de los dos pabellones .....	50
Tabla 5.21. Relaciones modales de participación de carga – P.A. R01 .....	51
Tabla 5.22. Cortantes en la dirección “x” e “y” – Análisis estático – P.A. R01 .....	51
Tabla 5.23. Cortantes en la dirección “x” e “y” – Análisis dinámico – P.A. R01.....	51
Tabla 5.24. Fuerzas cortantes corregidas – P.A. R01.....	52
Tabla 5.25. Desplazamientos y derivas del centro de masa del diafragma – P.A. R01 .	52
Tabla 5.26. Verificación de resistencia de perfiles – P.A. R01 .....	52
Tabla 5.27. Verificación de resistencia de las columnas – P.A. R01 .....	53

Tabla 5.28. Relaciones modales de participación de carga – PA. R02 .....	54
Tabla 5.29. Cortantes en la dirección “x” e “y” – Análisis estático – P.A. R02 .....	54
Tabla 5.30. Cortantes en la dirección “x” e “y” – Análisis dinámico – P.A. R02.....	54
Tabla 5.31. Fuerzas cortantes corregidas – P.A. R02.....	55
Tabla 5.32. Desplazamientos del centro de masa del diafragma, Refuerzo 02 – Pabellón “A” .....	55
Tabla 5.33. Verificación de la resistencia del puntal – P.A. R02.....	55
Tabla 5.34. Relaciones modales de participación de carga – PA. R03 .....	56
Tabla 5.35. Cortantes en la dirección “x” e “y” – Análisis estático – P.A. R03 .....	56
Tabla 5.36. Cortantes en la dirección “x” e “y” – Análisis dinámico – P.A. R03.....	56
Tabla 5.37. Fuerzas cortantes corregidas – P.A. R03.....	56
Tabla 5.38. Desplazamientos y derivas del centro de masa del diafragma, Refuerzo 03 – Pabellón “A” .....	57
Tabla 5.39. Relaciones modales de participación de carga – P.B. R01.....	57
Tabla 5.40. Cortantes en la dirección “x” e “y” – Análisis estático – P.B. R01 .....	57
Tabla 5.41. Cortantes en la dirección “x” e “y” – Análisis dinámico – P.B. R01.....	58
Tabla 5.42. Fuerzas cortantes corregidas en la dirección “x” e “y” – P.B. R01 .....	58
Tabla 5.43. Desplazamientos del centro de masa del diafragma, Refuerzo 01 – Pabellón “B” .....	58
Tabla 5.44. Verificación de resistencia de perfiles – P.B. R01 .....	59
Tabla 5.45. Verificación de resistencia de las columnas – P.B. R01 .....	60
Tabla 5.46. Relaciones modales de participación de carga – P.B. R02.....	60
Tabla 5.47. Cortantes en la dirección “x” e “y” – Análisis estático – P.B. R02 .....	60
Tabla 5.48. Cortantes en la dirección “x” e “y” – Análisis dinámico – P.B. R02.....	61
Tabla 5.49. Fuerzas cortantes corregidas – P.B. R02.....	61
Tabla 5.50. Desplazamientos y derivas del centro de masa del diafragma, Refuerzo 02 – P.B. ....	61
Tabla 5.51. Verificación de la resistencia del puntal – P.B. R02 .....	61
Tabla 5.52. Relaciones modales de participación de carga – P.B. R03.....	62
Tabla 5.53. Cortantes en la dirección “x” e “y” – Análisis estático – P.B. R03 .....	62
Tabla 5.54. Cortantes en la dirección “x” e “y” – Análisis dinámico – P.B. R03.....	62
Tabla 5.55. Fuerzas cortantes corregidas – P.B. R03 .....	62
Tabla 5.56. Desplazamientos del centro de masa del diafragma, Refuerzo 03 – Pabellón “B” .....	63
Tabla 5.57. Resumen de resultados – Pabellón “A” .....	66
Tabla 5.58. Resumen de resultados – Pabellón “B” .....	67

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-1:</b> Edificio 780 pre NDSR-1997 de 3 aulas por piso en la costa peruana .....	2
<b>Figura 1-2:</b> Edificio 780 PRE Zonas de Falla .....	2
<b>Figura 1-3:</b> Falla por columna corta en edificio escolar tipo 780 pre NDSR-1997 .....	3
<b>Figura 1-4:</b> Sismo Arequipa– Efecto de columna corta .....	3
<b>Figura 1-5:</b> Tipología de colegios 780 post 97.....	4
<b>Figura 1-6:</b> Edificio 780 actual de tres aulas por piso en la sierra peruana.....	5
<b>Figura1-7:</b> (a) Pabellón “B” y (b) Pabellón “A” de la I.E. Santa Rafaela María, vista de pabellones. (Díaz, 2017).....	9
<b>Fig. 5.1.</b> Esquema de planta estructural del pabellón en estudio.....	37
<b>Fig. 5.2.</b> Vista frontal del Pabellón “A” .....	38
<b>Fig. 5.3.</b> Vista en Planta Primer Nivel – Pabellón “A” .....	38
<b>Fig. 5.4.</b> Vista en Planta Segundo Nivel – Pabellón “A” .....	39
<b>Fig. 5.5.</b> Vista en Planta Tercer Nivel – Pabellón “A” .....	39
<b>Fig. 5.6.</b> Vista frontal del Pabellón “B” .....	40
<b>Fig. 5.7.</b> Vista en Planta Primer Nivel – Pabellón “B” .....	41
<b>Fig. 5.8.</b> Vista en Planta Segundo Nivel – Pabellón “B” .....	41
<b>Fig. 5.9.</b> Vista en Planta Tercer Nivel – Pabellón “B” .....	41
<b>Fig. 5.10.</b> Diagrama de interacción - Columnas.....	53
<b>Fig. 5.11.</b> Diagrama de interacción – Columnas .....	59
<b>Fig. 5.12.</b> Presencia de humedad en la base de los muros.....	64
<b>Fig. 5.13.</b> Asentamiento .....	64
<b>Fig. 5.14.</b> Presencia de humedad en la base de los muros.....	65
<b>Fig. 5.15.</b> Verificación de uso de ambientes .....	65
<b>Fig. 5.16.</b> Vista del modelamiento del pabellón “A” con el reforzamiento 01 .....	68
<b>Fig. 5.17.</b> Vista del modelamiento del pabellón “B” con el reforzamiento 01 .....	69
<b>Fig. 5.18.</b> Planta típica de un edificio de dos pisos reforzado a través del uso de arriostres metálicos .....	69
<b>Fig. 5.19.</b> Detalle en elevación del refuerzo (Arriostre).....	7069
<b>Fig. 5.20.</b> Vista del modelamiento del pabellón “A” con el reforzamiento 02 .....	71
<b>Fig. 5.21.</b> Vista del modelamiento del pabellón “B” con el reforzamiento 02 .....	71
<b>Fig. 5.22.</b> Planta típica de un edificio de dos pisos reforzado mediante cierre de paños de albañilería.....	712
<b>Fig. 5.23.</b> Detalle de cerramiento .....	71
<b>Fig. 5.24.</b> Detalle de viga de confinamiento.....	71

<b>Fig. 5.25.</b> Vista del modelamiento del pabellón “A” con el reforzamiento 03 .....	74
<b>Fig. 5.26.</b> Vista del modelamiento del pabellón “B” con el reforzamiento 03 .....	74
<b>Fig. 5.27.</b> Detalle de colocación de aletas de concreto.....	74
<b>Fig. 5.28.</b> Detalle de viga de confinamiento.....	74
<b>Fig. 5.29.</b> Detalle Perno Hilti .....	74
<b>Fig. 6.01.</b> Detalle de las aletas de concreto en columnas .....	77
<b>Fig. 6.02.</b> Planta de Pabellón “A” con ubicación de reforzamiento 03 .....	78
<b>Fig. 6.03.</b> Planta de Pabellón “A” con ubicación de reforzamiento 03 .....	78

## **LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS USADAS**

ACI	: American Concrete Institute (Instituto americano de concreto)
AISC	: American Institute of Steel Construction (Instituto Americano de Construcción de Acero)
MINEDU	: Ministerio de Educación
RNE	: Reglamento Nacional de Edificaciones

## GLOSARIO

**Cortante basal:** *En una edificación es la acumulación progresiva de las fuerzas cortantes de cada piso, el cual se refleja en la base del mismo. Estos cortantes en cada piso no son más que la aplicación de la fuerza sísmica en un nivel determinado y que se va acumulando a medida que nos vamos acercando a la base.* (Saavedra. – 2016)

**Deriva de entrepiso:** *Desplazamiento horizontal relativo de entrepisos, calculado como la diferencia de desplazamientos horizontales de dos niveles consecutivos de una edificación divididos por la altura de los entrepisos.* (Díaz C. – 2016)

**Masa participativa:** *Es una propiedad de la vibración natural; se puede entender como una masa que se activa en un cierto modo de vibración.* ([Artículo sobre el estilo de citación de la APA], s.f. Dlubal Software, Inc.)

**Periodo:** *Es el tiempo que tarda en dar una vibración una estructura en la forma que moviliza la mayor parte de su masa. Una estructura tiene muchas maneras de vibrar, pero la fundamental es aquella que va a movilizar más masa.* (Agudelo J. – 2022)

**Reforzamiento:** *Acción para incrementar la resistencia de una estructura o sus componentes, para mejorar la estabilidad estructural de la construcción.* (Sika Colombia S.A.S. – 2017)

**Respuesta estructural:** *Es cómo responde la estructura a las acciones que se le inducen desde el exterior.* (Gatica V. – 2012)

## RESUMEN

La investigación se desarrolló con el propósito de comparar la respuesta estructural de 02 pabellones de la I.E. Santa Rafaela María al considerar tres tipos de reforzamiento estructural. La edificación en estudio, ubicada en la ciudad de Chota, distrito de Chota, departamento de Cajamarca, Perú. Se encuentra ubicada en una zona de media sismicidad (zona sísmica 2), según la Norma Técnica E030 (2018).

La I.E. “Santa Rafaela María” de la ciudad de Chota es una edificación esencial cuyos pabellones en estudio fueron construidos con el antiguo código de diseño sismorresistente de 1977, lo cual podría no garantizar la seguridad de la población estudiantil, al no cumplir con las consideraciones sismorresistentes modernas.

Esta tesis se enfocó en comparar tres alternativas de reforzamiento: (1) Arriostres laterales entre columnas; (2) Cierre de paños de albañilería; y (3) Colocación de aletas de concreto. Para el análisis se realizó un levantamiento arquitectónico, estudio de mecánica de suelos y se determinó la resistencia de los elementos estructurales (vigas y columnas) usando el esclerómetro; datos que permitieron idealizar y evaluar la respuesta estructural de la edificación mediante el software ETABS versión 16.2.0.

Los resultados señalan que los pabellones actuales no cumplen con lo indicado por la norma E030 (2018): el porcentaje de masa participativa no cumple con llegar al 90 % en la dirección Y (Pabellón A: 86.5 % y Pabellón B: 81.76%), en la dirección longitudinal presenta problemas de rigidez con una deriva mayor a la permitida (Pabellón a: 19.30 ‰ y Pabellón B: 8 ‰). Al emplear los reforzamientos propuestos la respuesta estructural de los pabellones analizados si estaría acorde a lo establecido en la norma E030 (2018); cumpliendo con llegar al 90% de masa participativa en cada dirección y disminuyendo las derivas en más del 70% para el pabellón “A” y en más del 40 % para el pabellón “B”.

Al comparar la respuesta estructural de los pabellones analizados, considerando los tres tipos de reforzamiento se concluyó que el reforzamiento más adecuado el refuerzo 03: Colocación de aletas de concreto armado en las columnas, por ser más viable y tener una mejor respuesta en comparación con los otros dos.

**Palabra Clave:** Arriostres, reforzamiento, albañilería, columna corta, aletas de concreto.

## ABSTRACT

The investigation was developed with the purpose of comparing the structural response of 02 pavilions of the I.E. Santa Rafaela María when considering three types of structural reinforcement. The building under study, located in the city of Chota, district of Chota, department of Cajamarca, Peru. It is located in a zone of medium seismicity (seismic zone 2), according to Technical Standard E030 (2018).

The I.E. "Santa Rafaela María" in the city of Chota is an essential building whose pavilions under study were built with the old seismic-resistant design code of 1977, which may not guarantee the safety of the student population, since it does not comply with modern seismic-resistant considerations.

This thesis focused on comparing three reinforcement alternatives: (1) lateral bracing between columns; (2) Closure of masonry panels; and (3) Placement of concrete fins. For the analysis, an architectural survey was carried out, a study of soil mechanics and the resistance of the structural elements (beams and columns) was determined using the sclerometer; data that allowed idealizing and evaluating the structural response of the building using the ETABS software version 16.2.0.

The results indicate that the current pavilions do not comply with what is indicated by the E030 (2018) standard: the percentage of participatory mass does not comply with reaching 90% in the Y direction (Pavilion A: 86.5% and Pavilion B: 81.76%), In the longitudinal direction, it presents stiffness problems with a drift greater than that allowed (Pavilion A: 19.30 ‰ and Pavilion B: 8 ‰). When using the proposed reinforcements, the structural response of the analyzed pavilions would be in accordance with the provisions of standard E030 (2018); complying with reaching 90% of the participatory mass in each direction and reducing the drifts by more than 70% for pavilion "A" and by more than 40% for pavilion "B".

When comparing the structural response of the analyzed pavilions, considering the three types of reinforcement, it was concluded that the most appropriate reinforcement was reinforcement 03: Placement of reinforced concrete fins in the columns, as it is more viable and has a better response compared to the two others.

**Keyword:** Bracing, reinforcement, masonry, short column, concrete fins.

# **CAPÍTULO I.**

## **INTRODUCCIÓN**

### **1.1.Planteamiento del problema**

#### **1.1.1. Contextualización.**

TAVERA H. (2021), indica que el Perú está comprendido entre una de las regiones de más alta actividad sísmica que existe en la tierra, debido a que se encuentra en el denominado Cinturón de Fuego del Pacífico, debido a ello la frecuencia de sismos ocurridos es mayor.

Ante la alta sismicidad del país se han generado normativas que intentan evitar daños severos en las edificaciones y pérdidas de vidas humanas. Los criterios de diseño sismorresistente han evolucionado debido a las enseñanzas dejadas por los sismos ocurridos en el mundo, motivo por el cual la norma de diseño sismorresistente E030 ha sido actualizada al año 2018.

ALVAREZ J.J. y PULGAR X.O. (2019), hacen referencia que, en el año 2015 se realizó el Censo de Infraestructura Educativa (CIE), estudio que tuvo como muestra 187,312 edificaciones educativas. En el cual, se obtuvo que 15,349 colegios fueron construidos antes y durante 1977 y 63,976 entre los años de 1978 y 1998. La importancia de determinar la antigüedad de construcción recae en los cambios que ha tenido la Norma Peruana de Diseño Sismorresistente (E.030).

ASTORGA M.A. y AGUILAR R. (2006), indican que los edificios educativos de concreto armado construidos en las décadas de 1980 y 1990 antes del cambio de la norma de diseño sismorresistente en 1997 (Edificio 780 pre NDSR – 1997), presentan una arquitectura similar a la del edificio 780 actual (figura 1-1).

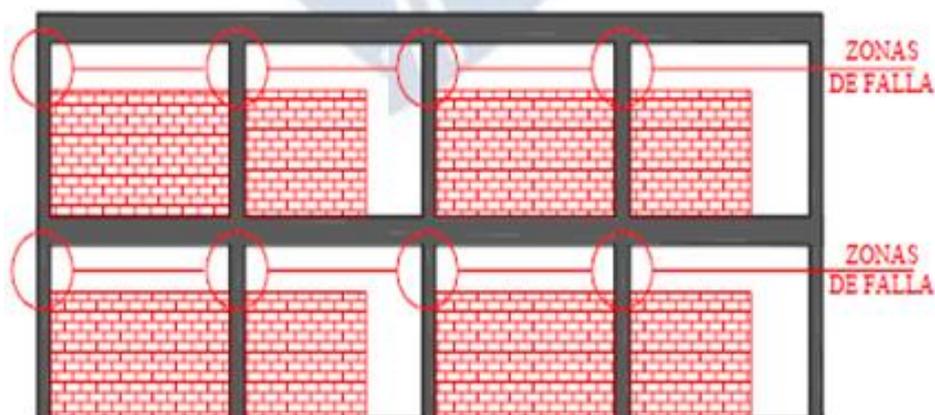
**Figura 1-1:** Edificio 780 pre NDSR-1997 de 3 aulas por piso en la costa peruana



**Fuente:** (Aguilar Velez R., 2006)

LOA G.J. (2017), señala que los edificios escolares tipo 780 PRE sufrieron importantes daños en sismos pasados, debido a que en el sentido longitudinal presentan poca rigidez; y a que la separación entre alfeizar y columnas era inadecuada. En el año de 1996, posterior al sismo de Nazca, se observó que los desplazamientos reales eran mayores que los calculados según NDSR-1977, lo cual generó una interacción entre elementos estructurales y no estructurales provocando un daño concentrado en la zona libre de las columnas. En la Figura 1-2 se muestra una elevación típica de un edificio 780 PRE donde se señala la zona de falla.

**Figura 1-2:** Edificio 780 PRE Zonas de Falla



**Fuente:** (Loa, 2017)

ASTORGA M.A. y AGUILAR R. (2006), afirman que los edificios tipo 780 PRE han sufrido daño en sismos pasados debido al problema de columna corta (figura 1-3 y 1-

4), siendo este un problema que se presenta por el mal aislamiento de los alfeizares de albañilería y la excesiva flexibilidad en el sentido longitudinal.

**Figura 1-3:** Falla por columna corta en edificio escolar tipo 780 pre NDSR-1997



**Fuente:** (Astorga M. y Aguilar R., 2006)

**Figura 1-4:** Sismo Arequipa– Efecto de columna corta



**Fuente:** (San Bartolomé, 2011)

CHACÓN R. y PAZ I. (2016), indican que el edificio post 97 (780 actual o moderno), se diseñaron y construyeron según los criterios de la norma sismorresistente de 1997, donde los requerimientos de rigidez fueron incrementados. Lo cual, ocasionó que las dimensiones de las columnas y vigas incrementaran sus dimensiones; por lo que

a partir de 1997 se empezaron a construir edificios educativos más robustos a los que se los denominó edificio 780 actual.

El edificio 780 tipo actual es un edificio de albañilería y concreto armado que tienen 3 niveles, en cada nivel de 2 a 4 aulas y su planta rectangular (figura 1-5). Las aulas son cuadradas de 7.80m de lado aproximadamente. Este edificio también se utiliza para oficinas, bibliotecas y laboratorios con tabiques divisorios.

**Figura 1-5:** Tipología de colegios 780 post 97



Fuente: (Chacón R. y Paz I., 2016)

Las ventanas y puertas se ubican en las fachadas longitudinales, la comunicación se da por un corredor longitudinal y el acceso al segundo y tercer nivel es por una caja de escaleras separada estructuralmente del edificio. Los alfeizares de las ventanas son tabiques separados de las columnas mediante juntas de aproximadamente 1”.

El techo del edificio 780 actual en la costa es horizontal (figura 1-6) y en zonas lluviosas inclinado a dos aguas (figura 1-6). En la mayoría de los casos los techos son losas aligeradas.

**Figura 1-6:** Edificio 780 actual de tres aulas por piso en la sierra peruana



Fuente: (Astorga M. y Aguilar R., 2006)

Los edificios educativos hechos con la norma sismorresistente peruana de 1997 no reportaron daños después del terremoto de Arequipa (2001).

En la tabla 1-1 se muestra un cuadro comparativo entre centros educativos construidos antes y después de 1997.

**Tabla 1-1:** Centros educativos existentes antes y después de 1997

Región	Número de centros educativos construidos antes de 1997	Número de centros educativos construidos después de 1997
COSTA	10262	340
SIERRA	22954	411
SELVA	7101	357
<b>TOTAL</b>	<b>40317</b>	<b>1108</b>

**Fuente:** Astorga M. y Aguilar R., 2006

Se observa que la mayoría de centros educativos han sido construidos antes de 1997. Esto significa que la mayoría de edificaciones no tiene las consideraciones de seguridad sísmica y resistencia exigidas en las normas recientes.

INDECI (2007), indica en sus registros que el sismo del 15 de agosto del 2007, el sub-sector Educación presentó daños en la infraestructura física de las instituciones

educativas de las zonas afectadas, con más de 662 aulas con daños graves, 495 aulas con daños moderados, 9949 muros de cerco perimétrico dañados y 407 que corresponden a otros ambientes. Se estima que las pérdidas ascienden a S/ 302.13 millones.

**Tabla 1-2:** Resumen de Efectos sísmicos del 15 de agosto de 2007

<b>SECTOR/SUBSECTOR</b>	<b>TOTAL (Nuevos soles)</b>
<b>SOCIAL</b>	<b>3 065 308 860</b>
Vivienda	2 290 682 209
Educación	302 139 861
Salud	254 415 853
Social	176 422 234
Deporte y Cultura	41 648 703
<b>INFRAESTRUCTURA</b>	<b>360 996 474</b>
Agua y Saneamiento	157 191 026
Transporte y Comunicaciones	112 216 617
Electricidad	91 588 831
<b>PRODUCTIVOS</b>	<b>58 668 370</b>
Agricultura	36 064 545
Pesca	16 759 003
Turismo	5 844 822
Gastos en la atención de emergencia (*)	335 094 042
Otros gastos de Intervención (*)	157 609 586
Medio ambiente (*)	135 256
<b>TOTAL:</b>	<b>3 977 812 588</b>

**Fuente:** INDECI, 2007

En resumen, y como dato general: Los sismos ocurridos entre los años 1970 y 2009, causaron pérdidas por US\$ 29 mil millones (Valdivia Fernández, 2012). Así mismo, se conoce que el 92% de la infraestructura de colegios públicos quedaría inoperativa después de un sismo ocasional (de 75 a 100 años de periodo de retorno). Bajo este mismo escenario, las pérdidas directas alcanzarían los S/.587.2 millones, superando por 11 veces el fondo de emergencia del año 2013 (Santa Cruz, 2013).

Es indispensable que las estructuras existentes no colapsen para sismos severos y no tengan demasiados daños para sismos moderados, especialmente los centros

educativos (Escuelas, colegios, universidades, institutos) que albergan muchas personas en horas de clase.

Por otro lado, en un país en vías de desarrollo no siempre hay la posibilidad económica de demoler una estructura mal diseñada para construir una moderna, motivo por el cual se realizan estudios de reforzamiento de edificaciones existentes y más aún si estas edificaciones son de características similares, ya que se puede aplicar el mismo tipo de refuerzo en varios casos.

La aplicación de refuerzos estructurales a edificaciones ha sido materia de estudio principalmente en países como el Perú, donde las construcciones antiguas ya no son consideradas seguras ante un sismo de gran magnitud.

GAMEROS S. (2015), menciona que luego del sismo de Arequipa – Moquegua de junio del 2001, el INFES encargó un estudio al ingeniero Antonio Blanco Blasco, sobre colegios más afectados en Arequipa y Moquegua, y en este estudio se proponen modelos de reforzamiento, los cuales deberían incorporar elementos que proporcionen rigidez lateral en la dirección longitudinal para evitar el fenómeno de columna corta. Las alternativas que propuso el Ing. Blanco están detalladas en una presentación que realizó y fueron las siguientes: cerrar paños en cada eje longitudinal con ladrillos o concreto; o enfundar columnas y conformar placas.

Actualmente la tecnología disponible permite intervenir sobre los elementos que confieren vulnerabilidad a las instituciones educativas, garantizando así su seguridad, capacidad y desempeño en caso de desastres. Se ha demostrado fehacientemente que la relación costo-beneficio de inversión en seguridad resulta altamente rentable en lo económico y en lo social. En ello radica la importancia de la mitigación.

### **1.1.2. Descripción del problema**

Las edificaciones escolares han demostrado reiteradamente ser vulnerables durante fenómenos sísmicos. Las instituciones públicas en las cuales se requiere la asistencia obligatoria de estudiantes, sufren daños considerables durante terremotos de moderada a elevada severidad en el mundo entero, causando cuantiosas y trágicas pérdidas de vidas. (López, 2009).

La mayoría de las edificaciones educativas son vulnerables a los terremotos debido a que fueron construidas en décadas en que los códigos de construcción no consideraban de manera decidida la protección contra terremotos. Después de cada terremoto los edificios educativos peruanos quedan seriamente dañados en la zona epicentral y el estado tiene que invertir importantes sumas en recuperar la infraestructura de la zona o incluso demoler las edificaciones y construir nuevas.

La Institución Educativa Pública Santa Rafaela María - 10385, fue creada el 30 de mayo de 1962 por resolución zonal N° 13692, siendo Ministro de Educación el Dr. Alfonso Villanueva Pinillos, por gestiones realizadas por la Congregación de Religiosas Esclavas del Sagrado Corazón de Jesús, siendo un Edificio 780 pre NDSR – 1997.

La Congregación de Religiosas tiene a su cargo:

- Jardín de Niños N°302 – Arnold Pool
- I.E. Santa Rafaela María – Nivel Primario
- I.E. Santa Rafaela María – Nivel Secundario
- I.S.P. Nuestra Señora de Chota

Todas las instituciones mencionadas funcionan estructuralmente juntas. Los pabellones correspondientes a cada nivel se encuentran integrados como un complejo educativo.

La actual infraestructura tiene una antigüedad de 42 años, a excepción del pabellón nuevo donde se ubican actualmente las áreas administrativas y algunas aulas del nivel secundario. Sus edificaciones fueron construidas con el sistema tradicional aporticado, es decir un sistema de vigas y columnas con rigidez menor en la dirección más larga, sin o con insuficiente espesor de las juntas de construcción entre tabique y sistema portante.

Como las edificaciones fueron construidas en el año de 1980, no se han tenido en cuenta un diseño sismorresistente con todas las condiciones que especifica la norma E030 actual, por lo que actualmente es posible que se encuentran en estado regular.

Hay dos aspectos importantes a considerar, según la actual norma E030 (2018):

- La ciudad de Chota se encuentra ubicada en la zona sísmica 2, lo cual implica una aceleración de 0.25, significando eso que su condición no es severa. (Tabla N°01 Factor de Zona N.T. E030).
- El sistema estructural sugerido, para edificaciones de categoría A2 (Centros educativos), es el sistema Dual y no el aporticado. (Tabla N°06: Categoría y sistema estructural de las edificaciones)

**Figura1-7:** (a) Pabellón “B” y (b) Pabellón “A” de la I.E. Santa Rafaela María, vista de pabellones. (Díaz, 2017)



Los pabellones destinados como muestra para la presente investigación, son con los que inicia su funcionamiento la I.E. Santa Rafaela María, que albergan al 61.30% de la población total (838 personas).

**Tabla 1-3:** Cantidad y distribución de alumnos y administrativos

Nivel	N° de alumnos	N° docentes	N° auxiliares / administrativos	Total
Jardín de niños N°302 – Arnold Pool	200	8	5	213
I.E. Santa Rafaela María – Primaria	424	15	7	838
I.E. Santa Rafaela María – Secundaria	370	22		
I.S.P. Nuestra Señora de Chota	287	21	8	316
<b>TOTAL:</b>	1281	66	20	1367

**Fuente:** Archivos de la I.E. Santa Rafaela María, 2021

Ante el riesgo que suponen los problemas existentes en las edificaciones que albergan a los alumnos de nivel primario y secundario, se debería optar por un tipo de refuerzo estructural que garantice el comportamiento óptimo ante una eventualidad.

En el Perú, después de un terremoto sólo los edificios dañados se refuerzan además de reparar sus daños y mejorar sus instalaciones. De este modo, el estado se ve obligado a invertir tanto en el reforzamiento como en la reparación de cada edificio que interviene. Sin embargo, si se pudieran reforzar los edificios vulnerables con la debida anticipación, los gastos de reparación post sismo, podrían eliminarse o reducirse significativamente. (Astorga M. y Aguilar R., 2006)

Esta investigación se enfoca en evaluar el comportamiento estructural de los dos pabellones en estudio para verificar si es necesario reforzarlas ante una eventualidad. Posteriormente se va a comparar tres alternativas de refuerzo para colegios, considerando la norma de diseño sismorresistente del año 2018.

### **1.1.3. Formulación del problema.**

¿Cuál de los tres tipos de refuerzo propuestos ofrece una mejor respuesta estructural de la I.E. Santa Rafaela María – 10385 de Chota?

### **1.2. Justificación e importancia**

Se argumenta la investigación presente en verificar el cumplimiento de los principios y teorías que se tienen referentes al reforzamiento estructural de edificaciones que aportan significativamente a la preservación de estructuras frente a la actividad sísmica de la tierra y al avance del tiempo. El estudio se apoyará en la norma E-030, ya que, en la última modificación de esta no está permitido el sistema estructural aporticado para una edificación tipo A2 ubicada en la zona 2.

La realización de la investigación está enfocada en evaluar la respuesta estructural de edificaciones educativas considerando la eficiencia de tres tipos de refuerzo estructural. Para ello se busca conocer las características sísmicas de las edificaciones educativas de Chota, tomando como muestra los dos pabellones de la I.E. en estudio. Se

realizará el modelado de la estructura usando el programa de análisis estructural ETABS 16.2.0, evaluando en un primer momento el comportamiento estructural de la edificación considerando sus características actuales y posteriormente considerando los tres tipos de refuerzo. Los resultados que se obtendrán serán de utilidad para profesionales de ingeniería, dedicados al reforzamiento de estructuras.

El estudio de reforzamiento estructural está dentro de la línea de investigación de la Escuela de Postgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca en el programa de Maestría y Doctorado, y tiene la finalidad fomentar, incentivar y capacitar a sus alumnos a la Investigación Científica y la obtención de resultados que puedan dar respuestas y soluciones válidas a la problemática existente en la zona en estudio. A través de este estudio se podrá analizar y tener un patrón para poder ampliar el estudio a todas las edificaciones “educativas” de la ciudad de Chota.

Es interés del tesista extender y ampliar sus conocimientos, mejorando habilidades y destrezas propias en el campo de la investigación y el conocimiento, así mismo aportará significativamente en aspectos de la realidad para la solución de problemas, además de servir como base para investigaciones futuras.

### **1.3.Delimitación de la investigación**

- La presente investigación abarcó solamente el estudio comparativo de la respuesta estructural de los dos pabellones más antiguos de la I.E. Santa Rafaela María al considerar 03 tipos de reforzamiento estructural: Arriostres laterales entre columnas, cierre de paños de albañilería y colocación de aletas de concreto armado.

### **1.4.Limitaciones**

- Para determinar el acero existente en la infraestructura, solo se ha tenido en cuenta la información considerada en los planos. Así como también se verificó in situ las dimensiones y usos de los ambientes de los dos pabellones en estudio.
- Se realizó estudios de esclerometría para calcular el  $f'c$  de la edificación, considerando un  $f'c$  promedio de los resultados obtenidos.

- Se realizó el estudio de suelos para verificar las características del sitio donde se encuentra ubicada la edificación.
- Se consideró un análisis estático, así mismo el estudio no contempló la interacción suelo-estructura.

## **1.5.Objetivos**

### **1.5.1. Objetivo General.**

- Comparar la respuesta estructural de la I.E. Santa Rafaela María de la ciudad de Chota considerando tres tipos de refuerzo estructural.

### **1.5.2. Objetivos específicos.**

- Verificar la respuesta estructural de los pabellones de la I.E. Santa Rafaela María de la ciudad de Chota, según los requerimientos de la norma peruana E 030 – 2018.
- Calcular periodos, derivas de entrepiso, desplazamientos, cortantes y porcentaje de masa participativa para la edificación sin reforzar.
- Calcular periodos, derivas de entrepiso, desplazamientos, cortantes y porcentaje de masa participativa de los pabellones en estudio con cada tipo de refuerzo estructural: Arriostres laterales entre columnas, cierre de paños de albañilería y colocación de aletas de concreto armado.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de la investigación o marco referencial**

##### **2.1.1. Antecedentes Internacionales.**

**Maldonado E. (2014)**, en su trabajo de investigación para la obtención de su título profesional: “Inspección y evaluación estructural según la Norma Ecuatoriana de la construcción NEC-11 (Formato 12A), para establecimientos educativos, situados en el distrito 6: circuito 6 (grupos a, b y c), del distrito metropolitano de Quito, subsecretaría de educación incluyendo el análisis estructural detallado del establecimiento más vulnerable de los grupos seleccionados”, tuvo como objetivo evaluar el comportamiento estructural y proponer los reforzamientos más adecuados para que las estructuras cumplan con las exigencias de los nuevos códigos en vigencia. Se concluyó que el reforzamiento mediante el empleo de fibras de carbono propuesto en el presente documento de investigación mejorará en un 40% el desempeño de la estructura del establecimiento educativo.

**Piamonte W. (2005)**, tecnólogo en construcciones civiles, realizó un estudio sobre el “Reforzamiento estructural del colegio Luis López de Mesa”-Colombia. Consistió en adecuar las plantas físicas a los requerimientos estructurales necesarios para prevenir situaciones de catástrofe; es decir, que en la eventualidad de un fenómeno natural (temblor, terremoto), la edificación garantice la seguridad a la comunidad educativa. Se concluyó en reforzar la estructura con un sistema combinado, de tal manera que las cargas verticales sean resistidas por la estructura existente y los muros absorban el 90% de la carga sísmica.

##### **2.1.2. Antecedentes Nacionales.**

**Urcia M. (2021)**, en su tesis: “Evaluación del desempeño sísmico y propuesta de reforzamiento del colegio 780-pre I.E. N° 1172 Ciro Alegría mediante el análisis estático no lineal”, determinó el comportamiento sísmico de los elementos estructurales mediante el análisis estático no lineal y evaluó el comportamiento estructural al proponer un

reforzamiento para mejorar el desempeño sísmico de la edificación. Concluyendo que al considerar el reforzamiento de encaquetado de columnas el pseudo desplazamiento ha disminuido en un 81% del valor inicial obtenido en la curva de capacidad del eje X-X sin reforzar, también se observó una mejora en su nivel de desempeño, pues paso de una zona de resguardo de vida a una zona operacional.

**Quispe J., Rúa M. y Taibe D. (2020)**, en su trabajo de investigación: “Técnicas de reforzamiento para centros educativos tipo modular 780 pre”, describió las técnicas de reforzamiento aplicables en edificaciones educativas peruanas típicas construidas antes del año 1977 y muestra los resultados obtenidos de cada técnica, tomando en cuenta factores tales como rigidez y resistencia. Se emplearon cinco técnicas de reforzamiento: La primera técnica es el refuerzo con muretes de albañilería reforzada, que aumenta la resistencia al corte y evitar fallas frágiles. La segunda técnica es el refuerzo de cierre de paños de albañilería, que incrementa la rigidez de la estructura. La tercera técnica fue el empleo de arriostres concéntricos, para incrementar la resistencia lateral mediante perfiles de aceros diagonales en los núcleos de los pórticos. La cuarta técnica, aletas de concreto en el eje longitudinal del edificio, de tal manera que se incrementó la rigidez y se reducen los desplazamientos. La quinta técnica es la instalación de muros acoplados de concreto, que mejoran el desempeño estructural de las edificaciones. De la investigación se concluye que los sistemas de reforzamientos considerados en este trabajo de investigación aumentaron la resistencia y la rigidez global de la estructura, mejorando su desempeño ante eventos sísmicos.

**Loa Canales G. (2017)**, en su tesis de grado de Magíster: “Evaluación del desempeño sísmico de tres opciones de reforzamiento incremental en edificaciones educativas típicas construidas antes de 1997” nos presenta diferentes daños en las estructuras producto de terremotos, siendo la más conocida la falla por columna corta. Esta investigación plantea tres propuestas de reforzamiento, que tienen como características principales, el bajo costo y no tienen ninguna necesidad de interrumpir el correcto funcionamiento de la institución con el objetivo de ser fácil de ejecutar.

**Chacón R. y Paz I. (2016)**, en su tesis: “Análisis de desempeño sísmico de los edificios escolares típicos 780 post 97 de la costa peruana”, obtuvieron las funciones de vulnerabilidad para estructuras escolares típicas denominados 780 post 97 en términos de

pérdidas económicas empleando el análisis por desempeño. Se realizó un análisis dinámico incremental (IDA) se sometió las estructuras a 14 registros sísmicos escalados, se construyeron además las matrices de daño y se obtuvieron las funciones de vulnerabilidad expresando la pérdida directamente en términos de costos - reparación. Los autores concluyen que los edificios escolares 780 post 97 de dos y tres niveles tienen un buen desempeño sísmico frente a sismos raros ya que presentan pérdidas bajas hasta una intensidad de 1.5g de pseudoaceleración.

**Gameros S. (2015)**, realizó un análisis comparativo de tres tipos de refuerzo estructural para pabellones de colegios tipo modular 780 pre, en el cual concluyó que los problemas estructurales pueden remediarse con reforzamientos como los que planteó (Colocación de aletas de concreto armado, cierre de paños de albañilería, arriostres laterales).

**Miranda O. (2011)**, en el artículo publicado en la revista técnica Ingeniería Civil: “Módulo 780 Reforzado, como propuesta de Mitigación Sísmica de la Infraestructura Educativa en el Perú”, describe el módulo 780 reforzado y concluye que se debe tener una metodología adecuada para determinar cuáles serán las edificaciones que deberían ser reparadas y/o reforzadas, teniendo en cuenta que los costos de dichas intervenciones antes de la ocurrencia de un sismo son por lo general mucho menor que los costos de reparación y reforzamiento después del sismo.

**Gálvez V. (2011)**, en su tesis: “Evaluación del Desempeño Sismorresistente Usando Análisis No Lineal en el Tiempo”, evaluó el desempeño sísmico de una edificación escolar de 2 niveles denominado 780 post 1997 utilizando los criterios del FEMA 368. La evaluación se realizó mediante un análisis dinámico no lineal tiempo historia donde se consideraron 10 registros sísmicos que se escalaron en cada dirección de análisis. De la investigación se concluyó que ante demandas frecuentes y ocasionales las derivas son menores al 0.40% estando dentro del nivel operacional. Ante un sismo raro las derivas de 0.85% están dentro del nivel de resguardo de vida con daños moderados. Finalmente, ante un sismo muy raro la deriva obtenida es 1.10% lo que conlleva a daños irreparables.

**La Dirección Académica de Investigación (DAI) de la PUCP** encargó un proyecto de reducción de vulnerabilidad sísmica en colegios, en la cual presenta siete alternativas de reforzamiento de estructuras, divididas en 2 grupos según su costo y desempeño. Se basó principalmente en aumentar la rigidez longitudinal de las edificaciones como: reforzar con muros de ladrillo (cerrado paños), enfundando columnas, colocando un pórtico sísmico complementario o muros acoplados. Por otro lado, el pabellón B de la PUCP, tenía características similares a los pabellones escolares en estudio con la particularidad de tener 4 pisos.

### **2.1.3. Antecedentes Locales.**

**Marín F. (2014)**, en su tesis titulada: “Determinación de la Vulnerabilidad Sísmica de los Pabellones 1 y 2 de la I.E. Estatal Ramón Castilla y Marquesado del Distrito de Jaén- Cajamarca” explica como la mayoría de las edificaciones educativas son vulnerables debido a que se construyeron en décadas en que los códigos de construcción no consideraban las normas actuales. Es por ello que se planteó el objetivo de determinar la vulnerabilidad sísmica de los pabellones, con el fin de plantear medidas que permitan mejorar su comportamiento estructural, reduciendo los daños que se podrían producir después de un sismo severo. Se concluye que los reforzamientos con vigas y muros de concreto armado o el reforzamiento con columnas T y L, mejoraría la resistencia y rigidez de ambos pabellones, disminuyendo los desplazamientos laterales de entrepiso y evitando la falla de columna corta.

## **2.2.Marco conceptual**

### **2.2.1. Reforzamiento estructural.**

Consiste en aumentar la resistencia de una estructura, para lo cual se necesita identificar los elementos estructurales y sus diferentes deficiencias, de esta manera aumentar los elementos estructurales para edificaciones dañadas, mejorando las características estructurales iniciales, siendo este el principal objetivo. (Asencio & Gómez, 2020).

Rosero L. (2013), en su tesis Reforzamiento de Estructuras de Hormigón Armado con FRP, nos menciona las necesidades principales y más comunes de refuerzo:

- Cambio de uso en la edificación; esta acción supone soportar cargas superiores a las previstas en el diseño original o, que la distribución de las mismas sea totalmente distinta a las consideradas inicialmente. Por ejemplo, si se tiene inicialmente ambientes destinados a oficinas, y se cambia por almacenes o bodegas los cuales tienen la carga de servicio mayor.
- Asentamientos diferenciales; este fenómeno produce fallas en la cimentación por problemas de suelos no considerados en el correspondiente estudio y diseño.
- Errores en la fase de proyecto o diseño; que comprometen la resistencia y durabilidad de la estructura.
- Errores que se producen durante la fase de ejecución o construcción, provocados por la falta de personal calificado en construcción o por falta de fiscalización
- Pueden tener dos causas; el paso del tiempo o la exposición a agentes químicos ambientales como por ejemplo la oxidación, fenómeno que produce corrosión del refuerzo que se encuentra expuesto por alguna situación
- Modificación y eliminación parcial o total de ciertos elementos estructurales. - ejemplo el caso de nuevas aberturas en losas de entrepiso, por necesidad de una grada de último momento o un ducto de basura o una conexión de entrepisos, entre otras.
- Daños producidos por causas accidentales. - Explosión, fuego, impacto, etc. que disminuyen o anulan la capacidad resistente de la estructura en su totalidad, parte de ella, o en algunos elementos.
- Modificación de criterios ante la respuesta sísmica, de las normativas de construcción, códigos y reglamentos de diseño.

Todos estos factores mencionados por Rosero, L., (2013) conducen a evaluar una estructura y la forma técnica más adecuada de intervenirla. Las acciones necesarias para realizar el refuerzo mediante la utilización de diferentes materiales y métodos hacen de la misma, una estructura segura y confiable.

### **2.2.2. Reforzamiento de elementos estructurales.**

El reforzamiento apoya en los trabajos de reparaciones de los elementos estructurales que tienen deficiencias o ya no cumplen sus funciones de manera óptima, por lo tanto, es necesario evaluar si es necesario realizar un reforzamiento de las dimensiones de los elementos estructurales o usando otros métodos, esto dependerá del tipo de diseño estructural de la edificación. (Cuervo, 2020)

En este trabajo se trata de dos pabellones de una institución educativa, se tratará el refuerzo en elementos estructurales tales como el refuerzo de vigas y columnas mediante: Arriostres laterales, colocación de aletas de concreto y cierre de paños de albañilería.

### **2.2.3. Reforzamiento con arriostres laterales.**

El arriostramiento es una técnica de refuerzo que se aplica en las edificaciones para estabilizar y fortalecer la estructura en general, siendo realmente esencial para garantizar la estabilidad y rigidez. (TRC Paint, 2021)

El arriostramiento de pared, proporciona estabilidad lateral y longitudinal a las edificaciones que tienen armazón de acero; se destaca por derivar la tensión de las cargas mediante las paredes de un arriostramiento a otro, por esto los arriostramientos de pared son muy utilizados en edificios. (TRC Paint, 2021)

### **2.2.4. Reforzamiento con colocación de aletas de concreto.**

Este tipo de reforzamiento consiste en colocar aletas de concreto armado de manera adyacente a las columnas existentes, convirtiendo las columnas de poca rigidez

longitudinal en columnas más largas de hasta 1.3m aproximadamente, dicho ensanche se hará en todo lo alto de la columna. (Gameros, 2015)

La esencia de este refuerzo consiste en que las aletas de concreto armado tomen gran parte del cortante en la zona de columna corta y trabajen juntos con los muros en la parte inferior, aprovechando los tabiques para que haya mayor rigidez. En este caso no habrá choque tabique-pórtico, pero habrá una distorsión angular que deberá verificarse en las columnas cortas. (DAI, 2007)

El reforzamiento ocasiona una alteración en la arquitectura de la edificación, como en la reducción de vanos de ventanas, y de ser necesario se tendrán que reubicar puertas.

A su vez es necesario retirar el recubrimiento de la columna existente para poder colocar los anclajes. (Gameros, 2015)

Una de las características más importantes es que este tipo de reforzamiento no afecta a la cimentación, por lo cual su costo se reduce en comparación a otros proyectos. (Gameros, 2015)

#### **2.2.5. Reforzamiento con cierre de paños de albañilería.**

Este reforzamiento consiste en incrementar la rigidez de la estructura mediante la clausura de algunas ventanas del edificio con muros de albañilería. dichos muros serán de 25cm de espesor ocupando toda el área que encierran las columnas y vigas del paño a rellenar. (Gameros, 2015)

El proceso de reforzamiento inicia con la demolición del muro o paño de albañilería, conservando los pilares y cadena de confinamiento, luego se limpia las superficies de hormigón expuestas. Dentro del paño, se construye uno nuevo, procurando dejar una junta libre de 5cm entre los bordes y la nueva albañilería, la cual será rellenada con mortero tipo seco, el cual será compactado manualmente con pisón. (Sepulveda, 2016)

## **2.2.6. Reglamentos y Normativas.**

### **A. Reglamento Nacional de Edificaciones**

- **N.T. E-020, (2006)** Esta norma, especifica las cargas estáticas mínimas que se deben adoptar para el diseño estructural; asimismo, se proporciona las cargas estáticas equivalentes producidas por el viento. Esta norma se complementa con la N.T. E030 y con las normas propias de diseño de los diversos materiales estructurales.

- **N.T. E-030, (2018)** Esta norma se orienta a evitar pérdidas de vida, asegura la continuidad de los servicios básicos, minimizar daños a la propiedad, tomando como base que la estructura debería soportar movimientos sísmicos moderados que puedan ocurrir en el sitio durante su vida de servicio, experimentando posibles daños dentro de límites aceptables.

- **N.T. E-060, (2009)** Esta Norma fija los requisitos y exigencias mínimas para el análisis, el diseño, los materiales, la construcción, el control de calidad y la supervisión de estructuras de concreto armado, pre esforzado y simple.

- **N.T. E-050, (2020)**, Esta norma establece los requisitos para la ejecución de Estudios de Mecánica de Suelos (EMS), con fines de cimentación, de edificaciones y otras obras indicadas en esta Norma. Los EMS se ejecutarán con la finalidad de asegurar la estabilidad y permanencia de las obras y para promover la utilización racional de los recursos.

- **N.T. E-090, (2009)** Esta norma de diseño, fabricación y montaje de estructuras metálicas para edificaciones acepta los criterios del método de Factores de Carga y Resistencia (LRFD) y el método por esfuerzos permisibles (ASD).

**B. ACI 318-19**, es de mucha importancia para la ejecución de proyectos, ya que conocer los requerimientos permitirá ajustar los detalles de forma precisa. Esta norma trata temas de vital importancia para la ejecución de estructuras y para sus diseños, ya que pueden contemplarse asuntos relacionados a los planos y sus

especificaciones. También se encuentran contemplados en esta normativa los asuntos en relación a la supervisión y mantenimiento, a los materiales, los requisitos de durabilidad y la calidad del concreto. De manera que es una normativa amplia y que abarca grandes dimensiones sobre las construcciones en concreto o lo que se conoce como concreto estructural.

**C. ACI 562 - Norma para Evaluación, Reparación y Rehabilitación de Edificaciones de Concreto.** Establecer requerimientos para evaluación y reparación – Elevar la calidad de las reparaciones • Extender la vida útil de la estructura y mejorar la seguridad de vida – Sostenibilidad: “reparar y mantener en vez remplazar”

**D. ACI 530 – 11. Muro de mampostería.** El Código cubre el diseño y la construcción de estructuras de mampostería, con temas que van desde el aseguramiento de la calidad hasta los detalles y el desarrollo del refuerzo. El Código exige el cumplimiento de la Especificación para controlar los materiales, la mano de obra y la construcción. Los comentarios presentan detalles de antecedentes, consideraciones del comité y datos de investigación utilizados para desarrollar el Código y la Especificación. Los Comentarios no son obligatorios y son sólo para información.

**E. ANSI/AISC 360 - 16. Especificaciones para construcciones con acero.** Esta Especificación, aprobada por ANSI, ha sido desarrollada en forma consensuada mediante procedimientos acreditados por ANSI, con tal de proporcionar una práctica uniforme en el diseño de edificios de pórticos de acero y otras estructuras. Su intención es proporcionar criterios de diseño en usos habituales, y no para problemas de baja frecuencia, los cuales tienden a ocurrir en todo el espectro del análisis estructural.

### **2.3. Definición de términos básicos**

- **Análisis estático:** Conocido como análisis estático equivalente, se utiliza para calcular los desplazamientos, fuerzas para el diseño sísmico, la distribución de fuerzas sobre la altura del edificio y fuerzas internas. (N.T. E-030, 2018).

- **Deriva de entrepiso:** Desplazamiento horizontal relativo de entrepisos, calculado como la diferencia de desplazamientos horizontales de dos niveles consecutivos de una edificación divididos por la altura de los entrepisos. (Díaz, 2016)
- **Diafragma:** Estructura plana generalmente horizontal o ligeramente inclinada que distribuye las cargas horizontales actuantes sobre ella a los muros o paneles sobre los que se apoya (N.T. E- 010, 2014).
- **Edificaciones esenciales:** Son aquellas cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo severo. Todas aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre, tales como instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. (N.T. E-030, 2018)
- **Esbeltez:** Relación que existe entre la altura libre del muro y su espesor. (N.T. E-080, 2017).
- **Esfuerzo a Cortante:** Es aquel resultante de la suma de las componentes en la dirección perpendicular a la sección que se está estudiando (Martos y Mosqueira, 2013).
- **Falla:** Es la finalización de la capacidad de un elemento o de la estructura para desempeñar la función requerida. (Calavera, 2005).
- **Fisura:** Son aberturas que solo afectan a la superficie o acabado superficial superpuesto de un elemento constructivo. (Broto, 2009).
- **Grieta:** Son aberturas longitudinales que afectan a todo el espesor de un elemento constructivo, estructural o de cerramiento. (Broto, 2009)
- **Muro portante:** Muro diseñado y construido en forma tal que pueda transmitir cargas horizontales y verticales de un nivel superior a un nivel inferior o a la cimentación. (N.T. E- 070, 2017).

- **Reparación estructural:** Es devolver el monolitismo original de las estructuras y eventualmente producir un refuerzo que mejore su comportamiento sísmico. (Giani, 2015)
- **Rigidez:** Es la propiedad de un cuerpo, elemento o estructura de oponerse a las deformaciones. También podría definirse como la capacidad de soportar cargas o tensiones sin deformarse o desplazarse excesivamente. (Moraleda, 2021)

## **CAPÍTULO III. HIPÓTESIS**

### **3.1.Hipótesis**

La respuesta estructural de la I.E. Santa Rafaela María – 10385 de Chota varía en forma más eficiente con la incorporación del refuerzo estructural tipo 1, en comparación con los refuerzos tipo 2 y tipo 3.

### **3.2.Variables**

- **Variable independiente**  
Tipo de refuerzo estructural.
- **Variable dependiente**  
Respuesta estructural de la I.E. Santa Rafaela María – 10385 de Chota.

### **3.3.Operacionalización / categorización de los componentes de la hipótesis**

**Tabla 3-1.** Matriz de Operacionalización de Variables

<b>Título: Comparación de la respuesta estructural de la I.E. Santa Rafaela María – Chota, considerando tres tipos de refuerzo estructural</b>							
<b>Hipótesis</b>	<b>Definición</b>	<b>Definición operacional de las variables / categorías</b>				<b>Fuente de recolección de datos</b>	
		<b>Variable dependiente</b>	<b>Variable independiente</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicador</b>		
La respuesta estructural de la I.E. Santa Rafaela María – 10385 de Chota varía en forma más eficiente con la incorporación del refuerzo estructural tipo 1, en comparación con los refuerzos tipo 2 y tipo 3.	Refuerzo estructural: Técnicas y utilización de diversos materiales con el fin de fortalecer una estructura con el fin de prevenir los posibles efectos provocados por un desastre o emergencia.	<b>VD:</b> Respuesta Estructural de la I.E. Santa Rafaela María – 10385 de Chota.	<b>VI:</b> Tipo de refuerzo estructural.	<b>Refuerzo 1:</b> Arriostres laterales entre columnas	Derivas de piso	m/m	ETABS 16.2.0
					Desplazamientos de diafragmas	m	
					Periodo	seg	
					Cortante en la base	Tn	
					Masa participativa	%	
				<b>Refuerzo 2:</b> Cierre de paños de albañilería.	Derivas de piso	m/m	ETABS 16.2.0
					Desplazamientos de diafragmas	m	
					Periodo	seg	
					Cortante en la base	Tn	
					Masa participativa	%	
				<b>Refuerzo 3:</b> Colocación de aletas de concreto armado.	Derivas de piso	m/m	ETABS 16.2.0
					Desplazamientos de diafragmas	m	
					Periodo	seg	
					Cortante en la base	Tn	
					Masa participativa	%	

## CAPÍTULO IV

### MARCO METODOLÓGICO

#### 4.1. Ubicación geográfica

Departamento: CAJAMARCA

Provincia: CHOTA

Distrito: CHOTA

La Institución Educativa “Santa Rafaela María” está ubicada en la ciudad de Chota a una altitud de 2388 m.s.n.m., entre las coordenadas promedio según se indica en el cuadro adjunto:

**Tabla 4-1:** Cuadro de coordenadas de la I.E. “S.R.M.”

UBICACIÓN	COORDENADAS		
	NORTE	ESTE	COTA
I.E. SANTA RAFAELA MARÍA	9273864.80	759956.57	2388

**Dirección:** Jr. San Martín N° 176 – Chota.

**Clima:** Templado, seco y soleado en el día y frío en la noche. Las precipitaciones se dan en los meses de diciembre a marzo.

#### 4.2. Diseño de la investigación

La investigación es no experimental, en su modalidad transversal debido a que se estudió el fenómeno en un momento determinado de la realidad; descriptiva porque se ha observado y descrito el comportamiento de los pabellones en estudio y mixta porque consiste en recopilar, analizar e integrar tanto la investigación cuantitativa como cualitativa.

Las estrategias, actividades y procedimientos que permitieron la obtención de datos son:

- Se inició recolectando la información de la I.E. Santa Rafaela María – 10385 de la ciudad de Chota, siguiendo con el modelamiento y análisis de la estructura sin ningún tipo de reforzamiento, verificando si cumple con lo planteado para obtener un buen comportamiento, para eso se recurrió a las normas N.T. E-030 y N.T. E-020.
- Los datos obtenidos fueron procesados en el software ETABS 16.2.0 – Versión educacional, posteriormente se incorporó cada tipo de refuerzo (1, 2, 3) y se evaluó introduciendo luego los resultados al software ETABS 16.2.0 para su posterior análisis e influencia en la estructura, considerando y compatibilizando las condiciones de diseño de la norma de diseño sismorresistente E030 (2018).
- Con los resultados de desplazamientos, derivas, periodos de vibración, cortante basal y porcentaje de masa participativa de los pabellones en estudio con cada tipo de refuerzo estructural y la estructura convencional, se procedió a evaluar la respuesta estructural de las edificaciones.

#### **4.2.1. Recopilación de información necesaria de fuentes fidedignas.**

##### **4.2.1.1. Obtención de datos.**

- A. Inspección visual de la edificación
- B. Estudio de mecánica de suelos
- C. Estudio de la resistencia del concreto (ensayos de esclerometría)

##### **4.2.2. Análisis y utilización de información obtenida.**

Con la información obtenida se procede a realizar la evaluación estructural de los dos pabellones seleccionados. Con la finalidad de analizar su comportamiento y proponer el reforzamiento adecuado.

### **4.3.Métodos de investigación**

Se utilizó el método deductivo, ya que producto de la observación de los factores particulares se ha obtenido proposiciones generales, obteniendo conclusiones generales a partir de premisas particulares.

#### **4.3.1. Obtención de datos:**

Consistió en conseguir los planos, expediente técnico, especificaciones técnicas e información relevante del diseño y proceso constructivo de la I.E. “Santa Rafaela María” de Chota. Se verificó in situ las dimensiones y usos de los ambientes de los dos pabellones en estudio. Se realizó estudios de esclerometría para calcular el  $f'c$  de la edificación. Se realizó el estudio de suelos para verificar las características del sitio donde se encuentran ubicados los pabellones. Además, se obtuvo información sobre el refuerzo más adecuado a emplearse en las edificaciones en estudio.

#### **4.3.2. Modelamiento y análisis:**

Se realizó el modelamiento estructural y el análisis sísmico, en el software ETABS 16.2.0 – versión educacional. Además, se utilizó y se compatibilizó los valores de la Norma Técnica de Diseño Sismorresistente E-0.30 (2018) con las normas internacionales que se emplearon.

#### **4.3.3. Comparación:**

Con los resultados obtenidos, se comparó los desplazamientos, derivas, periodos, fuerza cortante en la base y fuerza cortante en elementos de corte, concluyendo con cuál de los refuerzos estructurales se optimiza la respuesta estructural.

### **4.4.Población, muestra, unidad de análisis y unidad de observación**

**4.4.1. Población:** La población de estudio está constituida por las edificaciones asignadas para labores académicas y administrativas de la I.E. Santa Rafaela María – 10385 de la ciudad de Chota.

**4.4.2. Muestra:** La selección de la muestra se realizó empleando un muestreo no probabilístico de tipo intencional o por conveniencia, seleccionándose de esta manera a los Pabellones de la I.E. Santa Rafaela María – 10385 de la ciudad de Chota

**4.4.3. Unidades de análisis:** La unidad de análisis se consideró a cada pabellón de la I.E. Santa Rafaela María – 10385 de la ciudad de Chota. (Pabellón A y Pabellón B).

**4.4.4. Unidades de observación:** La unidad de observación será la respuesta estructural de la I.E. Santa Rafaela María – 10385 de la ciudad de Chota al considerar cada uno de los tres reforzamientos elegidos.

#### **4.5. Técnicas e instrumentos de recopilación de información**

##### **4.5.1. Técnicas de recopilación de información.**

Dentro de los instrumentos para la recopilación de la información, contamos con las siguientes actividades:

- **Observación:** Se ha identificado el estado actual del sistema estructural para identificar las fallas. También fue necesario realizar el levantamiento arquitectónico, verificándose el uso de los ambientes, permitiendo determinar las cargas a las que está sometida la edificación.
- **Ensayos:** Se efectuó el ensayo de esclerometría con la finalidad de evaluar la resistencia a compresión del concreto existente en las columnas y vigas. Se realizó el ensayo de mecánica de suelos, para determinar las propiedades mecánicas (tipo de suelos, resistencia a compresión) del tipo de suelos de cimentación de la estructura.

## **4.6. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información**

### **4.6.1. Técnicas del procesamiento de información.**

De acuerdo a la naturaleza del presente trabajo, se han procesado los datos a través del uso de la informática; para ello, utilizamos *programas informáticos educacionales*:

- Cuadros, gráficos, tablas, hojas de cálculo (Microsoft Excel 2013).
- Redacción de la información obtenida (Microsoft Word 2013).
- Cálculo de áreas, alturas, longitudes, elaboración de planos (AutoCAD).
- Hojas de cálculo (Mathcad Express Prime 7.0.0.0)
- Modelamiento y análisis de las edificaciones (ETABS 16.2.0).
- Presentación del proyecto (Power Point).

### **4.6.2. Análisis de la información.**

El análisis de información se realizó con el software ETABS 16.2.0 versión educacional, concluyendo en los resultados para proceder a la comparación de la respuesta de la estructura convencional y la influencia de los tipos de refuerzo estructural.

## **4.7. Equipos, materiales e insumos**

- **Equipos:** Wincha, nivel, laptop, impresora, ubs, teléfono celular.
- **Materiales e insumos:** Lápiz, papel A4, CD's, resaltadores.
- **Insumos:** Tesis, normativas, estudio de mecánica de suelos y esclerometría, etc.

## **4.8. Matriz de consistencia metodológica**

- Ver tabla 4-2: Matriz de consistencia metodológica.

**Tabla 4-2:** Matriz de consistencia metodológica

Título: Comparación de la respuesta estructural de la I.E. Santa Rafaela María – Chota, considerando tres tipos de refuerzo estructural									
Objetivos	Hipótesis	Definición	Variable dependiente	Variable independiente	Dimensión	Indicador	Fuente, técnica, instrumento	Metodología	Población
<p><b>Objetivo General:</b> * Comparar la respuesta estructural de la I.E. Santa Rafaela María de la ciudad de Chota considerando tres tipos de refuerzo estructural.</p> <p><b>Objetivos Específicos:</b> * Verificar el comportamiento sismorresistente de los colegios públicos de la ciudad de Chota con los diferentes refuerzos, según los requerimientos de la norma peruana E 030 – 2018. * Calcular periodos</p>	<p>La respuesta estructural de la I.E. Santa Rafaela María – 10385 de Chota varía en forma más eficiente con la incorporación del refuerzo estructural tipo 1, en comparación con los refuerzos tipo 2 y tipo 3.</p>	<p>Refuerzo estructural: Técnicas y utilización de diversos materiales con el fin de fortalecer una estructura con el fin de prevenir los posibles efectos provocados por un desastre o emergencia.</p>	<p><b>VD:</b> Respuesta Estructural de la I.E. Santa Rafaela María – 10385 de Chota.</p>	<p><b>VI:</b> Tipo de refuerzo estructural.</p>	Derivas de piso	m/m	<p><b>Fuente:</b> Edificación</p> <p><b>Técnica:</b> Observación, Modelamiento Estructural</p> <p><b>Instrumento:</b> Programa ETABS 16.2.0</p>	<p>Norma de diseño sismorresistente E030 (2018)</p>	<p><b>Población:</b> Colegios Públicos de la ciudad de Chota <b>Muestra:</b> 02 Pabellones de la I.E. Santa Rafaela María – 10385 – Chota</p>
					Desplazamientos de diafragmas	m			
					Periodo	seg			
					Cortante en la base	Tn			
					Masa participativa	%			
					Derivas de piso	m/m			
					Desplazamientos de diafragmas	m			
					Periodo	seg			

**Tabla 4-2:** Matriz de consistencia metodológica

Título: Comparación de la respuesta estructural de la I.E. Santa Rafaela María – Chota, considerando tres tipos de refuerzo estructural										
Objetivos	Hipótesis	Definición	Variable dependiente	Variable independiente	Dimensión	Indicador	Fuente, técnica, instrumento	Metodología	Población	
de la estructura, derivas de entrepiso, desplazamientos de diafragmas, fuerzas de base y en elementos de corte de la I.E. Santa Rafaela María aplicando un análisis por estático. * Calcular periodos de la estructura, derivas de entrepiso, desplazamientos de diafragmas, fuerzas de base y en elementos de corte de la I.E. Santa Rafaela María con cada tipo de refuerzo estructural.					Cortante en la base	Tn				
					Masa participativa	%				
					Derivas de piso	m/m				
					Desplazamientos de diafragmas	m				
					<b>Refuerzo 3:</b> Colocación de aletas de concreto armado.	Periodo	seg			
						Cortante en la base	Tn			
					Masa participativa	%				

**Fuente:** Elaboración propia

# CAPÍTULO V

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1. Presentación de resultados

#### A. Descripción del proyecto.

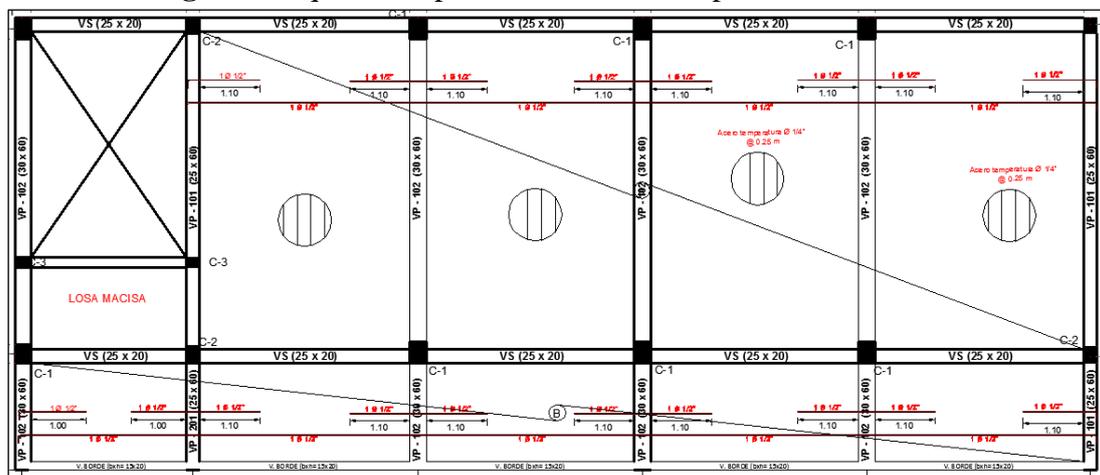
Los módulos analizados corresponden a dos pabellones que componen la infraestructura de la I.E. “Santa Rafaela María” de la ciudad de Chota. Ambos pabellones presentan las características del tipo Sistémico 780 PRE: Forma rectangular, de tres niveles, 2 a 3 aulas por piso, pero también suele ser usado para administrativos y laboratorios. La construcción se realizó en el año 1980.

Diseñados con una configuración estructural que consta de un sistema aporticado en la dirección X-X, diseñado exclusivamente por columnas de sección rectangular y vigas; y en la dirección Y-Y presenta un sistema de albañilería confinada.

La distribución clásica es de aulas rectangulares contiguas que dan al patio en el primer piso y a un corredor en los pisos superiores. El corredor está conectado arquitectónicamente con una escalera para llegar al primer piso.

En la Figura 5.1 se muestra un esquema de la planta del sistema estructural de los pabellones.

Fig. 5.1. Esquema de planta estructural del pabellón en estudio



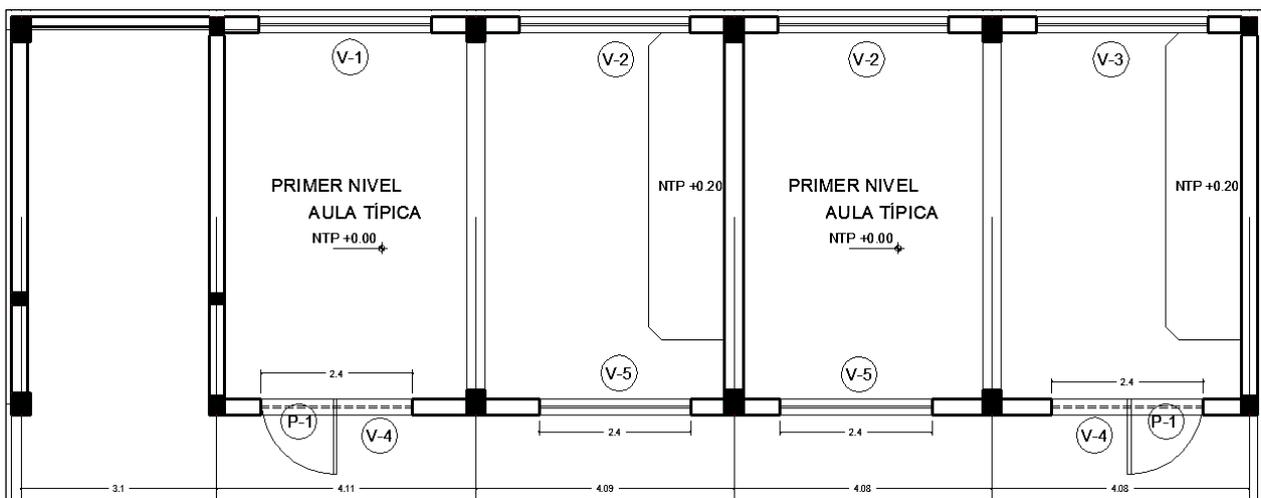
**Detalles de los niveles:**

El pabellón “A” y el pabellón “B” cuentan con 3 niveles en total. En las figuras 5.3 a 5.10 se muestran los cortes en planta de los diferentes niveles de los pabellones.

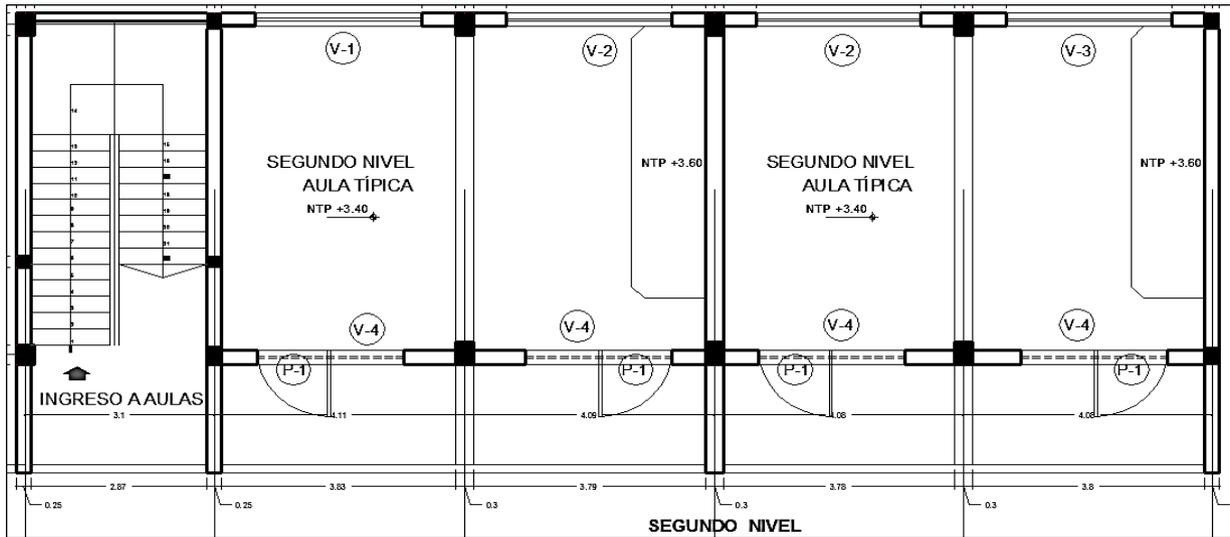
**Fig. 5.2.** Vista frontal del Pabellón “A”



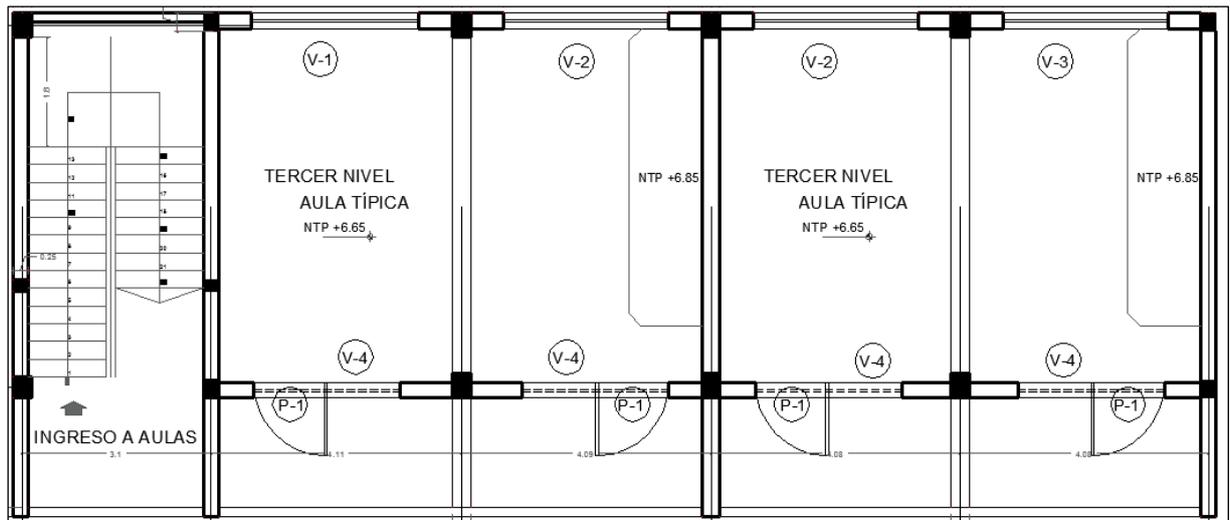
**Fig. 5.3.** Vista en Planta Primer Nivel – Pabellón “A”



**Fig. 5.4.** Vista en Planta Segundo Nivel – Pabellón “A”



**Fig. 5.5.** Vista en Planta Tercer Nivel – Pabellón “A”



Así mismo en las tablas 5.1 y 5.2 se detallan las principales características en cuanto a área y ambientes de cada nivel.

**Tabla 5.1.** Datos generales Pabellón “A”

<b>Función</b>	Centro Educativo	
<b>Ubicación</b>	Distrito	Chota
	Provincia	Chota
	Departamento	Cajamarca

<b>Altura de los pisos</b>	1° nivel	3.20 mts
	2° nivel	3.20 mts
	3° nivel	3.20 mts

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 5.2.** Distribución de los espacios por niveles – Pabellón “A”

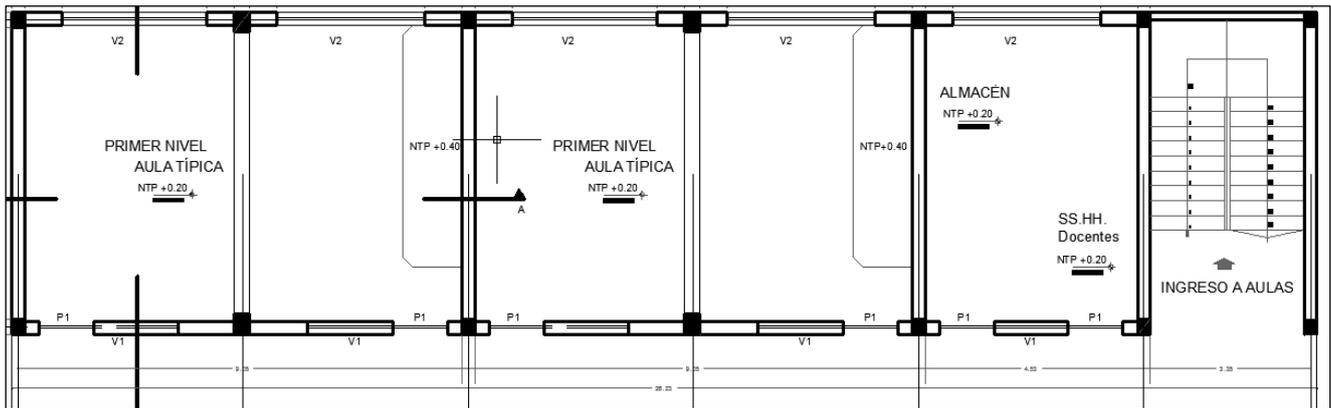
<b>Nivel</b>	<b>Distribución de espacios</b>
<b>1er</b>	Dos aulas típicas para el dictado de clases correspondientes al segundo grado del nivel primario – 01 almacén bajo la escalera.
<b>2do</b>	Dos aulas típicas para el dictado de clases correspondientes al tercer grado del nivel primario.
<b>3er</b>	Dos aulas típicas para el dictado de clases correspondientes al cuarto grado del nivel primario – 01 almacén bajo la escalera.

**Fuente:** Elaboración propia

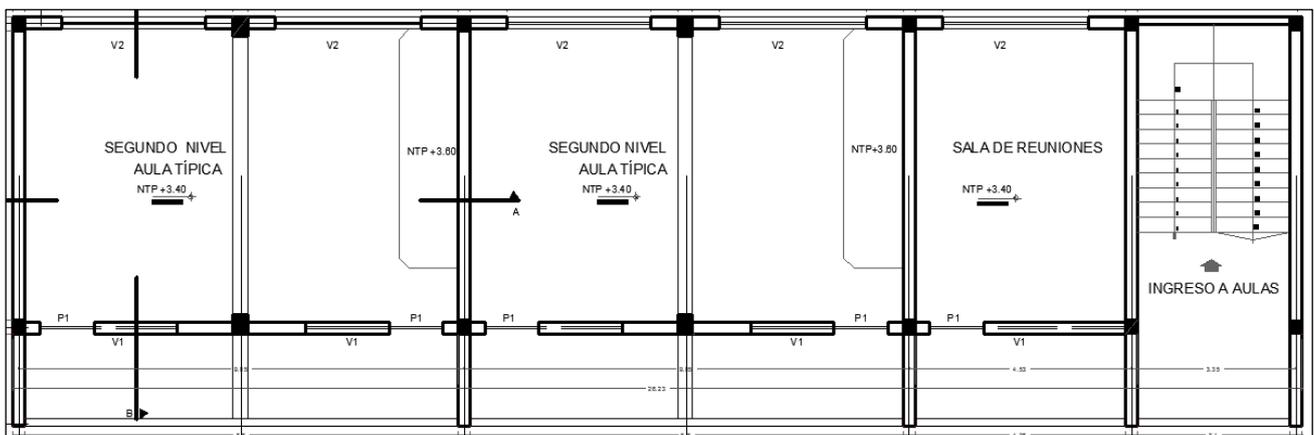
**Fig. 5.6.** Vista frontal del Pabellón “B”



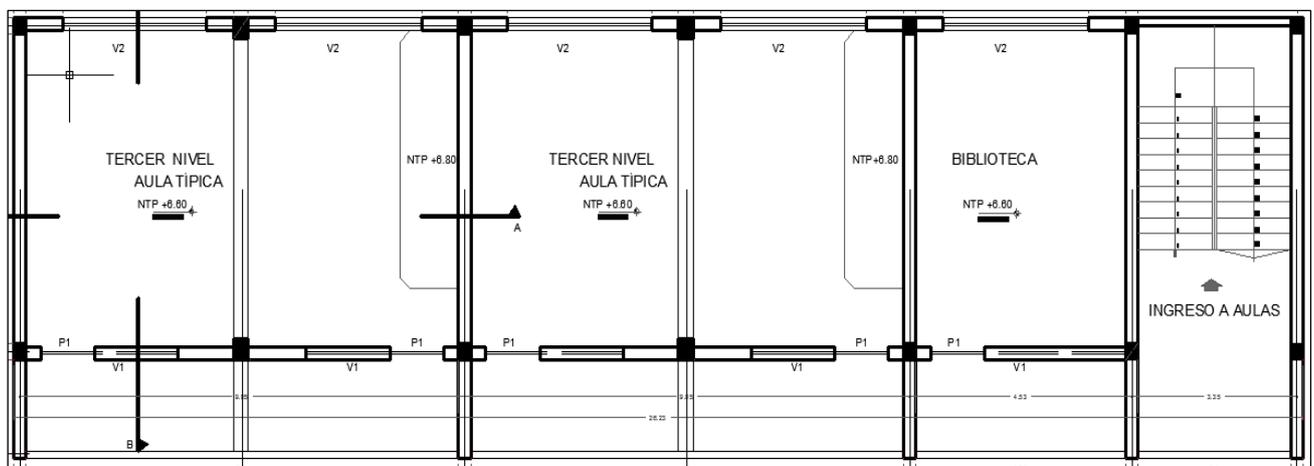
**Fig. 5.7. Vista en Planta Primer Nivel – Pabellón “B”**



**Fig. 5.8. Vista en Planta Segundo Nivel – Pabellón “B”**



**Fig. 5.9. Vista en Planta Tercer Nivel – Pabellón “B”**



**Tabla 5.3.** Datos generales Pabellón “B”

<b>Función</b>	<b>Centro Educativo</b>	
<b>Ubicación</b>	Distrito	Chota
	Provincia	Chota
	Departamento	Cajamarca
<b>Altura de los pisos</b>	1° nivel	3.20 mts
	2° nivel	3.20 mts
	3° nivel	3.20 mts

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 5.4.** Distribución de los espacios por niveles – Pabellón “B”

<b>Nivel</b>	<b>Distribución de espacios</b>
<b>1er</b>	Dos aulas típicas para el dictado de clases correspondientes al primer grado del nivel primario – 01 SS.HH. de docentes – 01 almacén bajo la escalera.
<b>2do</b>	Dos aulas típicas para el dictado de clases correspondientes a la poli docencia de quinto y sexto grado del nivel primario – 01 sala de reuniones
<b>3er</b>	Dos aulas típicas para el dictado de clases correspondientes a la poli docencia de quinto y sexto grado del nivel primario – 01 biblioteca

**Fuente:** Elaboración propia

## **B. Características de los materiales**

Las características consideradas se las obtuvo de las especificaciones técnicas de los planos de la edificación y verificación in situ. También fue necesario realizar los Ensayos de Esclerometría y así obtener la resistencia a compresión del concreto endurecido. Los obtenidos fueron procesados y posteriormente utilizados en el modelamiento estructural.

### ➤ **Resistencia a la compresión de columnas y vigas.**

Se evaluó la resistencia a compresión del concreto de los elementos estructurales (vigas y columnas), para lo cual se realizó ensayos in situ de esclerometría según

la ASTM C850 – 97. Debido a que es una prueba sensible a variaciones locales en el concreto se toma 14 lecturas bien distribuidas en el área puesta a prueba. De las 14 lecturas se eliminan las 2 más altas y las 2 más bajas. Con las 10 lecturas seleccionadas se procede a realizar los cálculos en gabinete para obtener el  $f'_c$  en cada uno de los elementos estructurales en donde se aplicaron los ensayos. Con dichos  $f'_c$  se obtuvo un  $f'_c$  promedio para vigas y columnas, fundamentando el promedio en que la desviación estándar es baja. Los resultados de estos análisis se muestran en el Apéndice N° 01. En la tabla 5.5. se muestra un resumen de los resultados obtenidos:

➤ **Materiales.**

**Tabla 5.5.** Características de los materiales

Resistencia a la compresión del concreto:	$f'_c = 172 \text{ kg/cm}^2$
Esfuerzo de fluencia del acero:	$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
Módulo de elasticidad del concreto:	$E_c = 15000 * \sqrt{f'_c} \text{ kg/cm}^2$
Módulo de poisson del concreto:	$\nu_c = 0.20$
Módulo de corte del concreto:	$G_c = \frac{E_c}{2 * (1 + \nu_c)}$
Módulo de elasticidad del acero:	$E_s = 2000000 \text{ kg/cm}^2$
Módulo de poisson del acero:	$\nu_s = 0.30$
Módulo de corte del concreto:	$G_s = \frac{E_s}{2 * (1 + \nu_s)}$
Constante del bloque de compresión de Whitney:	$\beta_1 = 0.85$
Factor de resistencia por flexión:	$\phi_b = 0.90$
Factor de resistencia por corte:	$\phi_c = 0.85$
Deformación de fluencia del acero:	$\epsilon_y = 0.0021$
Deformación última del concreto:	$\epsilon_{cu} = 0.003$
Relación de módulos de elasticidad:	$n = \frac{E_s}{E_c}$
Recubrimiento en vigas y columnas:	$r = 4 \text{ cm}$
Recubrimiento en aligerados y escaleras:	$r_e = 2.50 \text{ cm}$
Resistencia a la compresión de albañilería (ladrillo de 18 huecos tipo IV):	$f'_m = 65 \text{ kg/cm}^2$

Módulo de elasticidad de albañilería:	$E_m = 500f'_m$
Módulo de corte de albañilería:	$G_m = 0.40E_m$
Módulo de poisson de la albañilería:	$\nu_a = 0.25$
Peso específico del concreto armado:	$\gamma_{ca} = 2400 \text{ kg/m}^3$
Peso específico del concreto simple:	$\gamma_{cs} = 2300 \text{ kg/m}^3$
Peso específico de la albañilería:	$\gamma_a = 1800 \text{ kg/m}^3$

**Fuente:** Elaboración propia

### C. Metrado de cargas.

Según la N.T. E.020 se obtuvieron las cargas muertas, vivas y vivas de techo.

### D. Modelo estructural.

Modelamiento en el software estructural: El modelamiento se hizo en software ETABS 16.2.0 versión educacional, en base a la información obtenida de los planos de la edificación, metrado de cargas y ensayo de esclerometría realizado. Se discretizaron todos los elementos modelados. Las propiedades de los materiales y procedimiento de modelamiento se encuentran detallado en el Apéndice N°04.

### E. Comportamiento Sísmico del Edificio.

#### E.1. PABELLÓN "A":

A continuación, se presentan los resultados obtenidos del modelamiento de la estructura:

→ Del análisis modal aplicado a la edificación se observa que la sumatoria de masa participativa en la dirección Y no es mayor al 90%; por lo que no cumple con la norma E.030. Mientras que en la dirección X si cumple a partir del modo 13 con un periodo de 0.108 segundos.

→ Debido a que el eje Y-Y está compuesto por un sistema estructural de albañilería confinada, tiene mayor rigidez por lo tanto tendrá un periodo menor, en el caso del eje X-X por solo tener un sistema aporticado de columnas y vigas, su rigidez es mucho menor teniendo como resultado un periodo mucho mayor.

**Tabla 5.6.** Relaciones modales de participación de carga – Pabellón “A”

Caso	Modo	Periodo (seg)	Frecuencia (Cyc/Seg)	% dinámica UX	% dinámica UY
MODAL	12	0.118	8.505	89.67 %	62.70%
MODAL	13	0.108	9.277	<b>90.51%</b>	63.46%
MODAL	23	0.098	10.167	93.22%	86.49%
MODAL	48	0.064	15.525	99.15%	<b>86.50%</b>

**Fuente:** Elaboración propia

→ Tanto del análisis sísmico estático y dinámico se obtuvieron los cortantes en la dirección “x” e “y”, obteniéndose los siguientes resultados:

**Tabla 5.7.** Cortantes estáticos en la dirección “X” e “Y” – Pabellón “A”

Story	Output Case	Vx (tonf)	Vy (tonf)
Story1	ESTÁTICO XX	-68.1861	0
Story1	ESTÁTICO YY	0	-182.2668

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 5.8.** Cortantes dinámicos en la dirección “X” e “Y” – Pabellón “A”

Story	Output Case	Vx (tonf)	Vy (tonf)
Story1	DINÁMICO XX	55.7810	2.6055
Story1	DINÁMICO YY	6.9476	115.8183

**Fuente:** Elaboración propia

→ Las fuerzas cortantes (estática y dinámica) en la base no cumplen con lo indicado en la norma E.030; por ser una estructura irregular, la fuerza cortante en la base

debida al análisis dinámico debe ser igual o mayor al 90% de la fuerza cortante debida al análisis estático, como no cumple se corrigieron las fuerzas cortantes.

**Tabla 5.9.** Corrección de fuerzas cortantes en la dirección – Pabellón “A”

En la dirección X	En la dirección Y
$V_{dx} \geq 0.90 V_{ex}$	$V_{dy} \geq 0.90 V_{ey}$
$55.78 \geq 0.90 \times 68.19$	$115.82 \geq 0.90 \times 182.27$
$55.78 \geq 61.37 \rightarrow$ <i>No cumple</i>	$115.82 \geq 164.04 \rightarrow$ <i>No cumple</i>
Factor de corrección:	Factor de corrección:
$F_{xx} = \frac{(V_{ex} \times 0.90)}{V_{dx}}$	$F_{yy} = \frac{(V_{ey} \times 0.90)}{V_{dy}}$
$F_{xx} = \frac{(68.19 \times 0.90)}{55.78}$	$F_{yy} = \frac{(182.27 \times 0.90)}{115.82}$
$F_{xx} = 1.100$	$F_{yy} = 1.416$

**Fuente:** Elaboración propia

→ Fuerzas cortantes corregidas:

**Tabla 5.10.** Cortantes corregidos en la dirección “X” e “Y”

Story	Output Case	Vx (tonf)	Vy (tonf)
Story1	DINÁMICO XX	<b>61.9169</b>	2.8921
Story1	DINÁMICO YY	9.8657	<b>164.462</b>

**Fuente:** Elaboración propia

→ A continuación, se presentan los resultados obtenidos del modelamiento de la estructura, verificando que las derivas de entrepiso sean menores a 0.005 (albañilería) y 0.007 (concreto armado), de acuerdo a la norma E.030 por ser una estructura irregular.

**Tabla 5.11.** Desplazamientos y derivas del centro de masa del diafragma – Pabellón “A”

Piso	Dirección	Altura (m)	Desplazamiento (m)	Deriva ( $\Delta$ )	Deriva límite $\Delta_n$	$\Delta_x \leq \Delta_{nx}$ $\Delta_y \leq \Delta_{ny}$	Condición
3	XX	3.20	0.027249	0.01934	0.007	$0.0193 > 0.007$	No cumple
2	XX	3.20	0.017139	0.01767	0.007	$0.0177 > 0.007$	No cumple
1	XX	3.20	0.007902	0.01511	0.007	$0.0151 > 0.007$	No cumple
3	YY	3.20	0.002891	0.00057	0.005	$0.0006 < 0.005$	Si cumple
2	YY	3.20	0.002102	0.00080	0.005	$0.0008 < 0.005$	Si cumple
1	YY	3.20	0.00098	0.00070	0.005	$0.0007 < 0.005$	Si cumple

**Fuente:** Elaboración propia

→ Como se puede observar en la tabla 5.10 en el eje X-X las distorsiones no cumplen con el límite establecido.

→ Los muros de albañilería confinada al poseer mayor rigidez en la estructura tienden a presentar derivas y desplazamientos bajos, es por ello que una de las fallas más comunes en estos elementos estructurales es la falla por corte, por lo que la norma E.070 sugiere realizar una verificación por corte, en la tabla siguiente se puede comparar la cortante de demanda obtenida del ETABS 16.2.0 y los valores de la resistencia al corte del muro de albañilería que se calcula con la fórmula 6.1. que sugiere la N.T. E070.

**Tabla 5.12.** Verificación por corte para muros de albañilería confinada N.T. E070

Muro de albañilería confinada	Cortante de demanda (tonf)	Vm (tonf)	Condición
Muros laterales	61.92	80.09	Cumple
Muros internos	39.87	83.14	Cumple

**Fuente:** Elaboración propia

→ Debido a que el valor de la cortante de demanda es menor que la obtenida por la norma, se concluye que no existe fallas por corte.

## **E.2. PABELLÓN “B”:**

→ Del análisis modal aplicado a la edificación se observa que la sumatoria de masa participativa en la dirección Y no es mayor al 90%; por lo que no cumple con la norma E.030. Mientras que en la dirección X si cumple a partir del modo 33 con un periodo de 0.098 segundos, tal como se observa en la tabla resumen siguiente y en el apéndice de cálculos (Apéndice N°04).

**Tabla 5.13.** Relaciones modales de participación de carga – Pabellón “B”

<b>Caso</b>	<b>Modo</b>	<b>Periodo (seg)</b>	<b>Frecuencia (Cyc/Seg)</b>	<b>% dinámica UX</b>	<b>% dinámica UY</b>
MODAL	32	0.102	9.838	58.18 %	81.21%
MODAL	33	0.098	10.178	<b>91.04%</b>	81.75%
MODAL	48	0.078	12.844	91.04%	81.75%
MODAL	49	0.077	12.908	<b>96.69%</b>	<b>81.76%</b>

**Fuente:** Elaboración propia

→ Tanto del análisis sísmico estático y dinámico se obtuvieron los cortantes en la dirección “x” e “y”, obteniéndose los siguientes resultados:

**Tabla 5.14.** Cortantes estáticos en la dirección “X” e “Y” – Pabellón “B”

<b>Story</b>	<b>Output Case</b>	<b>Vx (tonf)</b>	<b>Vy (tonf)</b>
Story1	ESTÁTICO XX	175.133	0
Story1	ESTÁTICO YY	0	467.4369

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 5.15.** Cortantes dinámicos en la dirección “X” e “Y” – Pabellón “B”

<b>Story</b>	<b>Output Case</b>	<b>Vx (tonf)</b>	<b>Vy (tonf)</b>
Story1	DINÁMICO XX	113.4088	11.7262
Story1	DINÁMICO YY	31.2729	320.4805

**Fuente:** Elaboración propia

→ Las fuerzas cortantes (estática y dinámica) en la base no cumplen con lo indicado en la norma E.030; por ser una estructura irregular, la fuerza cortante en la base debida al análisis dinámico debe ser igual o mayor al 90% de la fuerza cortante debida al análisis estático, como no cumple se corrigieron las fuerzas cortantes.

**Tabla 5.16.** Corrección de fuerzas cortantes en la dirección – Pabellón “B”

En la dirección X	En la dirección Y
$V_{dx} \geq 0.90 V_{ex}$	$V_{dy} \geq 0.90 V_{ey}$
$113.4088 \geq 0.90 \times 175.133$	$320.4805 \geq 0.90 \times 467.4369$
$113.4088 \geq 157.6197$	$320.4805 \geq 420.6932$
→ <i>No cumple</i>	→ <i>No cumple</i>
Factor de corrección:	Factor de corrección:
$F_{xx} = \frac{(V_{ex} \times 0.90)}{V_{dx}}$	$F_{yy} = \frac{(V_{ey} \times 0.90)}{V_{dy}}$
$F_{xx} = \frac{(175.133 \times 0.90)}{113.4088}$	$F_{yy} = \frac{(467.4369 \times 0.90)}{320.4805}$
$F_{xx} = 1.3898$	$F_{yy} = 1.3127$

**Fuente:** Elaboración propia

→ Fuerzas cortantes corregidas:

**Tabla 5.17.** Cortantes corregidos en la dirección “X” e “Y” – Pabellón “B”

Story	Output Case	Vx (tonf)	Vy (tonf)
Story1	DINÁMICO XX	157.6382	16.2994
Story1	DINÁMICO YY	41.0613	420.7909

**Fuente:** Elaboración propia

→ A continuación, se presentan los resultados obtenidos del modelamiento de la estructura, verificando que las derivas de entrepiso sean menores a 0.005 (albañilería) y 0.007 (concreto armado), de acuerdo a la norma E.030 por ser una estructura irregular.

**Tabla 5.18.** Desplazamientos y derivas del centro de masa del diafragma – Pabellón “B”

Piso	Dirección	Altura (m)	Desplazamiento (m)	Deriva ( $\Delta$ )	Deriva límite $\Delta_n$	$\Delta_x \leq \Delta_{nx}$ $\Delta_y \leq \Delta_{ny}$	Condición
3	XX	3.20	0.007709	0.00801	0.007	$0.008 > 0.007$	No cumple
2	XX	3.20	0.003520	0.00518	0.007	$0.0052 < 0.007$	Si cumple
1	XX	3.20	0.000812	0.00155	0.007	$0.0016 < 0.007$	Si cumple
3	YY	3.20	0.007405	0.00163	0.005	$0.0016 < 0.005$	Si cumple
2	YY	3.20	0.005130	0.00202	0.005	$0.002 < 0.005$	Si cumple
1	YY	3.20	0.002311	0.00166	0.005	$0.0017 < 0.005$	Si cumple

**Fuente:** Elaboración propia

→ Como se puede observar en la tabla 5.15 en el eje X-X las distorsiones no cumplen con el límite establecido en el tercer nivel.

**Tabla 5.19.** Verificación por corte para muros de albañilería confinada N.T. E070

Muro de albañilería confinada	Cortante de demanda (tonf)	Vm (tonf)	Condición
Muros laterales	56.68	80.09	Cumple
Muros internos	37.65	83.14	Cumple

**Fuente:** Elaboración propia

→ Debido a que el valor de la cortante de demanda es menor que la obtenida por la norma, se concluye que no existe fallas por corte.

→ A continuación, se muestra un cuadro resumen comparativo de los resultados obtenidos de ambos pabellones:

**Tabla 5.20.** Cuadro comparativo del análisis modal de los dos pabellones

PABELLÓN "A"	PABELLÓN "B"
<b>Análisis modal:</b>	<b>Análisis modal:</b>
% de masa participativa X-X = 99.15%	% de masa participativa X-X = 96.69%
% de masa participativa Y-Y = 86.50%	% de masa participativa Y-Y = 81.76%
<b>Análisis sísmico estático:</b>	<b>Análisis sísmico estático:</b>
V <sub>x</sub> = 68.1861 Tonf	V <sub>x</sub> = 175.133 Tonf
V <sub>y</sub> = 182.2668 Tonf	V <sub>y</sub> = 467.4369 Tonf

<b>Análisis sísmico dinámico:</b>	<b>Análisis sísmico dinámico:</b>
V <sub>x</sub> = 55.7810 Tonf	V <sub>x</sub> = 113.4088 Tonf
V <sub>y</sub> = 115.8183 Tonf	V <sub>y</sub> = 320.4805 Tonf
<b>Fuerzas cortantes corregidas</b>	<b>Fuerzas cortantes corregidas</b>
V <sub>x</sub> = 61.9169 Tonf	V <sub>x</sub> = 157.6382 Tonf
V <sub>y</sub> = 164.462 Tonf	V <sub>y</sub> = 420.7909 Tonf
<b>Derivas de entrepiso:</b>	<b>Derivas de entrepiso:</b>
No cumplen en la dirección X-X.	No cumplen en la dirección X-X.

**Fuente:** Elaboración propia

## F. REFORZAMIENTO DE LA ESTRUCTURA – PABELLÓN “A”

### REFUERZO 1: ARRIOSTRES LATERALES ENTRE COLUMNAS

Se probó el perfil en el programa ETABS 16.2.0 y tuvo resultados satisfactorios. Se modeló como un elemento tipo *frame* con articulaciones en sus extremos.

**Tabla 5.21.** Relaciones modales de participación de carga – PA. R01

Caso	Modo	Periodo (seg)	Frecuencia (Cyc/Seg)	% dinámica UX	% dinámica UY
MODAL	22	0.100	10.019	<b>91.99 %</b>	87.68%
MODAL	64	0.045	22.400	99.27%	<b>97.93%</b>

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 5.22.** Cortantes en la dirección “x” e “y” – Análisis estático – P.A. R01

Story	Output Case	V <sub>x</sub> (tonf)	V <sub>y</sub> (tonf)
Story1	ESTÁTICO XX	106.9264	0
Story1	ESTÁTICO YY	0	214.3669

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 5.23.** Cortantes en la dirección “x” e “y” – Análisis dinámico – P.A. R01

Story	Output Case	V <sub>x</sub> (tonf)	V <sub>y</sub> (tonf)
Story1	DINÁMICO XX	69.4684	4.8184
Story1	DINÁMICO YY	12.8488	149.1133

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 5.24.** Fuerzas cortantes corregidas – P.A. R01

Story	Output Case	Vx (tonf)	Vy (tonf)
Story1	DINÁMICO XX	<b>96.5545</b>	6.7034
Story1	DINÁMICO YY	16.6408	<b>193.9208</b>

Fuente: Elaboración propia

→ A continuación, se presentan los resultados obtenidos del modelamiento de la estructura, verificando que las derivas de entrepiso sean menores a 0.005 (albañilería) y 0.007 (concreto armado), de acuerdo a la norma E.030 por ser una estructura irregular.

**Tabla 5.25.** Desplazamientos y derivas del centro de masa del diafragma – P.A. R01

Piso	Dirección	Altura (m)	Desplazamiento (m)	Deriva ( $\Delta$ )	Deriva límite $\Delta_n$	$\frac{\Delta_x \leq \Delta_{nx}}{\Delta_y \leq \Delta_{ny}}$	Condición
3	XX	3.20	0.003273	0.00132	0.007	$0.0013 < 0.007$	Si cumple
2	XX	3.20	0.002583	0.00236	0.007	$0.0024 < 0.007$	Si cumple
1	XX	3.20	0.001349	0.00258	0.007	$0.0026 < 0.007$	Si cumple
3	YY	3.20	0.002964	0.00053	0.005	$0.0005 < 0.005$	Si cumple
2	YY	3.20	0.002219	0.00082	0.005	$0.0008 < 0.005$	Si cumple
1	YY	3.20	0.001073	0.00077	0.005	$0.0008 < 0.005$	Si cumple

Fuente: Elaboración propia

→ Se verificó que los desplazamientos cumplen con lo estipulado en la norma E.030.

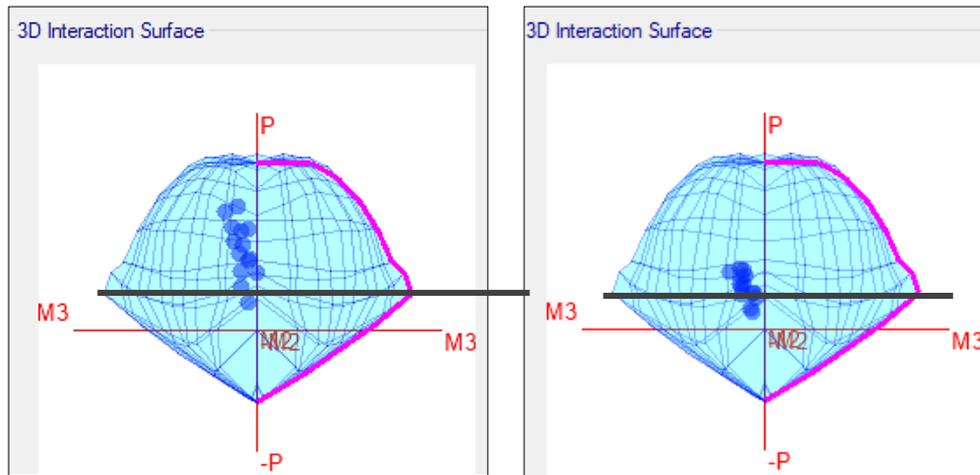
**Tabla 5.26.** Verificación de resistencia de perfiles – P.A. R01

Verificación	Resultado	
<b>De sección sísmica compacta</b>	$\lambda = 28.73 < \lambda_{m\acute{a}x} = 39.74$	Sección compacta
<b>De esbeltez del perfil</b>	$e_b = 52.36 < e_{b\_m\acute{a}x} = 300$	Elemento esbelto
<b>Análisis por tracción del perfil</b>	$T_{m\acute{a}x} = 48292.44 \text{ kgf} > T_a = 7877.35 \text{ kgf}$	Cumple
<b>Análisis por compresión del perfil</b>	$C_a = 5889.32 \text{ kgf} \leq C_{m\acute{a}x} = 43257.59 \text{ kgf}$	Cumple

Fuente: Elaboración propia

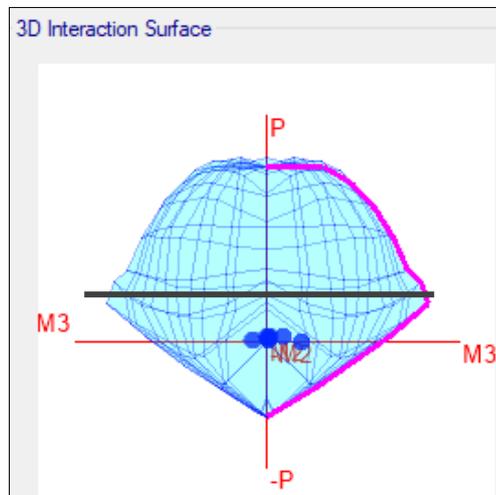
- Se verificó que el tipo de perfil seleccionado (A36): HSS 5" X 5" X 3/16" cumple con las condiciones de resistencia.
- Se realizó la verificación de la resistencia de las columnas en el programa ETABS, como se muestran en los diagramas de interacción, y de forma manual.

**Fig. 5.10.** Diagrama de interacción - Columnas



(a) Primer nivel

(b) Segundo nivel



Tercer nivel

**Tabla 5.27.** Verificación de resistencia de las columnas – P.A. R01

Verificación		Resultado
Carga axial residual	$P = 172,257.07 \text{ kgf}$	$P_n < P$
Resistencia última en columnas	$P_n = 132,218.77 \text{ kgf}$	No cumple.

Fuente: Elaboración propia

→ La resistencia última de las columnas, al ser sometidas a mayores esfuerzos producto de los arriostres, no es la suficiente para que el elemento estructural trabaje de manera adecuada.

### REFUERZO 02: CIERRE DE PAÑOS CON ALBAÑILERÍA

Se propuso muros de 25cm de espesor ocupando todo el espacio que encierran las columnas y vigas del paño a rellenar. El trabajo deberá ser el más sencillo posible, buscando que no se oscurezca todo el salón por lo que no habrá cierre de 2 paños frente a frente. Para el modelo de este tipo de refuerzo se utilizó el método de la biela (puntal) equivalente, para lo cual se plantean tres formulaciones diferentes.

**Tabla 5.28.** Relaciones modales de participación de carga – PA. R02

Caso	Modo	Periodo (seg)	Frecuencia (Cyc/Seg)	% dinámica UX	% dinámica UY
MODAL	22	0.101	9.934	<b>91.23 %</b>	87.78%
MODAL	61	0.046	21.728	99.28%	<b>98.08%</b>

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 5.29.** Cortantes en la dirección “x” e “y” – Análisis estático – P.A. R02

Story	Output Case	Vx (tonf)	Vy (tonf)
Story1	ESTÁTICO XX	113.9126	0
Story1	ESTÁTICO YY	0	228.3729

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 5.30.** Cortantes en la dirección “x” e “y” – Análisis dinámico – P.A. R02

Story	Output Case	Vx (tonf)	Vy (tonf)
Story1	DINÁMICO XX	72.8029	7.2176
Story1	DINÁMICO YY	19.2466	139.6327

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 5.31.** Fuerzas cortantes corregidas – P.A. R02

Story	Output Case	Vx (tonf)	Vy (tonf)
Story1	DINÁMICO XX	<b>102.5793</b>	10.1696
Story1	DINÁMICO YY	28.3309	<b>205.5394</b>

Fuente: Elaboración propia

→ Se presentan los resultados obtenidos del modelamiento de la estructura, verificando que las derivas de entrepiso sean menores a 0.005 (albañilería) y 0.007 (concreto armado), de acuerdo a la norma E.030 por ser una estructura irregular.

**Tabla 5.32.** Desplazamientos del centro de masa del diafragma, Refuerzo 02 – Pabellón “A”

Piso	Dirección	Altura (m)	Desplazamiento (m)	Deriva ( $\Delta$ )	Deriva límite $\Delta_n$	$\Delta_x \leq \Delta_{nx}$ $\Delta_y \leq \Delta_{ny}$	Condición
3	XX	3.20	0.002993	0.00130	0.007	$0.0013 < 0.007$	Si cumple
2	XX	3.20	0.002313	0.00213	0.007	$0.0021 < 0.007$	Si cumple
1	XX	3.20	0.001198	0.00229	0.007	$0.0023 < 0.007$	Si cumple
3	YY	3.20	0.002761	0.00050	0.005	$0.0005 < 0.005$	Si cumple
2	YY	3.20	0.002062	0.00076	0.005	$0.0008 < 0.005$	Si cumple
1	YY	3.20	0.000998	0.00072	0.005	$0.0007 < 0.005$	Si cumple

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5.33.** Verificación de la resistencia del puntal – P.A. R02

Resistencia por aplastamiento	Resistencia por tracción diagonal	Resistencia por corte
$R_c = 101572.54 \text{ kgf}$	$R_t = 89239.54 \text{ kgf}$	$R_z = 75647.94 \text{ kgf}$
Resistencia del puntal:		$F_a = 17860.01 \text{ kgf}$
$R = \min(R_c, R_t, R_z) = 75647.94 \text{ kgf}$		

Fuente: Elaboración propia

→ Se verificó que la fuerza actuante es menor a la resistencia del puntal, entonces cumple con la resistencia del puntal.

## REFUERZO 03: COLOCACIÓN DE ALETAS DE CONCRETO ARMADO

**Tabla 5.34.** Relaciones modales de participación de carga – PA. R03

Caso	Modo	Periodo (seg)	Frecuencia (Cyc/Seg)	% dinámica UX	% dinámica UY
MODAL	30	0.071	14.088	<b>98.14 %</b>	84.61%
MODAL	60	0.044	22.895	98.91%	<b>91.29%</b>

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 5.35.** Cortantes en la dirección “x” e “y” – Análisis estático – P.A. R03

Story	Output Case	Vx (tonf)	Vy (tonf)
Story1	ESTÁTICO XX	108.0942	0
Story1	ESTÁTICO YY	0	216.7081

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 5.36.** Cortantes en la dirección “x” e “y” – Análisis dinámico – P.A. R03

Story	Output Case	Vx (tonf)	Vy (tonf)
Story1	DINÁMICO XX	63.5008	3.7739
Story1	DINÁMICO YY	10.0636	154.8779

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 5.37.** Fuerzas cortantes corregidas – P.A. R03

Story	Output Case	Vx (tonf)	Vy (tonf)
Story1	DINÁMICO XX	<b>97.3467</b>	5.7854
Story1	DINÁMICO YY	12.6802	<b>195.1462</b>

**Fuente:** Elaboración propia

A continuación, se presentan los resultados obtenidos del modelamiento de la estructura, verificando que las derivas de entrepiso:

**Tabla 5.38.** Desplazamientos y derivas del centro de masa del diafragma, Refuerzo 03 – Pabellón “A”

Piso	Dirección	Altura (m)	Desplazamiento (m)	Deriva ( $\Delta$ )	Deriva límite $\Delta_n$	$\Delta_x \leq \Delta_{nx}$ $\Delta_y \leq \Delta_{ny}$	Condición
3	XX	3.20	0.006971	0.00510	0.007	$0.0051 < 0.007$	Si cumple
2	XX	3.20	0.004306	0.00499	0.007	$0.005 < 0.007$	Si cumple
1	XX	3.20	0.001694	0.00324	0.007	$0.0032 < 0.007$	Si cumple
3	YY	3.20	0.003378	0.00064	0.005	$0.0006 < 0.005$	Si cumple
2	YY	3.20	0.002481	0.00094	0.005	$0.0009 < 0.005$	Si cumple
1	YY	3.20	0.001170	0.00084	0.005	$0.0008 < 0.005$	Si cumple

**Fuente:** Elaboración propia

## G. REFORZAMIENTO DE LA ESTRUCTURA – PABELLÓN “B”

### REFUERZO 1: ARRIOSTRES LATERALES ENTRE COLUMNAS

Se probó el perfil en el programa ETABS 16.2.0 y tuvo resultados satisfactorios. Se modeló como un elemento tipo *frame* con articulaciones en sus extremos, conservándose todos los datos del colegio original, obteniendo los siguientes resultados.

**Tabla 5.39.** Relaciones modales de participación de carga – P.B. R01

Caso	Modo	Periodo (seg)	Frecuencia (Cyc/Seg)	% dinámica UX	% dinámica UY
MODAL	52	0.076	13.078	<b>94.57 %</b>	82.10%
MODAL	85	0.052	19.338	96.60%	<b>93.87%</b>

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 5.40.** Cortantes en la dirección “x” e “y” – Análisis estático – P.B. R01

Story	Output Case	Vx (tonf)	Vy (tonf)
Story1	ESTÁTICO XX	175.6503	0
Story1	ESTÁTICO YY	0	468.8177

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 5.41.** Cortantes en la dirección “x” e “y” – Análisis dinámico – P.B. R01

Story	Output Case	Vx (tonf)	Vy (tonf)
Story1	DINÁMICO XX	124.0482	25.6725
Story1	DINÁMICO YY	68.4663	338.2300

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5.42.** Fuerzas cortantes corregidas en la dirección “x” e “y” – P.B. R01

Story	Output Case	Vx (tonf)	Vy (tonf)
Story1	DINÁMICO XX	<b>158.1614</b>	32.7325
Story1	DINÁMICO YY	85.4459	<b>422.111</b>

Fuente: Elaboración propia

→ A continuación, se presentan los resultados obtenidos del modelamiento de la estructura, verificando que las derivas de entrepiso sean menores a 0.005 (albañilería) y 0.007 (concreto armado), de acuerdo a la norma E.030 por ser una estructura irregular.

**Tabla 5.43.** Desplazamientos del centro de masa del diafragma, Refuerzo 01 – Pabellón “B”

Piso	Dirección	Altura (m)	Desplazamiento (m)	Deriva (Δ)	Deriva límite $\Delta_n$	$\Delta_x \leq \Delta_{nx}$ $\Delta_y \leq \Delta_{ny}$	Condición
3	XX	3.20	0.003681	0.00285	0.007	$0.0029 < 0.007$	Si cumple
2	XX	3.20	0.002189	0.00274	0.007	$0.0027 < 0.007$	Si cumple
1	XX	3.20	0.000756	0.00145	0.007	$0.0014 < 0.007$	Si cumple
3	YY	3.20	0.006299	0.00132	0.005	$0.0013 < 0.005$	Si cumple
2	YY	3.20	0.004453	0.00173	0.005	$0.0017 < 0.005$	Si cumple
1	YY	3.20	0.002036	0.00146	0.005	$0.0015 < 0.005$	Si cumple

Fuente: Elaboración propia

→ Se verificó que los desplazamientos cumplen con lo estipulado en la norma E.030.  
 → Se verificó que el tipo de perfil seleccionado (A36): HSS 5” X 5” X 3/16” cumple con las condiciones de resistencia.

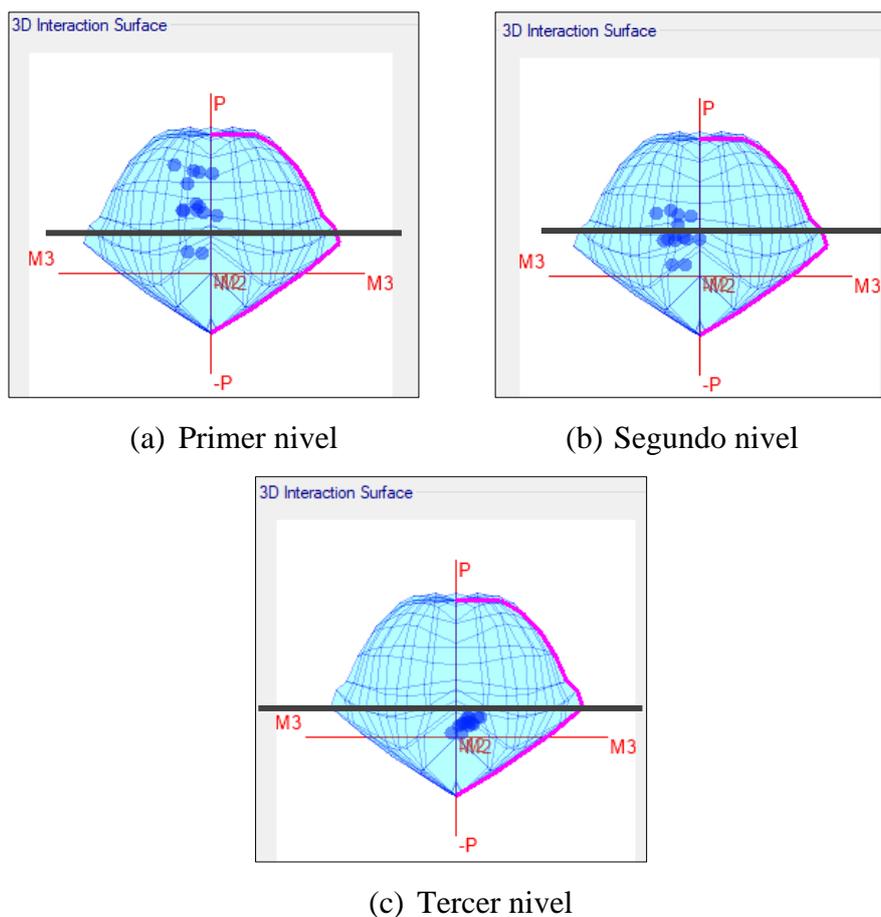
**Tabla 5.44.** Verificación de resistencia de perfiles – P.B. R01

Verificación	Resultado
De sección sísmica compacta	$\lambda = 28.73 < \lambda_{m\acute{a}x} = 39.74$ Sección compacta
De esbeltez del perfil	$e_b = 52.36 < e_{b\_m\acute{a}x} = 300$ Elemento no esbelto
Análisis por tracción del perfil	$T_{m\acute{a}x} = 48292.44 \text{ kgf} > T_a = 8972.30 \text{ kgf}$ Cumple
Análisis por compresión del perfil	$C_a = 5422.40 \text{ kgf} \leq C_{m\acute{a}x} = 43257.59 \text{ kgf}$ Cumple

**Fuente:** Elaboración propia

→ Se realizó la verificación de la resistencia de las columnas en el programa ETABS, como se muestran en los diagramas de interacción.

**Fig. 5.11.** Diagrama de interacción – Columnas



**Tabla 5.45.** Verificación de resistencia de las columnas – P.B. R01

Verificación	Resultado
Carga axial residual $P = 172,257.07 \text{ kgf}$	$P_n < P$
Resistencia última en columnas $P_n = 161,302.49 \text{ kgf}$	No cumple.

Fuente: Elaboración propia

→ La resistencia última de las columnas, al ser sometidas a mayores esfuerzos producto de los arriostres, no es la suficiente para que el elemento estructural trabaje de manera adecuada.

## REFUERZO 02: CIERRE DE PAÑOS CON ALBAÑILERÍA

Se propuso muros de 25cm de espesor ocupando todo el espacio que encierran las columnas y vigas del paño a rellenar. El trabajo deberá ser el más sencillo posible, buscando que no se oscurezca todo el salón por lo que no habrá cierre de 2 paños frente a frente. Para el modelo de este tipo de refuerzo se utilizó el método de la biela (puntal) equivalente, para lo cual se plantean tres formulaciones diferentes.

**Tabla 5.46.** Relaciones modales de participación de carga – P.B. R02

Caso	Modo	Periodo (seg)	Frecuencia (Cyc/Seg)	% dinámica UX	% dinámica UY
MODAL	58	0.073	13.659	<b>94.82 %</b>	82.28%
MODAL	79	0.054	18.577	95.83%	<b>91.80%</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5.47.** Cortantes en la dirección “x” e “y” – Análisis estático – P.B. R02

Story	Output Case	Vx (tonf)	Vy (tonf)
Story1	ESTÁTICO XX	187.0468	0
Story1	ESTÁTICO YY	0	499.2352

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5.48.** Cortantes en la dirección “x” e “y” – Análisis dinámico – P.B. R02

Story	Output Case	Vx (tonf)	Vy (tonf)
Story1	DINÁMICO XX	132.8793	32.6792
Story1	DINÁMICO YY	87.1524	362.5171

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5.49.** Fuerzas cortantes corregidas – P.B. R02

Story	Output Case	Vx (tonf)	Vy (tonf)
Story1	DINÁMICO XX	168.3581	41.4045
Story1	DINÁMICO YY	108.1561	449.8838

Fuente: Elaboración propia

→ Se presentan los resultados obtenidos, verificando que las derivas de entrepiso sean menores a 0.005 (albañilería) y 0.007 (concreto armado).

**Tabla 5.50.** Desplazamientos y derivas del centro de masa del diafragma, Refuerzo 02 – P.B.

Piso	Dirección	Altura (m)	Desplazamiento (m)	Deriva ( $\Delta$ )	Deriva límite $\Delta_n$	$\Delta_x \leq \Delta_{nx}$ $\Delta_y \leq \Delta_{ny}$	Condición
3	XX	3.20	0.003455	0.00259	0.007	$0.0026 < 0.007$	Si cumple
2	XX	3.20	0.002100	0.00256	0.007	$0.0026 < 0.007$	Si cumple
1	XX	3.20	0.000764	0.00146	0.007	$0.0015 < 0.007$	Si cumple
3	YY	3.20	0.006442	0.00132	0.005	$0.0013 < 0.005$	Si cumple
2	YY	3.20	0.004601	0.00178	0.005	$0.0018 < 0.005$	Si cumple
1	YY	3.20	0.002118	0.00152	0.005	$0.0015 < 0.005$	Si cumple

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5.51.** Verificación de la resistencia del puntal – P.B. R02

Resistencia por aplastamiento	Resistencia por tracción diagonal	Resistencia por corte
$R_c = 108470.67 \text{ kgf}$	$R_t = 95300.09 \text{ kgf}$	$R_z = 77400.07 \text{ kgf}$
Resistencia del puntal: $R = \min(R_c, R_t, R_z) = 77400.07 \text{ kgf}$		$F_a = 24929.10 \text{ kgf}$

→ Se verificó que la fuerza actuante es menor a la resistencia del puntal, entonces cumple con la resistencia del puntal.

### REFUERZO 03: COLOCACIÓN DE ALETAS DE CONCRETO ARMADO

**Tabla 5.52.** Relaciones modales de participación de carga – P.B. R03

Caso	Modo	Periodo (seg)	Frecuencia (Cyc/Seg)	% dinámica UX	% dinámica UY
MODAL	46	0.082	12.227	<b>91.77 %</b>	81.80%
MODAL	80	0.052	19.229	91.85%	<b>93.72%</b>

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 5.53.** Cortantes en la dirección “x” e “y” – Análisis estático – P.B. R03

Story	Output Case	Vx (tonf)	Vy (tonf)
Story1	ESTÁTICO XX	177.9925	0
Story1	ESTÁTICO YY	0	475.0689

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 5.54.** Cortantes en la dirección “x” e “y” – Análisis dinámico – P.B. R03

Story	Output Case	Vx (tonf)	Vy (tonf)
Story1	DINÁMICO XX	117.1354	13.9425
Story1	DINÁMICO YY	37.6611	331.0108

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 5.55.** Fuerzas cortantes corregidas – P.B. R03

Story	Output Case	Vx (tonf)	Vy (tonf)
Story1	DINÁMICO XX	162.164	19.3032
Story1	DINÁMICO YY	48.6575	427.6608

**Fuente:** Elaboración propia

→ A continuación, se presentan los resultados de las derivas de entrepiso:

**Tabla 5.56.** Desplazamientos del centro de masa del diafragma, Refuerzo 03 – Pabellón “B”

Piso	Dirección	Altura (m)	Desplazamiento (m)	Deriva ( $\Delta$ )	Deriva límite $\Delta_n$	$\Delta_x \leq \Delta_{nx}$ $\Delta_y \leq \Delta_{ny}$	Condición
3	XX	3.20	0.004708	0.00446	0.007	$0.0045 < 0.007$	Si cumple
2	XX	3.20	0.002375	0.00334	0.007	$0.0033 < 0.007$	Si cumple
1	XX	3.20	0.000629	0.00120	0.007	$0.0012 < 0.007$	Si cumple
3	YY	3.20	0.007224	0.00161	0.005	$0.0016 < 0.005$	Si cumple
2	YY	3.20	0.004986	0.00197	0.005	$0.0020 < 0.005$	Si cumple
1	YY	3.20	0.002239	0.00161	0.005	$0.0016 < 0.005$	Si cumple

**Fuente:** Elaboración propia

#### H. Inspección visual de la edificación.

La primera parte del proceso de recopilación de información se realizó a través del método observacional (observación basada en la hipótesis con el objetivo de llegar a un diagnóstico), para lo cual fueron necesarias varias visitas a la edificación en estudio.

Se realizó la verificación de los ambientes, se evaluó las características estructurales, el estado actual de los pabellones y se determinó algunos problemas en la estructura, esto permitió realizar un diagnóstico situacional de la edificación. Se observó que la Edificación mostraba presencia de humedades y eflorescencias en algunos muros (figura 5.12)

**Fig. 5.12.** Presencia de humedad en la base de los muros



La edificación presenta asentamiento. Esto lo podemos ver en la figura 5.13.

**Fig. 5.13.** Asentamiento



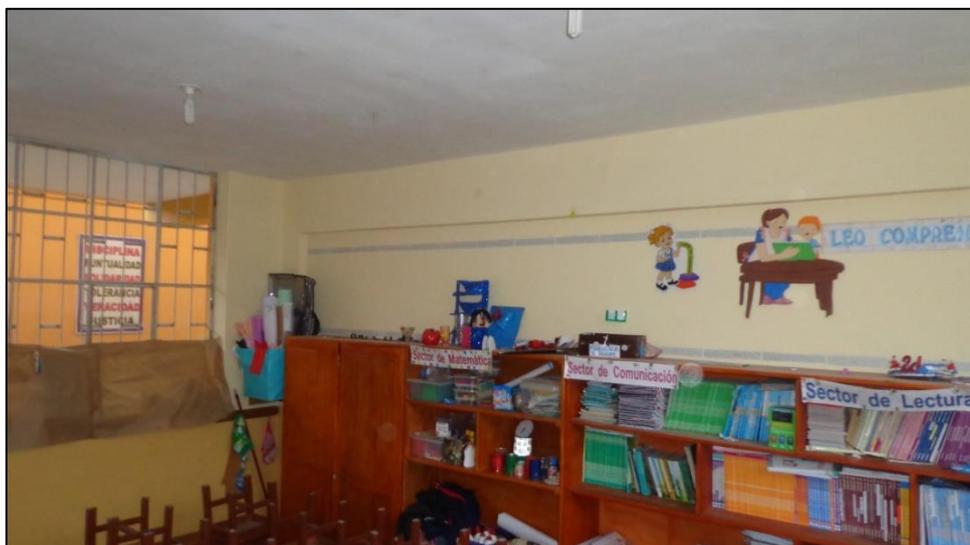
Fig. 5.14 Se observó humedad en la base lo muros y columnas de la parte exterior del bloque en estudio.

**Fig. 5.14.** Presencia de humedad en la base de los muros



Además, se verificó las dimensiones y los usos de los ambientes de cada pabellón, con el fin de rectificar los planos de arquitectura y estructuras, esto nos permitió determinar adecuadamente las cargas a las que están sometidas las edificaciones.

**Fig. 5.15.** Verificación de uso de ambientes



## 5.2. Análisis de resultados:

- ❑ Los resultados obtenidos fueron satisfactorios ya que se reducían considerablemente los desplazamientos originados por los sismos. Los resultados obtenidos en el análisis se muestran en las siguientes tablas, en la cual, el desplazamiento de entrepiso y la deriva son los valores máximos obtenidos:

**Tabla 5.57.** Resumen de resultados – Pabellón “A”

Tipo de refuerzo	Refuerzo 01	Refuerzo 02	Refuerzo 03	
Parámetro	Sin Refuerzo	Arriostres laterales entre columnas	Cierre de paños de albañilería	Aletas de Concreto
% masa participativa X-X	99.15	99.27	99.28	98.91
% masa participativa Y-Y	86.5	97.93	98.08	91.29
Periodo (seg)	0.077	0.045	0.046	0.044
Cortante Vx (Tonf)	61.9169	96.5545	72.804	97.3467
Cortante Vy (Tonf)	164.462	193.9208	157.5017	195.1462
Máx. deriva "x-x" (m)	0.0193 (3° Piso)	0.0026 (1° Piso)	0.0023 (1° Piso)	0.0051 (3° Piso)
Máx. deriva "y-y" (m)	0.0008 (2° Piso)	0.0008 (2° Piso)	0.0008 (2° Piso)	0.0009 (2° Piso)

**Fuente:** Elaboración propia

- ❑ El pabellón existente (sin refuerzo) no cumplen con llegar al 90% de masa participativa en la dirección Y (86.50%). Planteando el sistema de refuerzo se cumple con el 90% de masa participativa en cada dirección.
- ❑ El problema de rigidez se nota en la dirección longitudinal donde se llega a una deriva de 19.30 ‰ (Pabellón “A”), mucho mayor a la deriva permitida para pórticos de concreto armado (7 ‰).
- ❑ El reforzamiento con arriostres laterales en el pabellón “A”, disminuye las derivas en la dirección X en un 86.53%.

- ❑ El reforzamiento de cierre de paños de albañilería en el pabellón “A”, disminuye las derivas en la dirección X en un 88.08 %.
- ❑ La colocación de aletas de concreto a las columnas, disminuye las derivas en un 73.58% para el pabellón “A”.

**Tabla 5.58.** Resumen de resultados – Pabellón “B”

Tipo de refuerzo	Refuerzo 01	Refuerzo 02	Refuerzo 03	
Parámetro	Sin Refuerzo	Arriostres laterales entre columnas	Cierre de paños de albañilería	Aletas de Concreto
% masa participativa X-X	96.69	96.6	95.83	91.85
% masa participativa Y-Y	81.76	93.87	91.8	93.72
Periodo (seg)	0.0077	0.052	0.054	0.052
Cortante Vx (Tonf)	157.6155	152.7033	163.3087	118.541
Cortante Vy (Tonf)	420.6947	415.3464	442.6334	421.0458
Máx. deriva "x-x" (m)	0.008 (3° Piso)	0.0029 (3° Piso)	0.0026 (3° Piso)	0.0045 (3° Piso)
Máx. deriva "y-y" (m)	0.002 (2° Piso)	0.0017 (2° Piso)	0.0018 (2° Piso)	0.0020 (2° Piso)

**Fuente:** Elaboración propia

- ❑ El pabellón existente (sin refuerzo) no cumplen con llegar al 90% de masa participativa en la dirección Y (81.76%). Planteando el sistema de refuerzo se cumple con el 90% de masa participativa en cada dirección.
- ❑ El problema de rigidez se nota en la dirección longitudinal donde se llega a una deriva de 8 ‰ (Pabellón “B”), mucho mayor a la deriva permitida para pórticos de concreto armado (7 ‰).
- ❑ El reforzamiento con arriostres laterales en el pabellón “B”, disminuye las derivas en la dirección X en un 63.75%.

- ❑ El reforzamiento de cierre de paños de albañilería en el pabellón “B”, disminuye las derivas en la dirección X en un 67.50%.
- ❑ La colocación de aletas de concreto a las columnas, disminuye las derivas en un 43.75% para el pabellón “B”.

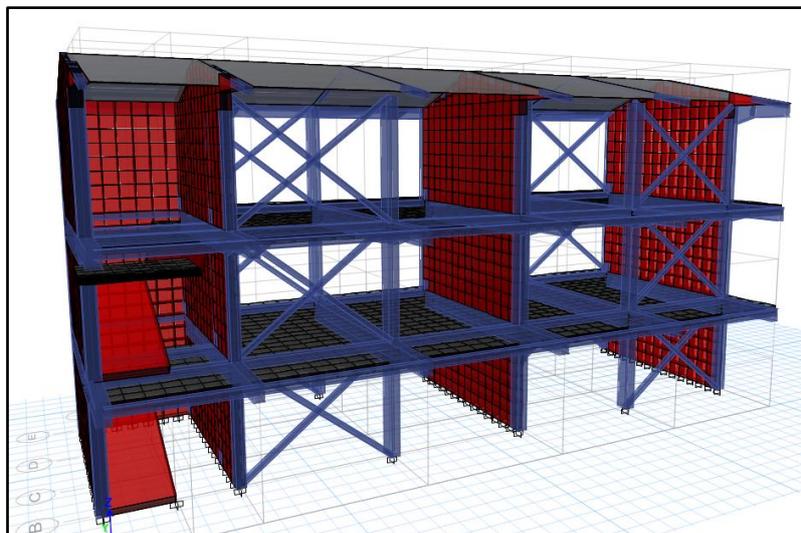
### **Evaluación del tipo de reforzamiento.**

Los reforzamientos propuestos se orientaron a evitar el colapso súbito frente a un sismo, para ello se buscó controlar los desplazamientos laterales del sistema estructural.

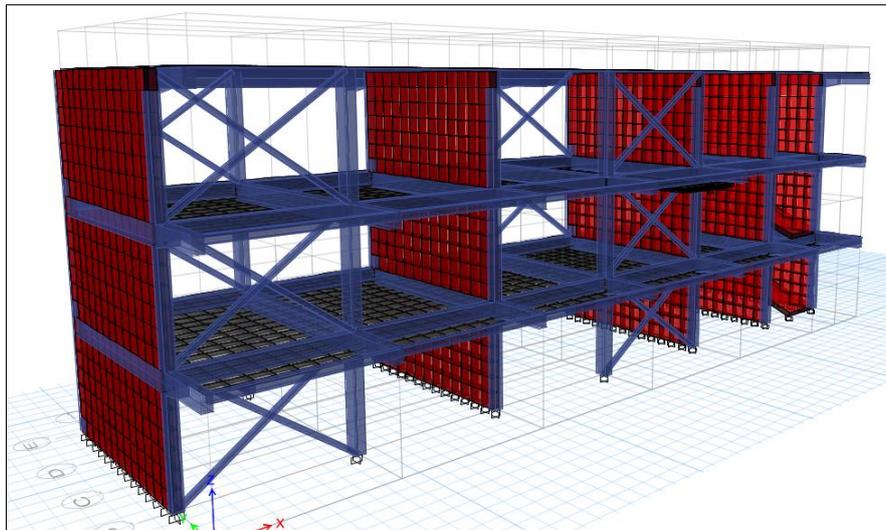
- **El sistema de reforzamiento 01**, consistió en incrementar la rigidez de la estructura mediante el uso de arriostres de acero. Se buscó que los arriostres no interfieran con la arquitectura del colegio por lo que se colocaron arriostres en X a los lados posteriores de las aulas, para así no interferir con las puertas, evitar distracciones en los alumnos y proteger los arriostres del intemperismo.

El principal problema de esta técnica, es que se utilizan conexiones empernadas para unir los arriostres con la estructura de concreto existente, lo cual en este caso no sería conveniente ya que dichos elementos estructurales presentan desgaste y no soportarían los esfuerzos adicionales producido por los arriostres; además de necesitar mano de obra especializada para la instalación respectiva.

**Fig. 5.16.** Vista del modelamiento del pabellón “A” con el reforzamiento 01



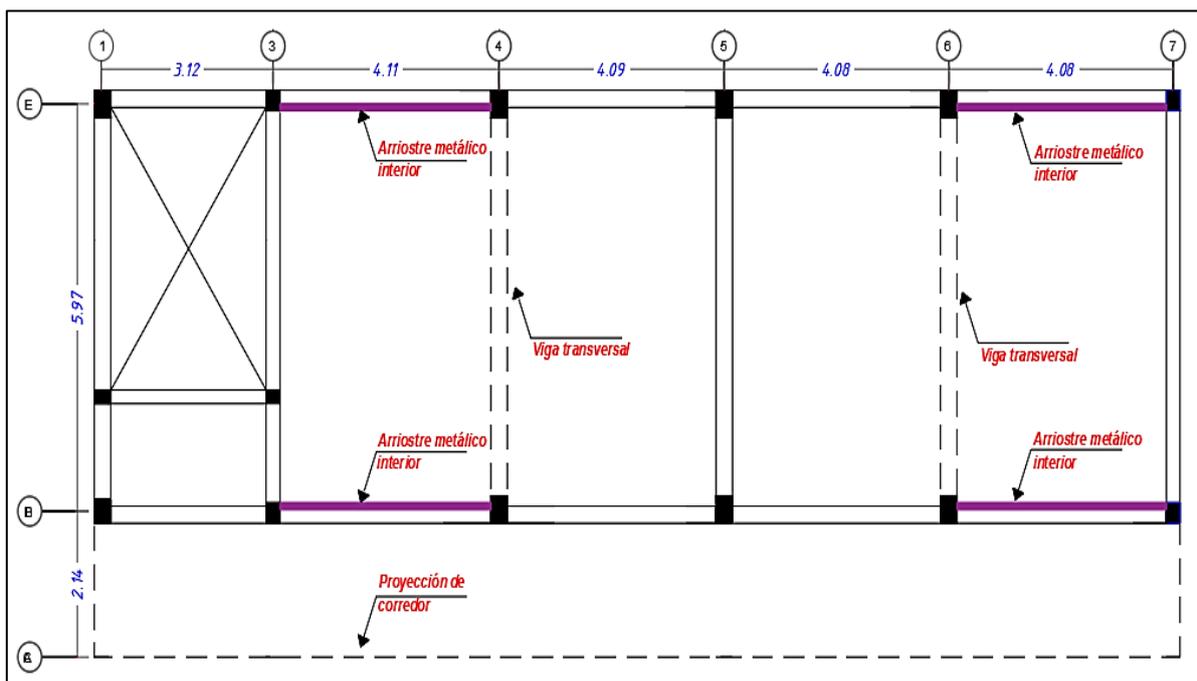
**Fig. 5.17.** Vista del modelamiento del pabellón “B” con el reforzamiento 01



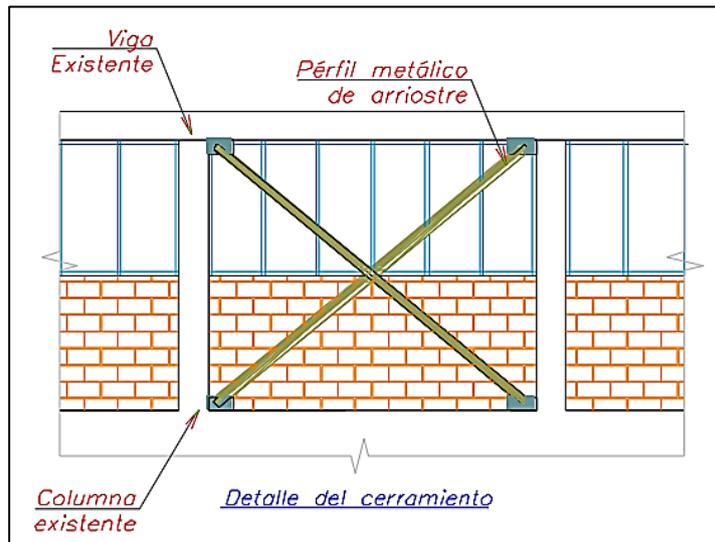
**PROCESO CONSTRUCTIVO:**

La intervención no cambia la distribución arquitectónica original ni la ubicación de pizarras. Esta opción disminuye la ventilación e iluminación de los ambientes, sin embargo, vale recalcar que estas técnicas de reforzamiento suelen ser más livianas que el de una estructura con refuerzo de albañilería confinada y/o concreto armado.

**Fig. 5.18.** Planta típica de un edificio de dos pisos reforzado a través del uso de arriostres metálicos



**Fig. 5.19.** Detalle en elevación del refuerzo (Arriostre)



**PASO N°01:** Se retira la tabiquería en los paños donde se implementarán los arriostres, se debe tener cuidado para no dañar los elementos estructurales existentes. Se debe eliminar todos los escombros que se generaron para que no dificulten las actividades.

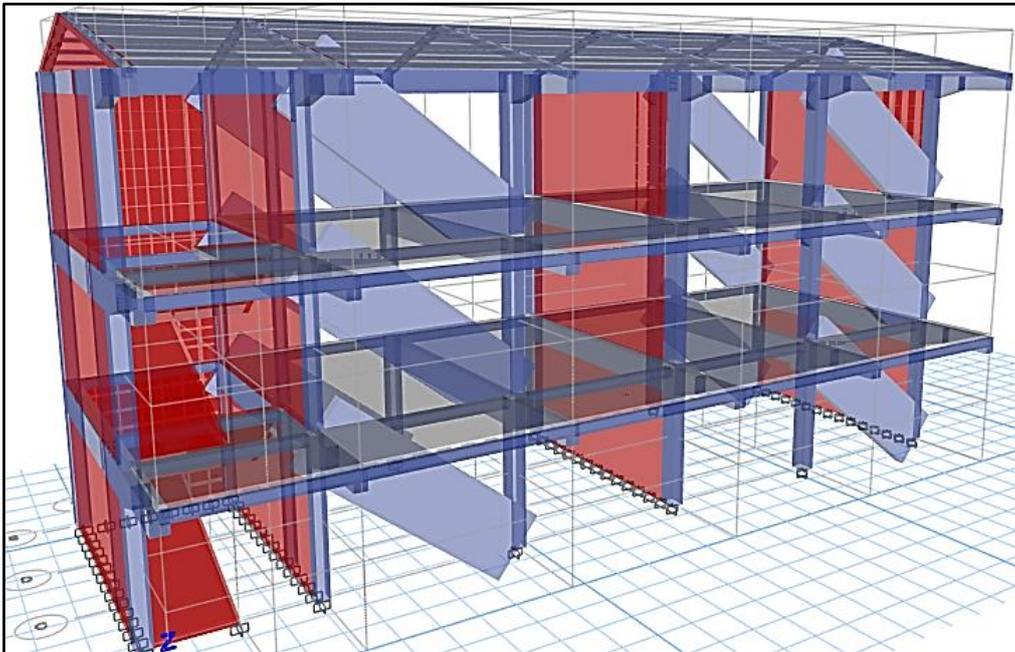
**PASO N°02:** Se procede con la perforación en vigas y columnas para anclar la plancha metálica en las zonas indicadas en los planos, estas perforaciones se harán con taladro con broca para concreto y con las dimensiones suficientes para implementar el perno con su anclaje químico, explicado en el marco teórico.

**PASO N°03:** Con la plancha metálica ya adherida a la estructura existente se comienza a empezar el resto de arriostres fabricados previamente, estos llegan a tener gran peso para los obreros, por ende, se recomienda el uso de una grúa para izar los bloques de acero a la posición ideal, se debe usar los pernos especificados en esta tesis porque son parte importante para que la estructura no falle.

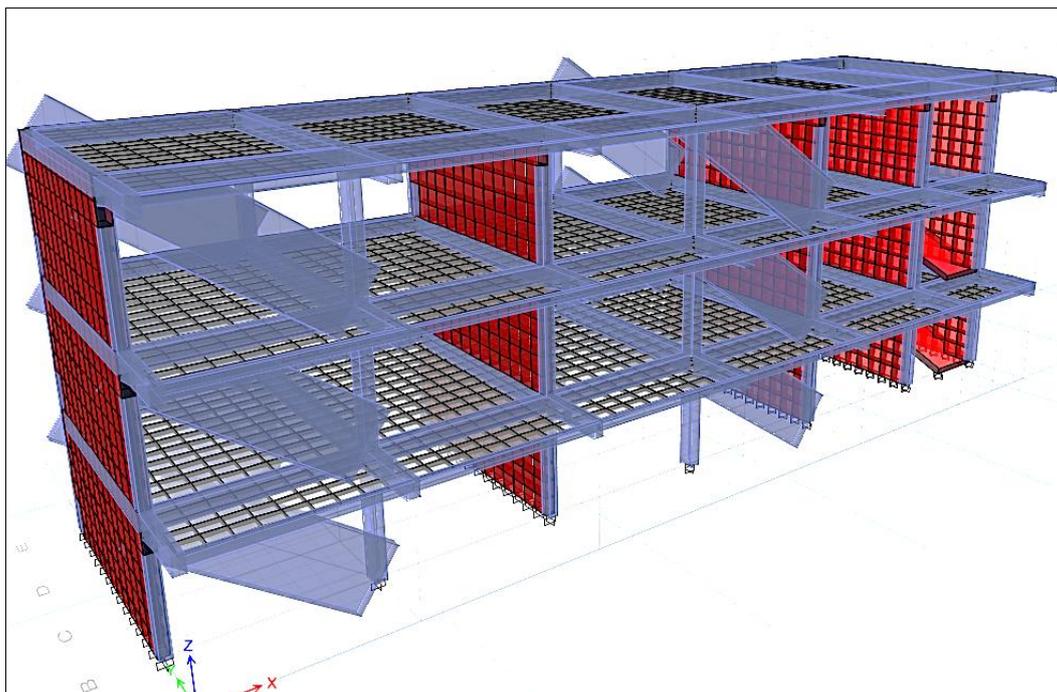
- **El sistema de reforzamiento 02,** consistió en incrementar la rigidez de la estructura mediante el cierre de algunos vanos del edificio con muros de albañilería. Se consideró muros de 25cm de espesor ocupando todo el espacio que encierran las columnas y vigas del paño a rellenar.

El principal problema de esta técnica es que los salones de clases se oscurecerán, ocasionando que algunas pizarras cambien de posición. También es importante mencionar que, al colocar este tipo de refuerzo, se va a soportar mayor carga vertical, por lo que debería considerarse el diseño de la cimentación.

**Fig. 5.20.** Vista del modelamiento del pabellón “A” con el reforzamiento 02

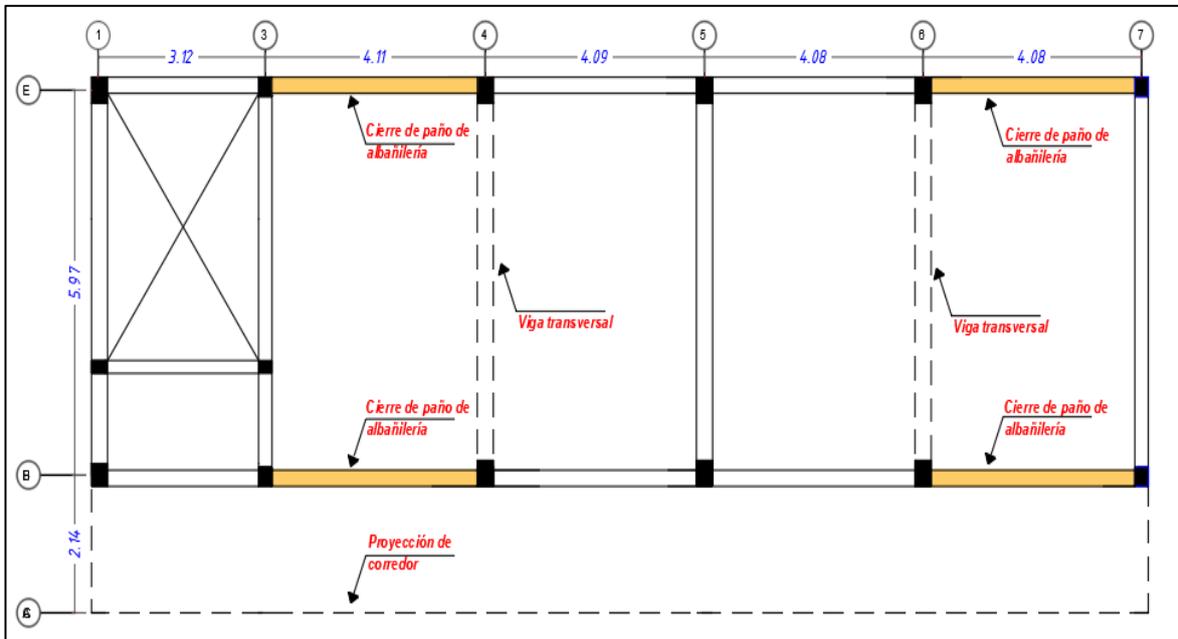


**Fig. 5.21.** Vista del modelamiento del pabellón “B” con el reforzamiento 02



## PROCESO CONSTRUCTIVO:

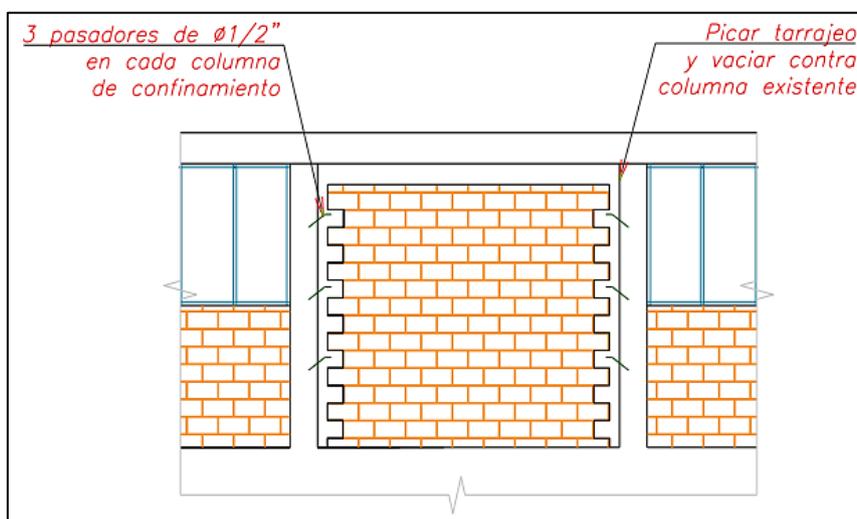
**Fig.5.22.** Planta típica de un edificio de dos pisos reforzado mediante cierre de paños de albañilería



**PASO N°01:** Desmontar los vanos (ventanas y muertas) de los paños considerados para el reforzamiento.

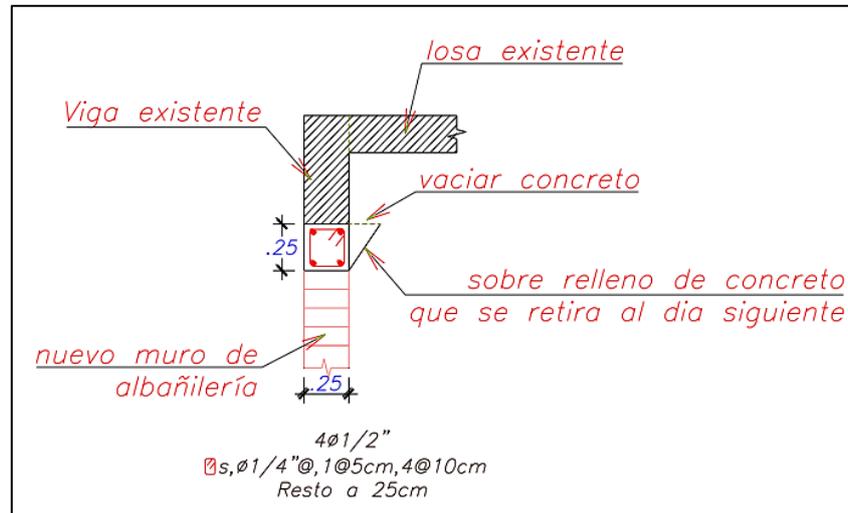
**PASO N°02:** Se colocan las columnetas junto a las columnas existentes retirando el recubrimiento. Para evitar el volcamiento de los nuevos muros se colocan pasadores anclados en las columnas existentes.

**Fig. 5.23.** Detalle de cerramiento



A continuación, se muestra el detalle de la viga de confinamiento dónde para facilitar el vaciado se hace un sobre relleno triangular que se retira al día siguiente.

**Fig. 24.** Detalle de viga de confinamiento



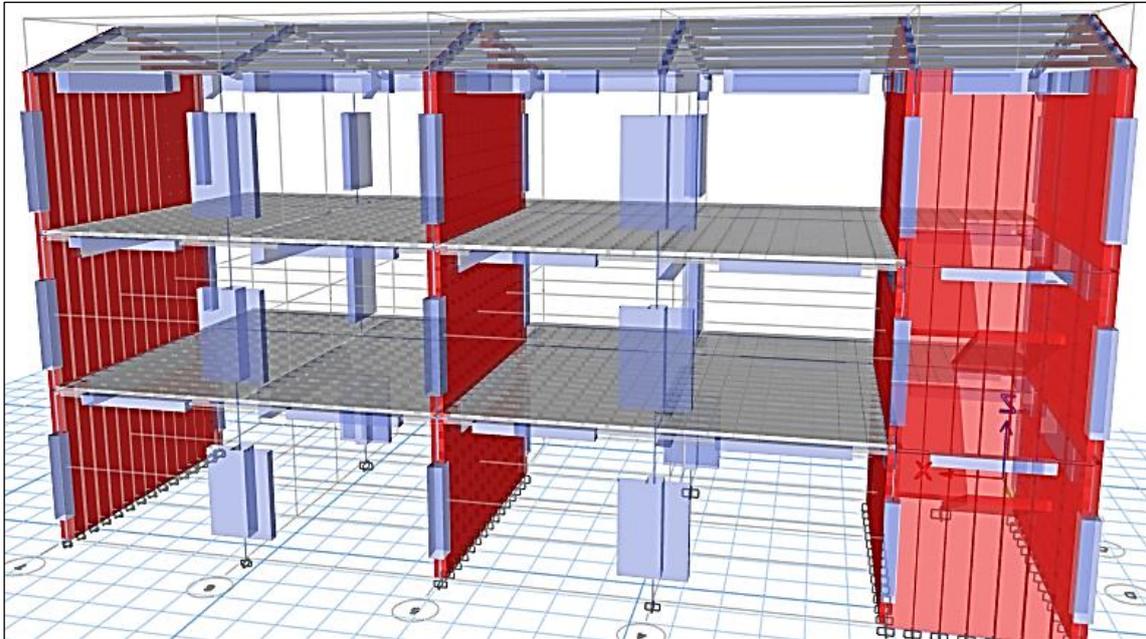
**PASO N°03:** Luego se coloca lechada de agua cemento en la superficie rayada y se comenzó la colocación de las hiladas del muro. Previamente todos los ladrillos fueron humedecidos.

**PASO N°04:** Se verifica la verticalidad del muro con una plomada, y la horizontalidad con una regla y nivel.

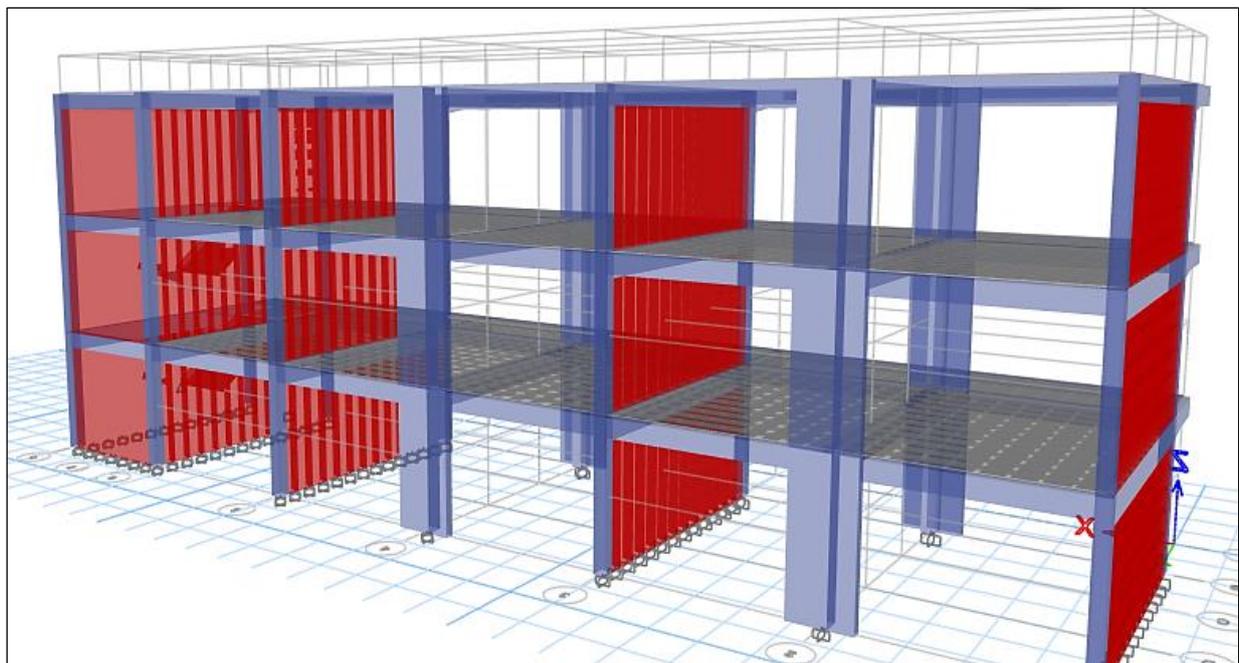
- **El sistema de reforzamiento 03**, consistió en colocar aletas de concreto a las columnas, tanto en el primer, segundo y tercer piso. Dicho en otras palabras, convertir las columnas de poca rigidez longitudinal en columnas más largas de 1.30m aproximadamente, con la particularidad de que el ensanche se hará en todo el alto de la columna. La esencia de este refuerzo consistió en que las aletas de concreto armado tomen gran parte del cortante en la zona de columna corta y trabajen juntos con los muros en la parte inferior, aprovechando los tabiques para que haya mayor rigidez. Esta intervención cambia esencialmente la arquitectura original del colegio en lo relativo a los vanos de las ventanas que se achican. Para la colocación de las aletas de

concreto armado, deberá retirarse el recubrimiento de la columna existente y colocarse pasadores que las atraviesen (conectores). La característica principal de este refuerzo es que no interviene en las cimentaciones, con lo cual su costo de aplicación se reduce.

**Fig. 5.25.** Vista del modelamiento del pabellón “A” con el reforzamiento 03



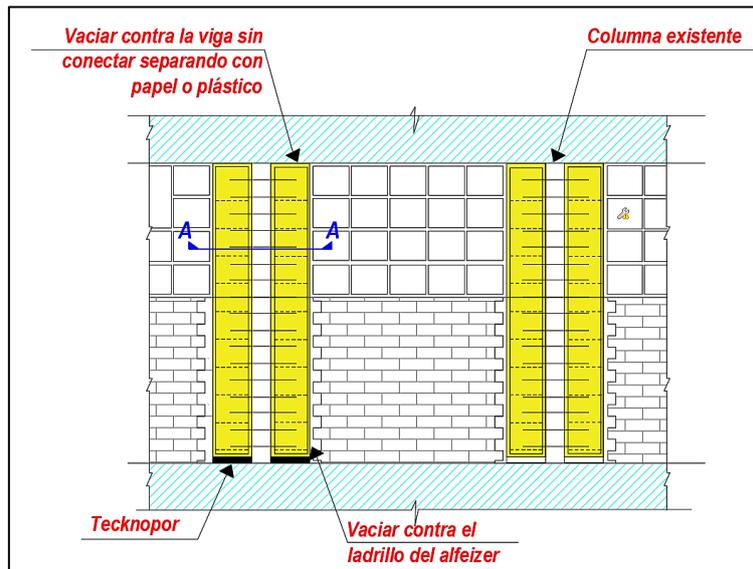
**Fig. 5.26.** Vista del modelamiento del pabellón “B” con el reforzamiento 03



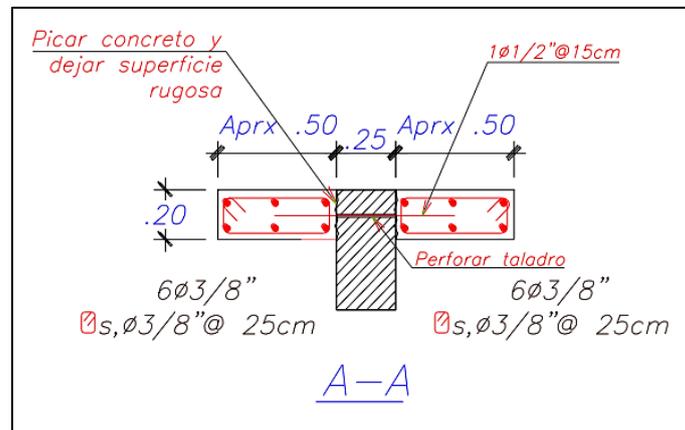
## PROCESO CONSTRUCTIVO:

**PASO N°01:** Para integrar las aletas al elemento existente se retira el recubrimiento de la columna y se colocan pasadores que las atraviesan.

**Fig. 5.27.** Detalle de colocación de aleta de concreto



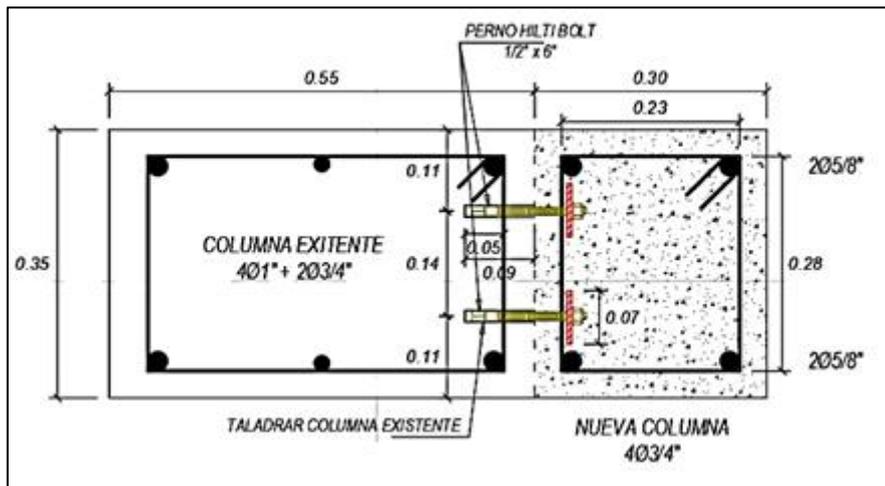
(a)



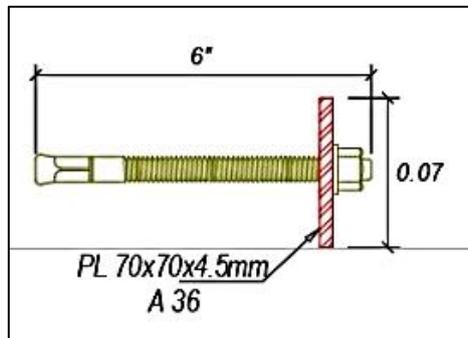
(b)

**PASO N°02:** Se realiza el armado de las aletas, el encofrado y el vaciado respectivo de las mismas.

**Fig.5.28.** Detalle de viga de confinamiento



**Fig.5.29.** Detalle Perno Hilti



### **Evaluación del estado actual de la edificación.**

Luego de evaluar visualmente los pabellones “A” y “B” de la institución educativa “Santa Rafaela María” - Chota, se tiene que el estado actual de la edificación es regular, ya que presenta fisuras, humedad y asentamiento.

### **5.3. Contrastación de la hipótesis:**

- Hecha la investigación, se rechaza la hipótesis planteada, ya que en el análisis, interpretación y discusión de resultados de la investigación se evidencia que el refuerzo estructural tipo 3 es más adecuado en comparación con los refuerzos tipo 1 y tipo 2.

## CAPÍTULO VI. PROPUESTA

### 6.1. Formulación de la propuesta para la solución del problema:

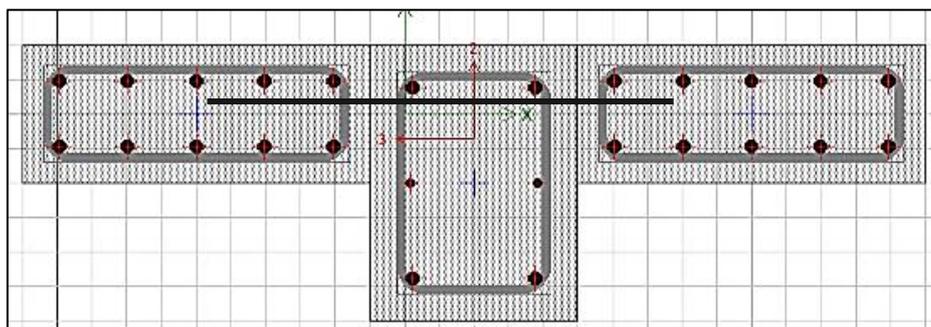
Desde la tabla N° 5.06 a la N° 5.56, se muestran los resultados de la respuesta estructural de los pabellones “A” y “B” existentes y considerando los tres tipos de reforzamiento propuestos.

Para mejorar el comportamiento estructural de los pabellones “A” y “B” se propone el reforzamiento 03, que consiste en intervenir a las columnas en el eje X-X, que forman parte del sistema aperticado y requieren un aumento de resistencia y ductilidad. Las principales ventajas de la intervención de columnas es la compatibilidad entre el refuerzo y el material original, la baja conductividad térmica, la cual hace que el sistema tenga buena resistencia al fuego y buen aislamiento térmico y la buena adherencia entre el concreto nuevo y el original.

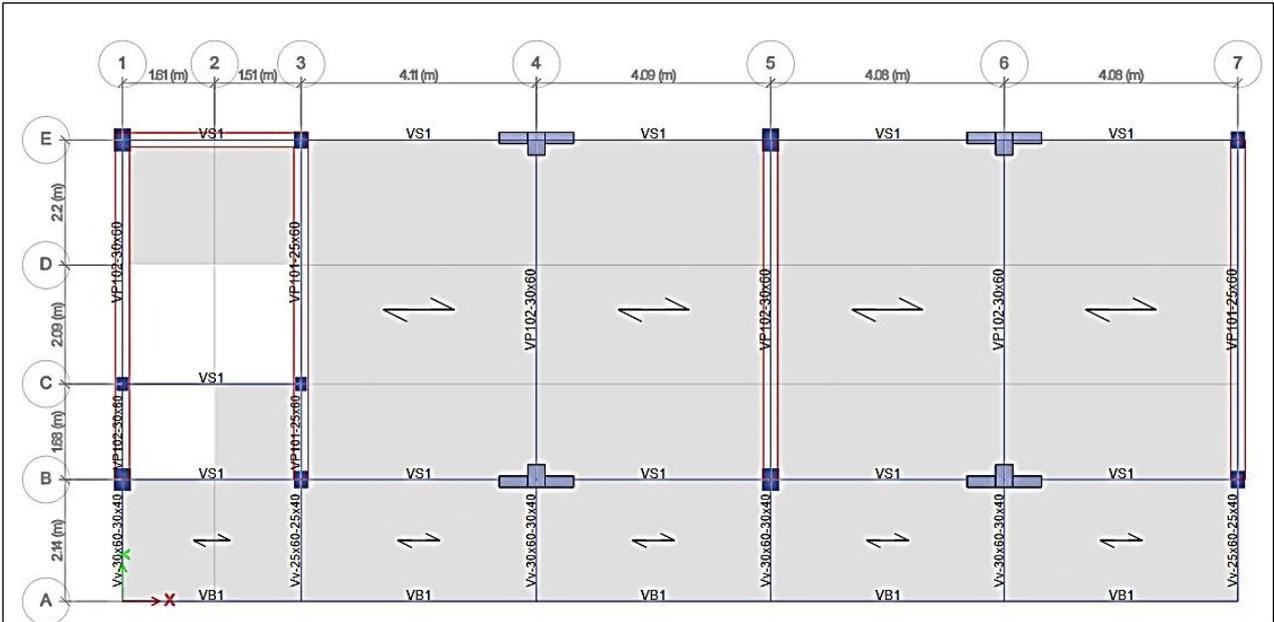
Este método consiste en reforzar las columnas con dos aletas de concreto armado, de 0.50 m x 0.20 m. El uso de las aletas permitirá aumentar la rigidez de los elementos para que estas tomen gran parte de la fuerza cortante. Para poder la colocación de las aletas de concreto armado, deberá retirarse el recubrimiento de la columna existente y colocarse pasadores que las atraviesen (conectores o dowels), que permitirán que se trabaje de forma monolítica, a manera de una sola placa.

La resistencia del concreto a utilizarse en las aletas será de  $210 \text{ Kg/cm}^2$ , y el acero de diseño son de  $\frac{3}{4}$ ". En la figura N°6.01, se muestra la vista en planta de la estructura reforzada, las secciones de los encaquetados son en forma de “T”.

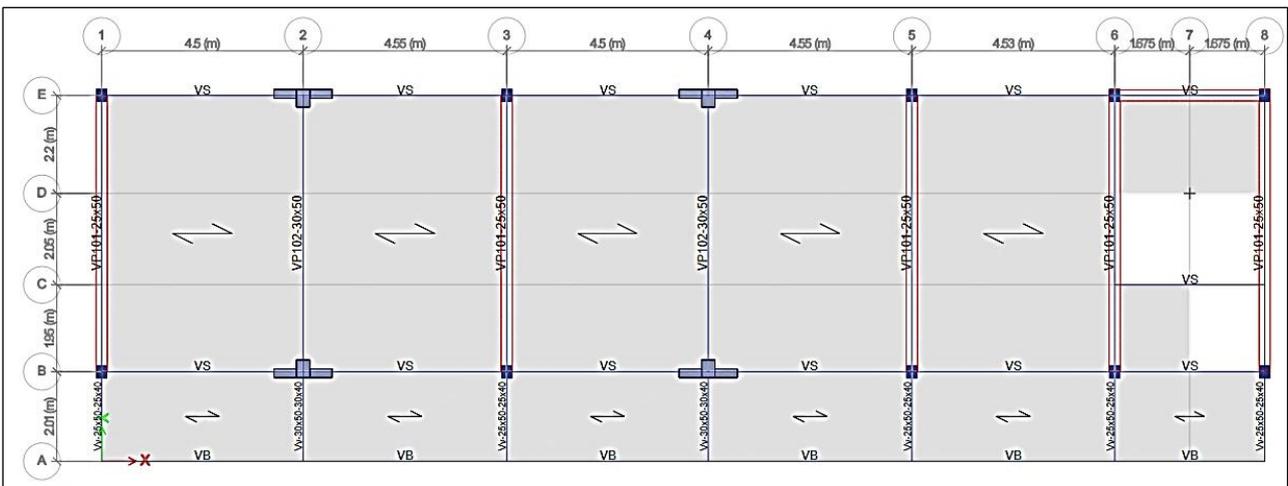
**Fig. 6.01.** Detalle de las aletas de concreto en columnas



**Fig. 6.02.** Planta de Pabellón “A” con ubicación de reforzamiento 03



**Fig. 6.03.** Planta de Pabellón “A” con ubicación de reforzamiento 03



## CONCLUSIONES

- El primer modelo sin refuerzo, de ambos pabellones. corroboró que existe un grave problema de desplazamientos laterales debido a la poca rigidez longitudinal, en los resultados se puede observar que las derivas son mucho mayores a las permitidas para pórticos de concreto armado (7 ‰); teniendo derivas de 19.30 ‰ (Pabellón “A”) y 8 ‰ (Pabellón “B”).
- Se evaluó ambos pabellones sin reforzamiento, llegando a la conclusión que no cumplen con llegar al 90% de masa participativa en la dirección Y; teniendo 86.5% (Pabellón “A”) y 81.76% (Pabellón “B”).
- Planteando el sistema de refuerzo 01: Arriostres laterales entre columnas, en ambos pabellones, se cumple con el 90% de masa participativa en la dirección Y; obteniendo 97.93% (Pabellón “A”) y 93.87% (Pabellón “B”).
- Planteando el sistema de refuerzo 02: Cierre de paños de albañilería, en ambos pabellones, se cumple con el 90% de masa participativa en la dirección Y; obteniendo 98.08% (Pabellón “A”) y 91.80% (Pabellón “B”).
- Planteando el sistema de refuerzo 03: Aletas de concreto, en ambos pabellones, se cumple con el 90% de masa participativa en la dirección Y; obteniendo 91.29% (Pabellón “A”) y 93.72% (Pabellón “B”).
- Al modelar con el refuerzo 01, arriostres laterales, se llegó a la conclusión que en el pabellón “A”, disminuye las derivas en la dirección X en un 86.53%; y en el pabellón “B” en un 63.75%.
- Al verificar la resistencia de las columnas a los esfuerzos ocasionados por los arriostres, se llegó a la conclusión que estos elementos estructurales no tienen la resistencia necesaria. para que el elemento estructural trabaje de manera adecuada, por lo que se descarta el refuerzo 01.

- Al modelar con el tipo de refuerzo 02, reforzamiento con cierre de paños de albañilería, se llegó a la conclusión que, en el pabellón “A”, disminuye las derivas en la dirección X en un 88.08 %; y en el pabellón “B” en un 67.50%.
- Se descartó el refuerzo 02 debido a que los salones de clases se oscurecerán, ocasionando que algunas pizarras cambien de posición. También es importante mencionar que, al colocar éste tipo de refuerzo, se va a soportar mayor carga vertical, por lo que debería considerarse el diseño de la cimentación.
- Al modelar con el refuerzo 03, reforzamiento con aletas de concreto, se concluye que las derivas disminuyen en un 73.58% y en un 43.75%, para el pabellón “A” y “B” respectivamente.
- Se concluye que el reforzamiento más adecuado para los pabellones en estudio, es el refuerzo con aletas de concreto en las columnas, por ser más viable y tener una mejor respuesta en comparación con los otros dos.

### **RECOMENDACIONES**

- Se recomienda comparar tipos de reforzamientos mixtos, y a su vez establecer cuál de ellos es el más eficiente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ✓ **Álvarez, Jhordan y Pulgar, Xavier. 2019.** Análisis de vulnerabilidad sísmica de los módulos escolares públicos en el distrito de Villa María del Triunfo mediante el método Índice de vulnerabilidad (Fema p-154) y su validación mediante cálculo de distorsiones laterales. (Tesis). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- ✓ **Arana Vásquez, Víctor Ernesto. 2016.** Priorización del reforzamiento de colegios públicos de Lima para la mitigación del riesgo sísmico. (Tesis). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- ✓ **Astorga María, Aguilar Rafael. 2006.** Evaluación del riesgo sísmico de edificaciones educativas peruanas. (Tesis). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- ✓ **Blanco Blasco, Juan Antonio. 2005.** Las Estructuras de los Centros Educativos (Colegios) en el Siglo XX en el Perú Diversos Proyectos de Reforzamiento y Ejemplos de Estructuración de Edificaciones de la Universidad Católica del Perú. (Tesis). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- ✓ **Blondet M, Muñoz A, Carpio J. 2007.** *Protección sísmica de la infraestructura educativa: La experiencia peruana, PUCP.* Perú.
- ✓ **Blondet M, Tarque N, Mosqueira M. 2005.** Recomendaciones Técnicas para Mejorar la Seguridad Sísmica de Viviendas de Albañilería Confinada de la Costa Peruana. (Tesis Magistral). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- ✓ **Broto Carles. 2009.** *Enciclopedia broto patologías de la construcción.* (16°. Ed). España, Barcelona: Editorial Links Internacional.
- ✓ **Calavera José. 2005.** *Patología de estructuras de Hormigón armado y pretensado.* (1°. Ed). Madrid: Instituto técnico de materiales y construcciones (INTEMAC).
- ✓ **Chacón R. y Paz I. 2016.** Análisis de desempeño sísmico de los edificios escolares típicos 780 post 97 de la costa peruana. (Tesis). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- ✓ **Díaz Tafur, Carla Tatiana. 2016.** Comportamiento estructural del bloque N°01 del hospital Regional de Cajamarca? (Tesis). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.
- ✓ **Espectros de Diseño para Edificaciones Peruanas.** Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú. 2013. [Fecha de consulta: 02 de Mayo del 2017]. Disponible

en:[http://blog.pucp.edu.pe/blog/wpcontent/uploads/sites/109/2013/12/munoz\\_alvarado\\_zavala\\_zegarra.pdf](http://blog.pucp.edu.pe/blog/wpcontent/uploads/sites/109/2013/12/munoz_alvarado_zavala_zegarra.pdf)

- ✓ **Gálvez Chunas, Víctor Adolfo. 2011.** Evaluación del Desempeño Sismorresistente Usando Análisis No Lineal en el Tiempo. (Tesis). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- ✓ **Gameros Moncada, Santiago Jesús. 2015.** Análisis comparativo de tres tipos de refuerzo estructural para pabellones de aulas de locales escolares de dos pisos y tres aulas por piso. (Tesis). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- ✓ **I.E. “S.R.M.” 1997.** Archivos de la Oficina general de Servicios, gestión e infraestructura. Chota, Perú.
- ✓ **INDECI. 2007.** *Base de información disponible y proporcionada por las Instituciones públicas y privadas, FORSUR, APCI y otros Organismos Internacionales.* Cajamarca, Perú: INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL.
- ✓ **Loa Canales, Gustavo Juan. 2017.** Evaluación del desempeño sísmico de tres opciones de reforzamiento incremental en edificaciones educativas típicas construidas antes de 1997. (Tesis). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- ✓ **Maldonado Changoluisa, Emilio José. 2014.** “Inspección y evaluación estructural según la Norma Ecuatoriana de la construcción NEC-11 (Formato 12A), para establecimientos educativos, situados en el distrito 6: circuito 6 (grupos a, b y c), del distrito metropolitano de Quito, subsecretaría de educación incluyendo el análisis estructural detallado del establecimiento más vulnerable de los grupos seleccionados.” (Tesis) Quito, Ecuador: Universidad Central del Ecuador.
- ✓ **Marín Marín, Fredy Rolando. 2014.** “Determinación de la Vulnerabilidad Sísmica de los Pabellones 1 y 2 de la I.E. Estatal Ramón Castilla y Marquesado del Distrito de Jaén- Cajamarca”. (Tesis) Cajamarca, Perú: Universidad Nacional de Cajamarca.
- ✓ **Martos, Francisco y Mosqueira, Roberto. 2003.** Evaluación de los esfuerzos entre el método estático y el método dinámico del diseño sismorresistente. (Tesis) Cajamarca, Perú: Universidad Nacional de Cajamarca.
- ✓ **Mosqueira Moreno, Miguel Ángel. 2012.** Riesgo sísmico en las edificaciones de la facultad de ingeniería – Universidad Nacional de Cajamarca. (Tesis Doctoral). Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo.

- ✓ **Moehle J., Stojadinovic B., and Der Kiureghian A., (2009)** “Performance evaluation of structural systems: theory and implementation.,” *Journal of Structural Engineering*, vol. ASCE. 135(10), pp. 1146-1154.
- ✓ **Muñoz A, Blondet M. 2007.** *Reducción de la vulnerabilidad sísmica de edificaciones escolares peruanas en alto riesgo*. Lima: Departamento de Ingeniería, PUCP.
- ✓ **Muñoz, Alejandro; León Henry; Quintana, Ursula Y Blondet, Marcial. 2001.** *Desempeño Sismorresistente de los Colegios Peruanos Modernos*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. Departamento de Ingeniería. Fondo Editorial PUCP.
- ✓ **Otazzi, G. 2015.** *Apuntes del Curso de Análisis Estructural*. Lima: PUCP.
- ✓ **Ottazzi Pasino Gianfranco. 2008.** *Diseño en concreto armado*. (1° ed.) Lima Perú: Asociación capitulo peruano del Instituto Americano del Concreto – ACI.
- ✓ **Oviedo S. 2010.** *Métodos de Reforzamiento en Edificios de Concreto Armado*.
- ✓ **Piamonte Pérez, William Yovany. 2005.** Reforzamiento estructural del colegio Luis López de mesa. (Tesis). Colombia.
- ✓ **Rodriguez J., Rúa M., Taipe D. 2020.** Técnicas de reforzamiento para centros educativos tipo modular 780pre. (Trabajo de investigación). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- ✓ **Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E.020. 2009.** Cargas. Lima-Perú: Diario El Peruano.
- ✓ **Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E.030. 2016.** Diseño Sismorresistente. Lima-Perú: Diario El Peruano.
- ✓ **Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E.060. 2018.** Concreto Armado. Lima-Perú: Diario El Peruano.
- ✓ **Santa Cruz Hidalgo, Sandra Cecilia. 2013.** Informe Interno TAP 2. Evaluación probabilista del riesgo sísmico de escuelas y hospitales de la ciudad de Lima. Componente 2: Evaluación probabilista del riesgo sísmico de locales escolares en la ciudad de Lima, Lima: PUCP.
- ✓ **San Bartolomé, Ángel. 1998.** *Análisis de Edificios*. (2°. ed.). Lima-Perú: Fondo editorial PUCP.
- ✓ **San Bartolomé, Ángel. 2011.** *Diseño y construcción de estructuras sismorresistentes de albañilería*. Lima-Perú: Fondo editorial PUCP.

- ✓ **Soto Barboza, Emma Nereida. 2008.** Rehabilitación de Estructuras de Concreto. (Tesis). México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- ✓ **Tavera Huarache, Hernando (2021).** - Generación de escenarios sísmicos para Lima Metropolitana – Acantilados de la Costa Verde. (Informe Técnico – Instituto Geofísico del Perú).
- ✓ **Urcia Osorio, Marco Antonio. 2021.** Evaluación del desempeño sísmico y propuesta de reforzamiento del colegio 780-pre I.E. N° 1172 Ciro Alegría mediante el análisis estático no lineal. (Tesis). Lima: Universidad San Ignacio de Loyola.
- ✓ **Zelaya, V.A. (2007),** Estudio sobre Diseño Sísmico en Construcciones de Adobe y su Incidencia en la Reducción de Desastres. (Tesis de maestría), Escuela Universitaria de Post Grado, Programa de Maestría en Gerencia de la Construcción moderna. Universidad Nacional Federico Villarreal, Perú.

## **APÉNDICES**

## **APÉNDICE 01**

### **ENSAYOS DE ESCLEROMETRÍA**



**MÉTODO ESTÁNDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO  
(A.S.T.M. C 805-97)**

<b>MATERIAL:</b>	CONCRETO SIMPLE		
<b>TÍTULO:</b>	"COMPARACIÓN DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DE LA I.E. SANTA RAFAELA MARÍA - CHOTA, CONSIDERANDO TRES TIPOS DE REFUERZO ESTRUCTURAL"		
<b>ASESOR:</b>	DR. ING. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO	<b>RESPONSABLE:</b>	ING. ROGER HUGO PÉREZ ACUÑA
<b>TESIS PARA:</b>	OPTAR EL GRADO DE MAGISTER EN CIENCIAS - MENCIÓN INGENIERÍA CIVIL	<b>FECHA ENSAYO:</b>	CHOTA 01 DE NOVIEMBRE 2018
<b>ING. CIVIL :</b>	CARLA TATIANA DÍAZ TAFUR	<b>NORMA TÉCNICA:</b>	A.S.T.M. C 805 - 97.

N° DE ENSAYO: 1

COLUMNAS 1 er. NIVEL - PABELLÓN "A"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 1 - A - INFERIOR	26	VALIDO
	26	VALIDO
	24	VALIDO
	27	VALIDO
	27	VALIDO
	25	VALIDO
	28	VALIDO
	25	VALIDO
	27	VALIDO
	26	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	26.10
DESVIACION ESTANDAR :	1.2

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	166 Kg/cm2
--	---------------

N° DE ENSAYO: 2

COLUMNAS 1 er. NIVEL - PABELLÓN "A"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 1 - A - SUPERIOR	26	VALIDO
	26	VALIDO
	26	VALIDO
	28	VALIDO
	27	VALIDO
	26	VALIDO
	26	VALIDO
	25	VALIDO
	25	VALIDO
	26	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	26.11
DESVIACION ESTANDAR :	0.9

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	166 Kg/cm2
--	---------------

N° DE ENSAYO: 3

COLUMNAS 1 er. NIVEL - PABELLÓN "A"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 1 - B - INFERIOR	29	VALIDO
	29	VALIDO
	28	VALIDO
	28	VALIDO
	27	VALIDO
	29	VALIDO
	26	VALIDO
	26	VALIDO
	27	VALIDO
	27	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	27.60
DESVIACION ESTANDAR :	1.2

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	170 Kg/cm2
--	---------------

N° DE ENSAYO: 4

COLUMNAS 1 er. NIVEL - PABELLÓN "A"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 1 - B - SUPERIOR	28	VALIDO
	30	VALIDO
	28	VALIDO
	29	VALIDO
	28	VALIDO
	27	VALIDO
	29	VALIDO
	29	VALIDO
	29	VALIDO
	28	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	28.50
DESVIACION ESTANDAR :	0.8

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	172 Kg/cm2
--	---------------

**Róger Hugo Pérez Acuña**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 45865

Urb. La Alameda Mz. H-15  
Cajamarca - Perú  
Telfs. 976 699878 / 076 314239  
laboratorio.suelos@icbasociados.com



**MÉTODO ESTÁNDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO  
(A.S.T.M. C 805-97)**

<b>MATERIAL:</b>	CONCRETO SIMPLE		
<b>TÍTULO:</b>	"COMPARACIÓN DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DE LA I.E. SANTA RAFAELA MARÍA - CHOTA, CONSIDERANDO TRES TIPOS DE REFUERZO ESTRUCTURAL"		
<b>ASESOR:</b>	DR. ING. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO	<b>RESPONSABLE:</b>	ING. ROGER HUGO PÉREZ ACUÑA
<b>TESIS PARA:</b>	OPTAR EL GRADO DE MAGISTER EN CIENCIAS - MENCIÓN INGENIERÍA CIVIL	<b>FECHA ENSAYO:</b>	CHOTA 01 DE NOVIEMBRE 2018
<b>ING. CIVIL :</b>	CARLA TATIANA DÍAZ TAFUR	<b>NORMA TÉCNICA:</b>	A.S.T.M. C 805 - 97.

**N° DE ENSAYO: 5**

COLUMNAS 1 er. NIVEL - PABELLÓN "A"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 2 - A - INFERIOR	26	VALIDO
	26	VALIDO
	28	VALIDO
	25	VALIDO
	27	VALIDO
	27	VALIDO
	26	VALIDO
	25	VALIDO
	30	VALIDO
	29	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	27
DESVIACION ESTANDAR :	1.7

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	167 Kg/cm2
--	---------------

**N° DE ENSAYO: 6**

COLUMNAS 1 er. NIVEL - PABELLÓN "A"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 2 - A - SUPERIOR	27	VALIDO
	28	VALIDO
	27	VALIDO
	29	VALIDO
	29	VALIDO
	28	VALIDO
	30	VALIDO
	31	VALIDO
	29	VALIDO
	28	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	28.60
DESVIACION ESTANDAR :	1.3

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	173 Kg/cm2
--	---------------

**N° DE ENSAYO: 7**

COLUMNAS 1 er. NIVEL - PABELLÓN "A"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 2 - B - INFERIOR	27	VALIDO
	28	VALIDO
	29	VALIDO
	29	VALIDO
	26	VALIDO
	28	VALIDO
	28	VALIDO
	25	VALIDO
	26	VALIDO
	24	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	27
DESVIACION ESTANDAR :	1.7

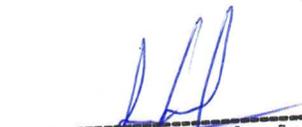
DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	167 Kg/cm2
--	---------------

**N° DE ENSAYO: 8**

COLUMNAS 1 er. NIVEL - PABELLÓN "A"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 2 - B - SUPERIOR	29	VALIDO
	27	VALIDO
	26	VALIDO
	27	VALIDO
	29	VALIDO
	29	VALIDO
	27	VALIDO
	26	VALIDO
	28	VALIDO
	28	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	27.60
DESVIACION ESTANDAR :	1.2

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	170 Kg/cm2
--	---------------

  
**Roger Hugo Pérez Acuña**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 45865



**MÉTODO ESTÁNDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO**  
**(A.S.T.M. C 805-97)**

<b>MATERIAL:</b>	CONCRETO SIMPLE		
<b>TÍTULO:</b>	"COMPARACIÓN DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DE LA I.E. SANTA RAFAELA MARÍA - CHOTA, CONSIDERANDO TRES TIPOS DE REFUERZO ESTRUCTURAL"		
<b>ASESOR:</b>	DR. ING. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO	<b>RESPONSABLE:</b>	ING. ROGER HUGO PÉREZ ACUÑA
<b>TESIS PARA:</b>	OPTAR EL GRADO DE MAGISTER EN CIENCIAS - MENCIÓN INGENIERÍA CIVIL	<b>FECHA ENSAYO:</b>	CHOTA 01 DE NOVIEMBRE 2018
<b>ING. CIVIL :</b>	CARLA TATIANA DÍAZ TAFUR	<b>NORMA TÉCNICA:</b>	A.S.T.M. C 805 - 97.

N° DE ENSAYO: 9

COLUMNAS 1 er. NIVEL - PABELLÓN "A"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 3 - A - INFERIOR	29	VALIDO
	29	VALIDO
	26	VALIDO
	30	VALIDO
	30	VALIDO
	27	VALIDO
	27	VALIDO
	28	VALIDO
	28	VALIDO
	30	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	28.40
DESVIACION ESTANDAR :	1.4

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	172 Kg/cm2
--	---------------

N° DE ENSAYO: 10

COLUMNAS 1 er. NIVEL - PABELLÓN "A"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 3 - A - SUPERIOR	28	VALIDO
	28	VALIDO
	25	VALIDO
	29	VALIDO
	29	VALIDO
	28	VALIDO
	29	VALIDO
	28	VALIDO
	28	VALIDO
	28	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	28.00
DESVIACION ESTANDAR :	1.2

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	171 Kg/cm2
--	---------------

N° DE ENSAYO: 11

COLUMNAS 1 er. NIVEL - PABELLÓN "A"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 3 - B - INFERIOR	32	VALIDO
	29	VALIDO
	28	VALIDO
	31	VALIDO
	31	VALIDO
	30	VALIDO
	28	VALIDO
	29	VALIDO
	32	VALIDO
	29	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	29.90
DESVIACION ESTANDAR :	1.5

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	178 Kg/cm2
--	---------------

N° DE ENSAYO: 12

COLUMNAS 1 er. NIVEL - PABELLÓN "A"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 3 - B - SUPERIOR	29	VALIDO
	28	VALIDO
	29	VALIDO
	30	VALIDO
	29	VALIDO
	30	VALIDO
	29	VALIDO
	31	VALIDO
	30	VALIDO
	31	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	29.60
DESVIACION ESTANDAR :	1.0

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	175 Kg/cm2
--	---------------

*Roger Hugo Pérez Acuña*  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 45865



**MÉTODO ESTÁNDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO  
(A.S.T.M. C 805-97)**

<b>MATERIAL:</b>	CONCRETO SIMPLE		
<b>TÍTULO:</b>	"COMPARACIÓN DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DE LA I.E. SANTA RAFAELA MARÍA - CHOTA, CONSIDERANDO TRES TIPOS DE REFUERZO ESTRUCTURAL"		
<b>ASESOR:</b>	DR. ING. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO	<b>RESPONSABLE:</b>	ING. ROGER HUGO PÉREZ ACUÑA
<b>TESIS PARA:</b>	OPTAR EL GRADO DE MAGISTER EN CIENCIAS - MENCIÓN INGENIERÍA CIVIL	<b>FECHA ENSAYO:</b>	CHOTA 01 DE NOVIEMBRE 2018
<b>ING. CIVIL :</b>	CARLA TATIANA DÍAZ TAFUR	<b>NORMA TÉCNICA:</b>	A.S.T.M. C 805 - 97.

N° DE ENSAYO: 13

COLUMNAS 1 er. NIVEL - PABELLÓN "A"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 4 - A - INFERIOR	30	VALIDO
	30	VALIDO
	30	VALIDO
	27	VALIDO
	31	VALIDO
	28	VALIDO
	28	VALIDO
	32	VALIDO
	30	VALIDO
	28	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	29.40
DESVIACION ESTANDAR :	1.6

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	174 Kg/cm2
--	---------------

N° DE ENSAYO: 14

COLUMNAS 1 er. NIVEL - PABELLÓN "A"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 4 - A - SUPERIOR	30	VALIDO
	33	VALIDO
	32	VALIDO
	28	VALIDO
	31	VALIDO
	27	VALIDO
	28	VALIDO
	27	VALIDO
	33	VALIDO
	32	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	30.10
DESVIACION ESTANDAR :	2.4

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	180 Kg/cm2
--	---------------

N° DE ENSAYO: 15

COLUMNAS 1 er. NIVEL - PABELLÓN "A"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 4 - B - INFERIOR	29	VALIDO
	29	VALIDO
	29	VALIDO
	30	VALIDO
	30	VALIDO
	30	VALIDO
	32	VALIDO
	30	VALIDO
	31	VALIDO
	30	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	30.00
DESVIACION ESTANDAR :	0.9

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	179 Kg/cm2
--	---------------

N° DE ENSAYO: 16

COLUMNAS 1 er. NIVEL - PABELLÓN "A"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 4 - B - SUPERIOR	30	VALIDO
	30	VALIDO
	31	VALIDO
	30	VALIDO
	30	VALIDO
	29	VALIDO
	29	VALIDO
	30	VALIDO
	29	VALIDO
	30	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	29.80
DESVIACION ESTANDAR :	0.6

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	177 Kg/cm2
--	---------------

*Roger Hugo Pérez Acuña*  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 45865



**MÉTODO ESTÁNDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO  
(A.S.T.M. C 805-97)**

<b>MATERIAL:</b>	CONCRETO SIMPLE		
<b>TÍTULO:</b>	"COMPARACIÓN DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DE LA I.E. SANTA RAFAELA MARÍA - CHOTA, CONSIDERANDO TRES TIPOS DE REFUERZO ESTRUCTURAL"		
<b>ASESOR:</b>	DR. ING. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO	<b>RESPONSABLE:</b>	ING. ROGER HUGO PÉREZ ACUÑA
<b>TESIS PARA:</b>	OPTAR EL GRADO DE MAGISTER EN CIENCIAS - MENCIÓN INGENIERÍA CIVIL	<b>FECHA ENSAYO:</b>	CHOTA 01 DE NOVIEMBRE 2018
<b>ING. CIVIL :</b>	CARLA TATIANA DÍAZ TAFUR	<b>NORMA TÉCNICA:</b>	A.S.T.M. C 805 - 97.

N° DE ENSAYO: 17

COLUMNAS 1 er. NIVEL - PABELLÓN "A"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 5 - B - INFERIOR	27	VALIDO
	30	VALIDO
	29	VALIDO
	27	VALIDO
	27	VALIDO
	27	VALIDO
	29	VALIDO
	31	VALIDO
	29	VALIDO
	29	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	28.45
DESVIACION ESTANDAR :	1.5

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	172 Kg/cm2
--	---------------

N° DE ENSAYO: 18

COLUMNAS 1 er. NIVEL - PABELLÓN "A"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 5 - B - SUPERIOR	29	VALIDO
	30	VALIDO
	30	VALIDO
	31	VALIDO
	31	VALIDO
	30	VALIDO
	28	VALIDO
	28	VALIDO
	29	VALIDO
	30	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	29.60
DESVIACION ESTANDAR :	1.1

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	175 Kg/cm2
--	---------------

N° DE ENSAYO: 19

COLUMNAS 1 er. NIVEL - PABELLÓN "A"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 5 - A - INFERIOR	30	VALIDO
	30	VALIDO
	30	VALIDO
	31	VALIDO
	30	VALIDO
	29	VALIDO
	31	VALIDO
	30	VALIDO
	29	VALIDO
	29	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	29.90
DESVIACION ESTANDAR :	0.7

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	179 Kg/cm2
--	---------------

N° DE ENSAYO: 20

COLUMNAS 1 er. NIVEL - PABELLÓN "A"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 5 - A - SUPERIOR	29	VALIDO
	28	VALIDO
	28	VALIDO
	32	VALIDO
	30	VALIDO
	29	VALIDO
	31	VALIDO
32	VALIDO	

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	29.70
DESVIACION ESTANDAR :	1.5

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	176 Kg/cm2
--	---------------

*Roger Hugo Pérez Acuña*  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P./N° 45865



**MÉTODO ESTÁNDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO  
(A.S.T.M. C 805-97)**

<b>MATERIAL:</b>	CONCRETO SIMPLE		
<b>TÍTULO:</b>	"COMPARACIÓN DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DE LA I.E. SANTA RAFAELA MARÍA - CHOTA, CONSIDERANDO TRES TIPOS DE REFUERZO ESTRUCTURAL"		
<b>ASESOR:</b>	DR. ING. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO	<b>RESPONSABLE:</b>	ING. ROGER HUGO PÉREZ ACUÑA
<b>TESIS PARA:</b>	OPTAR EL GRADO DE MAGISTER EN CIENCIAS - MENCIÓN INGENIERÍA CIVIL	<b>FÉCHA ENSAYO:</b>	CHOTA 01 DE NOVIEMBRE 2018
<b>ING. CIVIL :</b>	CARLA TATIANA DÍAZ TAFUR	<b>NORMA TÉCNICA:</b>	A.S.T.M. C 805 - 97.

N° DE ENSAYO: 21

COLUMNAS 1 er. NIVEL - PABELLÓN "A"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 6 - A - INFERIOR	30	VALIDO
	29	VALIDO
	29	VALIDO
	31	VALIDO
	30	VALIDO
	29	VALIDO
	30	VALIDO
	29	VALIDO
	30	VALIDO
	30	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	29.70
DESVIACION ESTANDAR :	0.7

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	176 Kg/cm <sup>2</sup>
--	---------------------------

N° DE ENSAYO: 22

COLUMNAS 1 er. NIVEL - PABELLÓN "A"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 6 - A - SUPERIOR	29	VALIDO
	31	VALIDO
	29	VALIDO
	30	VALIDO
	31	VALIDO
	31	VALIDO
	32	VALIDO
	29	VALIDO
	28	VALIDO
	29	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	29.90
DESVIACION ESTANDAR :	1.3

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	178 Kg/cm <sup>2</sup>
--	---------------------------

N° DE ENSAYO: 23

COLUMNAS 1 er. NIVEL - PABELLÓN "A"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 6 - B - INFERIOR	30	VALIDO
	31	VALIDO
	30	VALIDO
	29	VALIDO
	29	VALIDO
	30	VALIDO
	31	VALIDO
	30	VALIDO
	31	VALIDO
	31	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	30.20
DESVIACION ESTANDAR :	0.8

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	179 Kg/cm <sup>2</sup>
--	---------------------------

N° DE ENSAYO: 24

COLUMNAS 1 er. NIVEL - PABELLÓN "A"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 6 - B - SUPERIOR	29	VALIDO
	29	VALIDO
	28	VALIDO
	32	VALIDO
	31	VALIDO
	31	VALIDO
	31	VALIDO
	30	VALIDO
	31	VALIDO
	31	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	30.25
DESVIACION ESTANDAR :	1.2

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	180 Kg/cm <sup>2</sup>
--	---------------------------

*Roger Hugo Pérez Acuña*  
**Róger Hugo Pérez Acuña**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 45865



**MÉTODO ESTÁNDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO**  
**(A.S.T.M. C 805-97)**

<b>MATERIAL:</b>	CONCRETO SIMPLE		
<b>TÍTULO:</b>	"COMPARACIÓN DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DE LA I.E. SANTA RAFAELA MARÍA - CHOTA, CONSIDERANDO TRES TIPOS DE REFUERZO ESTRUCTURAL"		
<b>ASESOR:</b>	DR. ING. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO	<b>RESPONSABLE:</b>	ING. ROGER HUGO PÉREZ ACUÑA
<b>TESIS PARA:</b>	OPTAR EL GRADO DE MAGISTER EN CIENCIAS - MENCIÓN INGENIERÍA CIVIL	<b>FECHA ENSAYO:</b>	CHOTA 01 DE NOVIEMBRE 2018
<b>ING. CIVIL :</b>	CARLA TATIANA DÍAZ TAFUR	<b>NORMA TÉCNICA:</b>	A.S.T.M. C 805 - 97.

N° DE ENSAYO: 25

COLUMNAS 2 do. NIVEL - PABELLÓN "A"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 1 - B - INFERIOR	24	VALIDO
	27	VALIDO
	27	VALIDO
	26	VALIDO
	27	VALIDO
	25	VALIDO
	24	VALIDO
	27	VALIDO
	28	VALIDO
31	VALIDO	

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	26.60
DESVIACION ESTANDAR :	2.1

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	167 Kg/cm2
--	---------------

N° DE ENSAYO: 26

COLUMNAS 2 do. NIVEL - PABELLÓN "A"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 1 - B - SUPERIOR	29	VALIDO
	27	VALIDO
	27	VALIDO
	26	VALIDO
	28	VALIDO
	29	VALIDO
	27	VALIDO
	26	VALIDO
	28	VALIDO
29	VALIDO	

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	27.60
DESVIACION ESTANDAR :	1.2

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	170 Kg/cm2
--	---------------

N° DE ENSAYO: 27

COLUMNAS 2 do. NIVEL - PABELLÓN "A"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 2 - B - INFERIOR	30	VALIDO
	27	VALIDO
	27	VALIDO
	29	VALIDO
	27	VALIDO
	27	VALIDO
	31	VALIDO
	29	VALIDO
	29	VALIDO
29	VALIDO	

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	28.45
DESVIACION ESTANDAR :	1.5

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	172 Kg/cm2
--	---------------

N° DE ENSAYO: 28

COLUMNAS 2 do. NIVEL - PABELLÓN "A"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 2 - B - SUPERIOR	29	VALIDO
	27	VALIDO
	27	VALIDO
	28	VALIDO
	29	VALIDO
	28	VALIDO
	29	VALIDO
	29	VALIDO
	30	VALIDO
29	VALIDO	

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	28.45
DESVIACION ESTANDAR :	1.0

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	172 Kg/cm2
--	---------------

*Róger Hugo Pérez Acuña*  
**Róger Hugo Pérez Acuña**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 45865



**MÉTODO ESTÁNDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO  
(A.S.T.M. C 805-97)**

<b>MATERIAL:</b>	CONCRETO SIMPLE		
<b>TÍTULO:</b>	"COMPARACIÓN DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DE LA I.E. SANTA RAFAELA MARÍA - CHOTA, CONSIDERANDO TRES TIPOS DE REFUERZO ESTRUCTURAL"		
<b>ASESOR:</b>	DR. ING. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO	<b>RESPONSABLE:</b>	ING. ROGER HUGO PÉREZ ACUÑA
<b>TESIS PARA:</b>	OPTAR EL GRADO DE MAGISTER EN CIENCIAS - MENCIÓN INGENIERÍA CIVIL	<b>FECHA ENSAYO:</b>	CHOTA 01 DE NOVIEMBRE 2018
<b>ING. CIVIL :</b>	CARLA TATIANA DÍAZ TAFUR	<b>NORMA TÉCNICA:</b>	A.S.T.M. C 805 - 97.

N° DE ENSAYO: 29

COLUMNAS 2 do. NIVEL - PABELLÓN "A"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 3 - B - INFERIOR	29	VALIDO
	31	VALIDO
	30	VALIDO
	30	VALIDO
	30	VALIDO
	32	VALIDO
	29	VALIDO
	28	VALIDO
	29	VALIDO
	29	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	29.70
DESVIACION ESTANDAR :	1.2

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	175 Kg/cm2
--	---------------

N° DE ENSAYO: 30

COLUMNAS 2 do. NIVEL - PABELLÓN "A"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 3 - B - SUPERIOR	31	VALIDO
	27	VALIDO
	30	VALIDO
	29	VALIDO
	29	VALIDO
	32	VALIDO
	28	VALIDO
	30	VALIDO
	30	VALIDO
	30	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	29.60
DESVIACION ESTANDAR :	1.4

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	174 Kg/cm2
--	---------------

N° DE ENSAYO: 31

COLUMNAS 2 do. NIVEL - PABELLÓN "A"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 4 - A - INFERIOR	28	VALIDO
	27	VALIDO
	27	VALIDO
	29	VALIDO
	29	VALIDO
	28	VALIDO
	28	VALIDO
	31	VALIDO
	29	VALIDO
	30	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	28.60
DESVIACION ESTANDAR :	1.3

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	173 Kg/cm2
--	---------------

N° DE ENSAYO: 32

COLUMNAS 2 do. NIVEL - PABELLÓN "A"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 4 - A - SUPERIOR	30	VALIDO
	28	VALIDO
	29	VALIDO
	27	VALIDO
	27	VALIDO
	26	VALIDO
	25	VALIDO
	27	VALIDO
	28	VALIDO
	29	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	27.55
DESVIACION ESTANDAR :	1.5

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	169 Kg/cm2
--	---------------

*Roger Hugo Pérez Acuña*  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 45865



**MÉTODO ESTÁNDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO  
(A.S.T.M. C 805-97)**

<b>MATERIAL:</b>	CONCRETO SIMPLE		
<b>TÍTULO:</b>	"COMPARACIÓN DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DE LA I.E. SANTA RAFAELA MARÍA - CHOTA, CONSIDERANDO TRES TIPOS DE REFUERZO ESTRUCTURAL"		
<b>ASESOR:</b>	DR. ING. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO	<b>RESPONSABLE:</b>	ING. ROGER HUGO PÉREZ ACUÑA
<b>TESIS PARA:</b>	OPTAR EL GRADO DE MAGISTER EN CIENCIAS - MENCIÓN INGENIERÍA CIVIL	<b>FECHA ENSAYO:</b>	CHOTA 01 DE NOVIEMBRE 2018
<b>ING. CIVIL :</b>	CARLA TATIANA DÍAZ TAFUR	<b>NORMA TÉCNICA:</b>	A.S.T.M. C 805 - 97.

N° DE ENSAYO: 33

COLUMNAS 2 do. NIVEL - PABELLÓN "A"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 4 - B - INFERIOR	26	VALIDO
	28	VALIDO
	27	VALIDO
	28	VALIDO
	28	VALIDO
	27	VALIDO
	28	VALIDO
	29	VALIDO
	29	VALIDO
	26	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	27.59
DESVIACION ESTANDAR :	1.0

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	170 Kg/cm2
--	---------------

N° DE ENSAYO: 34

COLUMNAS 2 do. NIVEL - PABELLÓN "A"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 4 - B - SUPERIOR	28	VALIDO
	28	VALIDO
	26	VALIDO
	30	VALIDO
	27	VALIDO
	28	VALIDO
	26	VALIDO
	28	VALIDO
	29	VALIDO
	26	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	27.60
DESVIACION ESTANDAR :	1.3

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	170 Kg/cm2
--	---------------

N° DE ENSAYO: 35

COLUMNAS 2 do. NIVEL - PABELLÓN "A"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 5 - B - INFERIOR	28	VALIDO
	27	VALIDO
	27	VALIDO
	30	VALIDO
	26	VALIDO
	30	VALIDO
	25	VALIDO
	26	VALIDO
	27	VALIDO
	29	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	27.50
DESVIACION ESTANDAR :	1.7

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	169 Kg/cm2
--	---------------

N° DE ENSAYO: 36

COLUMNAS 2 do. NIVEL - PABELLÓN "A"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 5 - B - SUPERIOR	28	VALIDO
	27	VALIDO
	26	VALIDO
	29	VALIDO
	29	VALIDO
	28	VALIDO
	25	VALIDO
	27	VALIDO
	25	VALIDO
	25	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	26.90
DESVIACION ESTANDAR :	1.6

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	172 Kg/cm2
--	---------------

  
**Roger Hugo Pérez Acuña**  
 INGENIERO CIVIL  
 Rég. C.I.P. N° 45865



**MÉTODO ESTÁNDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO**  
**(A.S.T.M. C 805-97)**

<b>MATERIAL:</b>	CONCRETO SIMPLE		
<b>TÍTULO:</b>	"COMPARACIÓN DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DE LA I.E. SANTA RAFAELA MARÍA - CHOTA, CONSIDERANDO TRES TIPOS DE REFUERZO ESTRUCTURAL"		
<b>ASESOR:</b>	DR. ING. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO	<b>RESPONSABLE:</b>	ING. ROGER HUGO PÉREZ ACUÑA
<b>TESIS PARA:</b>	OPTAR EL GRADO DE MAGISTER EN CIENCIAS - MENCIÓN INGENIERÍA CIVIL	<b>FECHA ENSAYO:</b>	CHOTA 01 DE NOVIEMBRE 2018
<b>ING. CIVIL :</b>	CARLA TATIANA DÍAZ TAFUR	<b>NORMA TÉCNICA:</b>	A.S.T.M. C 805 - 97.

N° DE ENSAYO: 37

COLUMNAS 2 do. NIVEL - PABELLÓN "A"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 1 - B - INFERIOR	27	VALIDO
	30	VALIDO
	29	VALIDO
	27	VALIDO
	27	VALIDO
	27	VALIDO
	29	VALIDO
	31	VALIDO
	29	VALIDO
	29	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	28.45
DESVIACION ESTANDAR :	1.5

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	172 Kg/cm2
--	---------------

N° DE ENSAYO: 38

COLUMNAS 3 er. NIVEL - PABELLÓN "A"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 1 - B - SUPERIOR	26	VALIDO
	26	VALIDO
	28	VALIDO
	25	VALIDO
	27	VALIDO
	27	VALIDO
	26	VALIDO
	25	VALIDO
	30	VALIDO
	29	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	26.90
DESVIACION ESTANDAR :	1.7

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	167 Kg/cm2
--	---------------

N° DE ENSAYO: 39

COLUMNAS 3 er. NIVEL - PABELLÓN "A"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 2 - B - INFERIOR	29	VALIDO
	27	VALIDO
	26	VALIDO
	27	VALIDO
	29	VALIDO
	29	VALIDO
	27	VALIDO
	26	VALIDO
	28	VALIDO
	28	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	27.60
DESVIACION ESTANDAR :	1.2

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	170 Kg/cm2
--	---------------

N° DE ENSAYO: 40

COLUMNAS 3 er. NIVEL - PABELLÓN "A"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 2 - B - SUPERIOR	29	VALIDO
	29	VALIDO
	31	VALIDO
	29	VALIDO
	27	VALIDO
	28	VALIDO
	26	VALIDO
	29	VALIDO
	28	VALIDO
	29	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	28.50
DESVIACION ESTANDAR :	1.4

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	172 Kg/cm2
--	---------------

*Roger Hugo Pérez Acuña*  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 45865



**MÉTODO ESTÁNDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO  
(A.S.T.M. C 805-97)**

<b>MATERIAL:</b>	CONCRETO SIMPLE		
<b>TÍTULO:</b>	"COMPARACIÓN DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DE LA I.E. SANTA RAFAELA MARÍA - CHOTA, CONSIDERANDO TRES TIPOS DE REFUERZO ESTRUCTURAL"		
<b>ASESOR:</b>	DR. ING. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO	<b>RESPONSABLE:</b>	ING. ROGER HUGO PÉREZ ACUÑA
<b>TESIS PARA:</b>	OPTAR EL GRADO DE MAGISTER EN CIENCIAS - MENCIÓN INGENIERÍA CIVIL	<b>FECHA ENSAYO:</b>	CHOTA 01 DE NOVIEMBRE 2018
<b>ING. CIVIL :</b>	CARLA TATIANA DÍAZ TAFUR	<b>NORMA TÉCNICA:</b>	A.S.T.M. C 805 - 97.

N° DE ENSAYO: 41

COLUMNAS 3 er. NIVEL - PABELLÓN "A"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 3 - B - INFERIOR	30	VALIDO
	29	VALIDO
	29	VALIDO
	31	VALIDO
	30	VALIDO
	29	VALIDO
	30	VALIDO
	29	VALIDO
	30	VALIDO
	30	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	29.70
DESVIACION ESTANDAR :	0.7

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	<b>176</b> Kg/cm2
--	----------------------

N° DE ENSAYO: 42

COLUMNAS 3 er. NIVEL - PABELLÓN "A"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 3 - B - SUPERIOR	31	VALIDO
	29	VALIDO
	31	VALIDO
	29	VALIDO
	30	VALIDO
	30	VALIDO
	29	VALIDO
	29	VALIDO
	30	VALIDO
	30	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	29.80
DESVIACION ESTANDAR :	0.8

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	<b>177</b> Kg/cm2
--	----------------------

N° DE ENSAYO: 43

COLUMNAS 3 er. NIVEL - PABELLÓN "A"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 4 - A - INFERIOR	27	VALIDO
	31	VALIDO
	29	VALIDO
	28	VALIDO
	29	VALIDO
	26	VALIDO
	25	VALIDO
	27	VALIDO
	27	VALIDO
	27	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	27.60
DESVIACION ESTANDAR :	1.7

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	<b>169</b> Kg/cm2
--	----------------------

N° DE ENSAYO: 44

COLUMNAS 3 er. NIVEL - PABELLÓN "A"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 4 - A - SUPERIOR	26	VALIDO
	26	VALIDO
	24	VALIDO
	26	VALIDO
	27	VALIDO
	25	VALIDO
	28	VALIDO
	25	VALIDO
	27	VALIDO
	26	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	26.00
DESVIACION ESTANDAR :	1.2

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	<b>165</b> Kg/cm2
--	----------------------

  
**Róger Hugo Pérez Acuña**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 45865



**MÉTODO ESTÁNDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO**  
**(A.S.T.M. C 805-97)**

<b>MATERIAL:</b>	CONCRETO SIMPLE		
<b>TÍTULO:</b>	"COMPARACIÓN DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DE LA I.E. SANTA RAFAELA MARÍA - CHOTA, CONSIDERANDO TRES TIPOS DE REFUERZO ESTRUCTURAL"		
<b>ASESOR:</b>	DR. ING. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO	<b>RESPONSABLE:</b>	ING. ROGER HUGO PÉREZ ACUÑA
<b>TESIS PARA:</b>	OPTAR EL GRADO DE MAGISTER EN CIENCIAS - MENCIÓN INGENIERÍA CIVIL	<b>FECHA ENSAYO:</b>	CHOTA 01 DE NOVIEMBRE 2018
<b>ING. CIVIL :</b>	CARLA TATIANA DÍAZ TAFUR	<b>NORMA TÉCNICA:</b>	A.S.T.M. C 805 - 97.

N° DE ENSAYO: 45

COLUMNAS 3 er. NIVEL - PABELLÓN "A"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 4 - B - INFERIOR	27	VALIDO
	30	VALIDO
	29	VALIDO
	27	VALIDO
	27	VALIDO
	27	VALIDO
	29	VALIDO
	31	VALIDO
	29	VALIDO
	29	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	28.45
DESVIACION ESTANDAR :	1.5

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	172 Kg/cm <sup>2</sup>
--	---------------------------

N° DE ENSAYO: 46

COLUMNAS 3 er. NIVEL - PABELLÓN "A"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 4 - B - SUPERIOR	28	VALIDO
	27	VALIDO
	29	VALIDO
	29	VALIDO
	29	VALIDO
	30	VALIDO
	29	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	28.50
DESVIACION ESTANDAR :	0.8

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	171 Kg/cm <sup>2</sup>
--	---------------------------

N° DE ENSAYO: 47

COLUMNAS 3 er. NIVEL - PABELLÓN "A"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 5 - B - INFERIOR	30	VALIDO
	33	VALIDO
	32	VALIDO
	28	VALIDO
	31	VALIDO
	27	VALIDO
	28	VALIDO
	27	VALIDO
	33	VALIDO
	32	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	30.05
DESVIACION ESTANDAR :	2.4

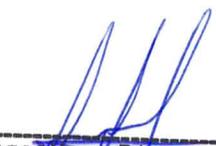
DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	179 Kg/cm <sup>2</sup>
--	---------------------------

N° DE ENSAYO: 48

COLUMNAS 3 er. NIVEL - PABELLÓN "A"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 5 - B - SUPERIOR	29	VALIDO
	28	VALIDO
	30	VALIDO
	30	VALIDO
	31	VALIDO
	30	VALIDO
	30	VALIDO
	30	VALIDO
	28	VALIDO
	29	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	29.50
DESVIACION ESTANDAR :	1.0

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	178 Kg/cm <sup>2</sup>
--	---------------------------

  
**Roger Hugo Pérez Acuña**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 45865



**MÉTODO ESTÁNDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO  
(A.S.T.M. C 805-97)**

<b>MATERIAL:</b>	CONCRETO SIMPLE		
<b>TÍTULO:</b>	"COMPARACIÓN DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DE LA I.E. SANTA RAFAELA MARÍA - CHOTA, CONSIDERANDO TRES TIPOS DE REFUERZO ESTRUCTURAL"		
<b>ASESOR:</b>	DR. ING. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO	<b>RESPONSABLE:</b>	ING. ROGER HUGO PÉREZ ACUÑA
<b>TESIS PARA:</b>	OPTAR EL GRADO DE MAGISTER EN CIENCIAS - MENCIÓN INGENIERÍA CIVIL	<b>FECHA ENSAYO:</b>	CHOTA 01 DE NOVIEMBRE 2018
<b>ING. CIVIL :</b>	CARLA TATIANA DÍAZ TAFUR	<b>NORMA TÉCNICA:</b>	A.S.T.M. C 805 - 97.

N° DE ENSAYO: 49

VIGA 1 er. NIVEL - PABELLÓN "A"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 5 - 5 - IZQUIERDA	31	VALIDO
	30	VALIDO
	30	VALIDO
	29	VALIDO
	29	VALIDO
	32	VALIDO
	30	VALIDO
	28	VALIDO
	31	VALIDO
	28	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	29.80
DESVIACION ESTANDAR :	1.3

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	145 Kg/cm <sup>2</sup>
--	---------------------------

N° DE ENSAYO: 50

VIGA 1 er. NIVEL - PABELLÓN "A"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 5 - 5 - DERECHA	30	VALIDO
	29	VALIDO
	30	VALIDO
	28	VALIDO
	29	VALIDO
	28	VALIDO
	30	VALIDO
	30	VALIDO
	31	VALIDO
	31	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	29.60
DESVIACION ESTANDAR :	1.1

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	143 Kg/cm <sup>2</sup>
--	---------------------------

N° DE ENSAYO: 51

VIGA 1 er. NIVEL - PABELLÓN "A"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 5 - 5 - CENTRO	30	VALIDO
	29	VALIDO
	28	VALIDO
	31	VALIDO
	30	VALIDO
	30	VALIDO
	28	VALIDO
	28	VALIDO
	31	VALIDO
	28	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	29.30
DESVIACION ESTANDAR :	1.3

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	140 Kg/cm <sup>2</sup>
--	---------------------------

N° DE ENSAYO: 52

VIGA 1 er. NIVEL - PABELLÓN "A"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 3 - 3 - IZQUIERDA	30	VALIDO
	32	VALIDO
	31	VALIDO
	29	VALIDO
	28	VALIDO
	28	VALIDO
	29	VALIDO
	30	VALIDO
	27	VALIDO
	30	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	29.40
DESVIACION ESTANDAR :	1.5

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	142 Kg/cm <sup>2</sup>
--	---------------------------

*Roger Hugo Pérez Acuña*  
**Roger Hugo Pérez Acuña**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 45865



**MÉTODO ESTÁNDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO  
(A.S.T.M. C 805-97)**

<b>MATERIAL:</b>	CONCRETO SIMPLE		
<b>TÍTULO:</b>	"COMPARACIÓN DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DE LA I.E. SANTA RAFAELA MARÍA - CHOTA, CONSIDERANDO TRES TIPOS DE REFUERZO ESTRUCTURAL"		
<b>ASESOR:</b>	DR. ING. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO	<b>RESPONSABLE:</b>	ING. ROGER HUGO PÉREZ ACUÑA
<b>TESIS PARA:</b>	OPTAR EL GRADO DE MAGISTER EN CIENCIAS - MENCIÓN INGENIERÍA CIVIL	<b>FECHA ENSAYO:</b>	CHOTA 01 DE NOVIEMBRE 2018
<b>ING. CIVIL :</b>	CARLA TATIANA DÍAZ TAFUR	<b>NORMA TÉCNICA:</b>	A.S.T.M. C 805 - 97.

N° DE ENSAYO: 53

VIGA 1 er. NIVEL - PABELLÓN "A"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 3 - 3 - DERECHA	30	VALIDO
	32	VALIDO
	29	VALIDO
	32	VALIDO
	28	VALIDO
	29	VALIDO
	28	VALIDO
	30	VALIDO
	29	VALIDO
	31	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	29.80
DESVIACION ESTANDAR :	1.5

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	145 Kg/cm <sup>2</sup>
--	---------------------------

N° DE ENSAYO: 54

VIGA 1 er. NIVEL - PABELLÓN "A"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 3 - 3 - CENTRO	30	VALIDO
	29	VALIDO
	28	VALIDO
	31	VALIDO
	30	VALIDO
	30	VALIDO
	28	VALIDO
	29	VALIDO
	31	VALIDO
	28	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	29.35
DESVIACION ESTANDAR :	1.2

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	141 Kg/cm <sup>2</sup>
--	---------------------------

N° DE ENSAYO: 55

VIGA 2 do. NIVEL - PABELLÓN "A"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 4 - 4 - CENTRO	29	VALIDO
	28	VALIDO
	29	VALIDO
	27	VALIDO
	29	VALIDO
	30	VALIDO
	31	VALIDO
	31	VALIDO
	32	VALIDO
	32	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	29.80
DESVIACION ESTANDAR :	1.7

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	145 Kg/cm <sup>2</sup>
--	---------------------------

N° DE ENSAYO: 56

VIGA 2 do. NIVEL - PABELLÓN "A"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 4 - 4 - IZQUIERDA	28	VALIDO
	28	VALIDO
	27	VALIDO
	32	VALIDO
	29	VALIDO
	29	VALIDO
	30	VALIDO
	28	VALIDO
	31	VALIDO
	30	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	29.15
DESVIACION ESTANDAR :	1.5

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	140 Kg/cm <sup>2</sup>
--	---------------------------

  
**Roger Hugo Pérez Acuña**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 45865



**MÉTODO ESTÁNDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO  
(A.S.T.M. C 805-97)**

<b>MATERIAL:</b>	CONCRETO SIMPLE		
<b>TÍTULO:</b>	"COMPARACIÓN DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DE LA I.E. SANTA RAFAELA MARÍA - CHOTA, CONSIDERANDO TRES TIPOS DE REFUERZO ESTRUCTURAL"		
<b>ASESOR:</b>	DR. ING. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO	<b>RESPONSABLE:</b>	ING. ROGER HUGO PÉREZ ACUÑA
<b>TESIS PARA:</b>	OPTAR EL GRADO DE MAGISTER EN CIENCIAS - MENCIÓN INGENIERÍA CIVIL	<b>FECHA ENSAYO:</b>	CHOTA 01 DE NOVIEMBRE 2018
<b>ING. CIVIL :</b>	CARLA TATIANA DÍAZ TAFUR	<b>NORMA TÉCNICA:</b>	A.S.T.M. C 805 - 97.

N° DE ENSAYO: 57

VIGA 2do. NIVEL - PABELLÓN "A"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 4 - 4 - DERECHA	31	VALIDO
	31	VALIDO
	30	VALIDO
	29	VALIDO
	29	VALIDO
	32	VALIDO
	30	VALIDO
	28	VALIDO
	31	VALIDO
	28	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	29.90
DESVIACION ESTANDAR :	1.4

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	147 Kg/cm2
--	---------------

N° DE ENSAYO: 58

VIGA 3 er. NIVEL - PABELLÓN "A"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 4 - 4 - IZQUIERDA	30	VALIDO
	31	VALIDO
	27	VALIDO
	27	VALIDO
	28	VALIDO
	28	VALIDO
	30	VALIDO
	29	VALIDO
	30	VALIDO
	28	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	28.84
DESVIACION ESTANDAR :	1.3

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	146 Kg/cm2
--	---------------

N° DE ENSAYO: 59

VIGA 3 er. NIVEL - PABELLÓN "A"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 4 - 4 - CENTRO	27	VALIDO
	27	VALIDO
	28	VALIDO
	32	VALIDO
	32	VALIDO
	31	VALIDO
	31	VALIDO
	27	VALIDO
	30	VALIDO
	29	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	29.35
DESVIACION ESTANDAR :	2.0

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	141 Kg/cm2
--	---------------

N° DE ENSAYO: 60

VIGA 3 er. NIVEL - PABELLÓN "A"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 4 - 4 - DERECHA	30	VALIDO
	30	VALIDO
	29	VALIDO
	29	VALIDO
	30	VALIDO
	29	VALIDO
	30	VALIDO
	30	VALIDO
	30	VALIDO
	31	VALIDO
	28	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	29.58
DESVIACION ESTANDAR :	0.9

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	143 Kg/cm2
--	---------------

  
**Róger Hugo Pérez Acuña**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 45865



**MÉTODO ESTÁNDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO  
(A.S.T.M. C 805-97)**

<b>MATERIAL:</b>	CONCRETO SIMPLE		
<b>TÍTULO:</b>	"COMPARACIÓN DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DE LA I.E. SANTA RAFAELA MARÍA - CHOTA, CONSIDERANDO TRES TIPOS DE REFUERZO ESTRUCTURAL"		
<b>ASESOR:</b>	DR. ING. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO	<b>RESPONSABLE:</b>	ING. ROGER HUGO PÉREZ ACUÑA
<b>TESIS PARA:</b>	OPTAR EL GRADO DE MAGISTER EN CIENCIAS - MENCIÓN INGENIERÍA CIVIL	<b>FECHA ENSAYO:</b>	CHOTA 01 DE NOVIEMBRE 2018
<b>ING. CIVIL :</b>	CARLA TATIANA DÍAZ TAFUR	<b>NORMA TÉCNICA:</b>	A.S.T.M. C 805 - 97.

**N° DE ENSAYO: 1**

COLUMNAS 3 er. NIVEL - PABELLÓN "B"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 2 - A - INFERIOR	27	VALIDO
	28	VALIDO
	27	VALIDO
	29	VALIDO
	29	VALIDO
	28	VALIDO
	30	VALIDO
	31	VALIDO
	29	VALIDO
	28	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	28.60
DESVIACION ESTANDAR :	1.3

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	<b>173</b> Kg/cm <sup>2</sup>
--	----------------------------------

**N° DE ENSAYO: 2**

COLUMNAS 3 er. NIVEL - PABELLÓN "B"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 2 - A - SUPERIOR	29	VALIDO
	27	VALIDO
	26	VALIDO
	27	VALIDO
	29	VALIDO
	29	VALIDO
	27	VALIDO
	26	VALIDO
	28	VALIDO
	28	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	27.60
DESVIACION ESTANDAR :	1.2

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	<b>170</b> Kg/cm <sup>2</sup>
--	----------------------------------

**N° DE ENSAYO: 3**

COLUMNAS 3 er. NIVEL - PABELLÓN "B"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 2 - B - INFERIOR	29	VALIDO
	28	VALIDO
	29	VALIDO
	30	VALIDO
	29	VALIDO
	30	VALIDO
	29	VALIDO
	31	VALIDO
	30	VALIDO
	31	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	29.60
DESVIACION ESTANDAR :	1.0

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	<b>175</b> Kg/cm <sup>2</sup>
--	----------------------------------

**N° DE ENSAYO: 4**

COLUMNAS 3 er. NIVEL - PABELLÓN "B"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 2 - B - SUPERIOR	30	VALIDO
	30	VALIDO
	30	VALIDO
	27	VALIDO
	31	VALIDO
	28	VALIDO
	28	VALIDO
	32	VALIDO
	30	VALIDO
	28	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	29.40
DESVIACION ESTANDAR :	1.6

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	<b>174</b> Kg/cm <sup>2</sup>
--	----------------------------------

  
**Róger Hugo Pérez Acuña**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 45865



**MÉTODO ESTÁNDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO  
(A.S.T.M. C 805-97)**

<b>MATERIAL:</b>	CONCRETO SIMPLE		
<b>TÍTULO:</b>	"COMPARACIÓN DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DE LA I.E. SANTA RAFAELA MARÍA - CHOTA, CONSIDERANDO TRES TIPOS DE REFUERZO ESTRUCTURAL"		
<b>ASESOR:</b>	DR. ING. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO	<b>RESPONSABLE:</b>	ING. ROGER HUGO PÉREZ ACUÑA
<b>TESIS PARA:</b>	OPTAR EL GRADO DE MAGISTER EN CIENCIAS - MENCIÓN INGENIERÍA CIVIL	<b>FECHA ENSAYO:</b>	CHOTA 01 DE NOVIEMBRE 2018
<b>ING. CIVIL :</b>	CARLA TATIANA DÍAZ TAFUR	<b>NORMA TÉCNICA:</b>	A.S.T.M. C 805 - 97.

N° DE ENSAYO: 5

COLUMNAS 3 er. NIVEL - PABELLÓN "B"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 4 - A - INFERIOR	30	VALIDO
	30	VALIDO
	31	VALIDO
	30	VALIDO
	30	VALIDO
	29	VALIDO
	29	VALIDO
	30	VALIDO
	29	VALIDO
	30	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	29.80
DESVIACION ESTANDAR :	0.6

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	<b>177</b> Kg/cm <sup>2</sup>
--	----------------------------------

N° DE ENSAYO: 6

COLUMNAS 3 er. NIVEL - PABELLÓN "B"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 4 - A - SUPERIOR	24	VALIDO
	27	VALIDO
	27	VALIDO
	26	VALIDO
	27	VALIDO
	27	VALIDO
	24	VALIDO
	27	VALIDO
	28	VALIDO
	31	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	26.80
DESVIACION ESTANDAR :	2.0

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	<b>169</b> Kg/cm <sup>2</sup>
--	----------------------------------

N° DE ENSAYO: 7

COLUMNAS 3 er. NIVEL - PABELLÓN "B"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 4 - B - INFERIOR	29	VALIDO
	27	VALIDO
	27	VALIDO
	26	VALIDO
	28	VALIDO
	29	VALIDO
	27	VALIDO
	26	VALIDO
	28	VALIDO
	29	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	27.60
DESVIACION ESTANDAR :	1.2

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	<b>170</b> Kg/cm <sup>2</sup>
--	----------------------------------

  
**Róger Hugo Pérez Acuña**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 45865



**MÉTODO ESTÁNDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO  
(A.S.T.M. C 805-97)**

<b>MATERIAL:</b>	CONCRETO SIMPLE		
<b>TÍTULO:</b>	"COMPARACIÓN DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DE LA I.E. SANTA RAFAELA MARÍA - CHOTA, CONSIDERANDO TRES TIPOS DE REFUERZO ESTRUCTURAL"		
<b>ASESOR:</b>	DR. ING. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO	<b>RESPONSABLE:</b>	ING. ROGER HUGO PÉREZ ACUÑA
<b>TESIS PARA:</b>	OPTAR EL GRADO DE MAGISTER EN CIENCIAS - MENCIÓN INGENIERÍA CIVIL	<b>FECHA ENSAYO:</b>	CHOTA 01 DE NOVIEMBRE 2018
<b>ING. CIVIL :</b>	CARLA TATIANA DÍAZ TAFUR	<b>NORMA TÉCNICA:</b>	A.S.T.M. C 805 - 97.

N° DE ENSAYO: 9

COLUMNAS 2 do. NIVEL - PABELLÓN "B"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 4 - B - INFERIOR	29	VALIDO
	31	VALIDO
	30	VALIDO
	30	VALIDO
	30	VALIDO
	32	VALIDO
	29	VALIDO
	28	VALIDO
	29	VALIDO
	29	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	29.70
DESVIACION ESTANDAR :	1.2

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	175 Kg/cm <sup>2</sup>
--	---------------------------

N° DE ENSAYO: 10

COLUMNAS 2 do. NIVEL - PABELLÓN "B"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 4 - B - SUPERIOR	28	VALIDO
	27	VALIDO
	27	VALIDO
	29	VALIDO
	29	VALIDO
	28	VALIDO
	28	VALIDO
	31	VALIDO
	29	VALIDO
	30	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	28.60
DESVIACION ESTANDAR :	1.3

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	173 Kg/cm <sup>2</sup>
--	---------------------------

N° DE ENSAYO: 11

COLUMNAS 2 do. NIVEL - PABELLÓN "B"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 4 - A - INFERIOR	30	VALIDO
	28	VALIDO
	29	VALIDO
	27	VALIDO
	27	VALIDO
	26	VALIDO
	25	VALIDO
	27	VALIDO
	28	VALIDO
	29	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	27.55
DESVIACION ESTANDAR :	1.5

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	169 Kg/cm <sup>2</sup>
--	---------------------------

N° DE ENSAYO: 12

COLUMNAS 2 do. NIVEL - PABELLÓN "B"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 4 - A - SUPERIOR	28	VALIDO
	28	VALIDO
	26	VALIDO
	30	VALIDO
	27	VALIDO
	28	VALIDO
	26	VALIDO
	28	VALIDO
	29	VALIDO
	26	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	27.60
DESVIACION ESTANDAR :	1.3

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	170 Kg/cm <sup>2</sup>
--	---------------------------

*Róger Hugo Pérez Acuña*  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 45865



**MÉTODO ESTÁNDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO  
(A.S.T.M. C 805-97)**

<b>MATERIAL:</b>	CONCRETO SIMPLE		
<b>TÍTULO:</b>	"COMPARACIÓN DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DE LA I.E. SANTA RAFAELA MARÍA - CHOTA, CONSIDERANDO TRES TIPOS DE REFUERZO ESTRUCTURAL"		
<b>ASESOR:</b>	DR. ING. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO	<b>RESPONSABLE:</b>	ING. ROGER HUGO PÉREZ ACUÑA
<b>TESIS PARA:</b>	OPTAR EL GRADO DE MAGISTER EN CIENCIAS - MENCIÓN INGENIERÍA CIVIL	<b>FECHA ENSAYO:</b>	CHOTA 01 DE NOVIEMBRE 2018
<b>ING. CIVIL :</b>	CARLA TATIANA DÍAZ TAFUR	<b>NORMA TÉCNICA:</b>	A.S.T.M. C 805 - 97.

N° DE ENSAYO: 13

COLUMNAS 2 do. NIVEL - PABELLÓN "B"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 2 - A - INFERIOR	30	VALIDO
	29	VALIDO
	29	VALIDO
	31	VALIDO
	30	VALIDO
	29	VALIDO
	30	VALIDO
	29	VALIDO
	30	VALIDO
	30	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	29.70
DESVIACION ESTANDAR :	0.7

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	176 Kg/cm <sup>2</sup>
--	---------------------------

N° DE ENSAYO: 14

COLUMNAS 2 do. NIVEL - PABELLÓN "B"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 2 - A - SUPERIOR	28	VALIDO
	27	VALIDO
	29	VALIDO
	29	VALIDO
	29	VALIDO
	30	VALIDO
	29	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	28.50
DESVIACION ESTANDAR :	0.8

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	171 Kg/cm <sup>2</sup>
--	---------------------------

N° DE ENSAYO: 15

COLUMNAS 2 do. NIVEL - PABELLÓN "B"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 2 - B - INFERIOR	27	VALIDO
	30	VALIDO
	29	VALIDO
	27	VALIDO
	27	VALIDO
	27	VALIDO
	29	VALIDO
	31	VALIDO
	29	VALIDO
	29	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	28.45
DESVIACION ESTANDAR :	1.5

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	172 Kg/cm <sup>2</sup>
--	---------------------------

N° DE ENSAYO: 16

COLUMNAS 1 er. NIVEL - PABELLÓN "B"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 4 - B - SUPERIOR	29	VALIDO
	29	VALIDO
	28	VALIDO
	28	VALIDO
	27	VALIDO
	29	VALIDO
	26	VALIDO
	26	VALIDO
	27	VALIDO
	27	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	27.60
DESVIACION ESTANDAR :	1.2

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	170 Kg/cm <sup>2</sup>
--	---------------------------

*Róger Hugo Pérez Acuña*  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 45865



**MÉTODO ESTÁNDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO  
(A.S.T.M. C 805-97)**

<b>MATERIAL:</b>	CONCRETO SIMPLE		
<b>TÍTULO:</b>	"COMPARACIÓN DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DE LA I.E. SANTA RAFAELA MARÍA - CHOTA, CONSIDERANDO TRES TIPOS DE REFUERZO ESTRUCTURAL"		
<b>ASESOR:</b>	DR. ING. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO	<b>RESPONSABLE:</b>	ING. ROGER HUGO PÉREZACUÑA
<b>TESIS PARA:</b>	OPTAR EL GRADO DE MAGISTER EN CIENCIAS - MENCIÓN INGENIERÍA CIVIL	<b>FECHA ENSAYO:</b>	CHOTA 01 DE NOVIEMBRE 2018
<b>ING. CIVIL :</b>	CARLA TATIANA DÍAZ TAFUR	<b>NORMA TÉCNICA:</b>	A.S.T.M. C 805 - 97.

N° DE ENSAYO: 17

COLUMNAS 1 er. NIVEL - PABELLÓN "B"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 4 - B - INFERIOR	27	VALIDO
	27	VALIDO
	28	VALIDO
	29	VALIDO
	28	VALIDO
	29	VALIDO
	28	VALIDO
	31	VALIDO
	29	VALIDO
	30	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	28.60
DESVIACION ESTANDAR :	1.3

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	173 Kg/cm <sup>2</sup>
--	---------------------------

N° DE ENSAYO: 18

COLUMNAS 1 er. NIVEL - PABELLÓN "B"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 4 - A - SUPERIOR	30	VALIDO
	30	VALIDO
	28	VALIDO
	27	VALIDO
	29	VALIDO
	30	VALIDO
	27	VALIDO
	28	VALIDO
	30	VALIDO
	29	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	28.80
DESVIACION ESTANDAR :	1.2

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	193 Kg/cm <sup>2</sup>
--	---------------------------

N° DE ENSAYO: 19

COLUMNAS 1 er. NIVEL - PABELLÓN "B"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 2 - B - INFERIOR	28	VALIDO
	27	VALIDO
	26	VALIDO
	29	VALIDO
	30	VALIDO
	27	VALIDO
	29	VALIDO
	28	VALIDO
	28	VALIDO
	28	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	28.00
DESVIACION ESTANDAR :	1.2

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	171 Kg/cm <sup>2</sup>
--	---------------------------

N° DE ENSAYO: 20

COLUMNAS 1 er. NIVEL - PABELLÓN "B"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 2 - B - SUPERIOR	29	VALIDO
	28	VALIDO
	29	VALIDO
	30	VALIDO
	29	VALIDO
	30	VALIDO
	29	VALIDO
	31	VALIDO
	30	VALIDO
	31	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	29.60
DESVIACION ESTANDAR :	1.0

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	175 Kg/cm <sup>2</sup>
--	---------------------------

*Róger Hugo Pérez Acuña*  
**INGENIERO CIVIL**  
Reg. C.I.P. N° 45865



**MÉTODO ESTÁNDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO  
(A.S.T.M. C 805-97)**

<b>MATERIAL:</b>	CONCRETO SIMPLE		
<b>TÍTULO:</b>	"COMPARACIÓN DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DE LA I.E. SANTA RAFAELA MARÍA - CHOTA, CONSIDERANDO TRES TIPOS DE REFUERZO ESTRUCTURAL"		
<b>ASESOR:</b>	DR. ING. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO	<b>RESPONSABLE:</b>	ING. ROGER HUGO PÉREZ ACUÑA
<b>TESIS PARA:</b>	OPTAR EL GRADO DE MAGISTER EN CIENCIAS - MENCIÓN INGENIERÍA CIVIL	<b>FECHA ENSAYO:</b>	CHOTA 01 DE NOVIEMBRE 2018
<b>ING. CIVIL :</b>	CARLA TATIANA DÍAZ TAFUR	<b>NORMA TÉCNICA:</b>	A.S.T.M. C 805 - 97.

N° DE ENSAYO: 21

COLUMNAS 1 er. NIVEL - PABELLÓN "B"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 2 - A - INFERIOR	26	VALIDO
	30	VALIDO
	30	VALIDO
	28	VALIDO
	31	VALIDO
	29	VALIDO
	30	VALIDO
	32	VALIDO
	30	VALIDO
	28	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	29.40
DESVIACION ESTANDAR :	1.7

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	174 Kg/cm <sup>2</sup>
--	---------------------------

N° DE ENSAYO: 22

COLUMNAS 1 er. NIVEL - PABELLÓN "B"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 2 - A - SUPERIOR	30	VALIDO
	28	VALIDO
	27	VALIDO
	27	VALIDO
	28	VALIDO
	26	VALIDO
	26	VALIDO
	27	VALIDO
	28	VALIDO
	29	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	27.55
DESVIACION ESTANDAR :	1.3

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	169 Kg/cm <sup>2</sup>
--	---------------------------

N° DE ENSAYO: 23

VIGAS 3 er. NIVEL - PABELLÓN "B"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 2 - 2 - DERECHO	28	VALIDO
	28	VALIDO
	29	VALIDO
	29	VALIDO
	30	VALIDO
	31	VALIDO
	31	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	29.60
DESVIACION ESTANDAR :	1.1

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	143 Kg/cm <sup>2</sup>
--	---------------------------

N° DE ENSAYO: 24

VIGAS 3 er. NIVEL - PABELLÓN "B"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 2 - 2 - IZQUIERDO	27	VALIDO
	32	VALIDO
	31	VALIDO
	32	VALIDO
	28	VALIDO
	28	VALIDO
	30	VALIDO
	30	VALIDO
	27	VALIDO
	29	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	29.40
DESVIACION ESTANDAR :	1.9

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	142 Kg/cm <sup>2</sup>
--	---------------------------

  
**Róger Hugo Pérez Acuña**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 45865



**MÉTODO ESTÁNDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO**  
**(A.S.T.M. C 805-97)**

<b>MATERIAL:</b>	CONCRETO SIMPLE		
<b>TÍTULO:</b>	"COMPARACIÓN DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DE LA I.E. SANTA RAFAELA MARÍA - CHOTA, CONSIDERANDO TRES TIPOS DE REFUERZO ESTRUCTURAL"		
<b>ASESOR:</b>	DR. ING. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO	<b>RESPONSABLE:</b>	ING. ROGER HUGO PÉREZ ACUÑA
<b>TESIS PARA:</b>	OPTAR EL GRADO DE MAGISTER EN CIENCIAS - MENCIÓN INGENIERÍA CIVIL	<b>FECHA ENSAYO:</b>	CHOTA 01 DE NOVIEMBRE 2018
<b>ING. CIVIL :</b>	CARLA TATIANA DÍAZ TAFUR	<b>NORMA TÉCNICA:</b>	A.S.T.M. C 805 - 97.

N° DE ENSAYO: 25

VIGAS 3 er. NIVEL - PABELLÓN "B"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 2 - 2 - CENTRO	30	VALIDO
	29	VALIDO
	28	VALIDO
	31	VALIDO
	28	VALIDO
	30	VALIDO
	28	VALIDO
	30	VALIDO
	31	VALIDO
	29	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	29.40
DESVIACION ESTANDAR :	1.2

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	141 Kg/cm2
--	---------------

N° DE ENSAYO: 26

VIGAS 3 er. NIVEL - PABELLÓN "B"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 4 - 4 - DERECHA	29	VALIDO
	31	VALIDO
	29	VALIDO
	32	VALIDO
	30	VALIDO
	29	VALIDO
	28	VALIDO
	29	VALIDO
	29	VALIDO
	31	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	29.70
DESVIACION ESTANDAR :	1.3

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	144 Kg/cm2
--	---------------

N° DE ENSAYO: 27

VIGAS 3 er. NIVEL - PABELLÓN "B"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 4 - 4 - CENTRO	30	VALIDO
	28	VALIDO
	31	VALIDO
	30	VALIDO
	28	VALIDO
	28	VALIDO
	31	VALIDO
	30	VALIDO
	28	VALIDO
	30	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	29.40
DESVIACION ESTANDAR :	1.3

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	142 Kg/cm2
--	---------------

N° DE ENSAYO: 28

VIGAS 3 er. NIVEL - PABELLÓN "B"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 4 - 4 - IZQUIERDA	29	VALIDO
	29	VALIDO
	30	VALIDO
	29	VALIDO
	32	VALIDO
	30	VALIDO
	28	VALIDO
	30	VALIDO
	29	VALIDO
	31	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	29.70
DESVIACION ESTANDAR :	1.2

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	144 Kg/cm2
--	---------------

*Roger Hugo Pérez Acuña*  
**Roger Hugo Pérez Acuña**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 45865



**MÉTODO ESTÁNDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO  
(A.S.T.M. C 805-97)**

<b>MATERIAL:</b>	CONCRETO SIMPLE		
<b>TÍTULO:</b>	"COMPARACIÓN DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DE LA I.E. SANTA RAFAELA MARÍA - CHOTA, CONSIDERANDO TRES TIPOS DE REFUERZO ESTRUCTURAL"		
<b>ASESOR:</b>	DR. ING. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO	<b>RESPONSABLE:</b>	ING. ROGER HUGO PÉREZ ACUÑA
<b>TESIS PARA:</b>	OPTAR EL GRADO DE MAGISTER EN CIENCIAS - MENCIÓN INGENIERÍA CIVIL	<b>FECHA ENSAYO:</b>	CHOTA 01 DE NOVIEMBRE 2018
<b>ING. CIVIL :</b>	CARLA TATIANA DÍAZ TAFUR	<b>NORMA TÉCNICA:</b>	A.S.T.M. C 805 - 97.

N° DE ENSAYO: 29

VIGAS 2 do. NIVEL - PABELLÓN "B"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 4 - 4 - IZQUIERDA	28	VALIDO
	28	VALIDO
	31	VALIDO
	31	VALIDO
	28	VALIDO
	29	VALIDO
	30	VALIDO
	27	VALIDO
	31	VALIDO
	29	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	29.20
DESVIACION ESTANDAR :	1.5

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	<b>140</b> Kg/cm2
--	----------------------

N° DE ENSAYO: 30

VIGAS 2 do. NIVEL - PABELLÓN "B"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 4 - 4 - CENTRO	27	VALIDO
	29	VALIDO
	28	VALIDO
	31	VALIDO
	31	VALIDO
	30	VALIDO
	28	VALIDO
	30	VALIDO
	31	VALIDO
	28	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	29.30
DESVIACION ESTANDAR :	1.5

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	<b>141</b> Kg/cm2
--	----------------------

N° DE ENSAYO: 31

VIGAS 2 do. NIVEL - PABELLÓN "B"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 4 - 4 - DERECHA	31	VALIDO
	32	VALIDO
	30	VALIDO
	29	VALIDO
	29	VALIDO
	29	VALIDO
	30	VALIDO
	29	VALIDO
	31	VALIDO
	29	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	29.90
DESVIACION ESTANDAR :	1.1

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	<b>147</b> Kg/cm2
--	----------------------

N° DE ENSAYO: 32

VIGAS 2 do. NIVEL - PABELLÓN "B"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 2 - 2 - DERECHA	30	VALIDO
	30	VALIDO
	29	VALIDO
	29	VALIDO
	29	VALIDO
	30	VALIDO
	29	VALIDO
	30	VALIDO
	30	VALIDO
	31	VALIDO
28	VALIDO	

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	29.58
DESVIACION ESTANDAR :	0.9

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	<b>143</b> Kg/cm2
--	----------------------

*Róger Hugo Pérez Acuña*  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 45865



**MÉTODO ESTÁNDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO  
(A.S.T.M. C 805-97)**

<b>MATERIAL:</b>	CONCRETO SIMPLE		
<b>TÍTULO:</b>	"COMPARACIÓN DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DE LA I.E. SANTA RAFAELA MARÍA - CHOTA, CONSIDERANDO TRES TIPOS DE REFUERZO ESTRUCTURAL"		
<b>ASESOR:</b>	DR. ING. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO	<b>RESPONSABLE:</b>	ING. ROGER HUGO PÉREZ ACUÑA
<b>TESIS PARA:</b>	OPTAR EL GRADO DE MAGISTER EN CIENCIAS - MENCIÓN INGENIERÍA CIVIL	<b>FECHA ENSAYO:</b>	CHOTA 01 DE NOVIEMBRE 2018
<b>ING. CIVIL :</b>	CARLA TATIANA DÍAZ TAFUR	<b>NORMA TÉCNICA:</b>	A.S.T.M. C 805 - 97.

N° DE ENSAYO: 33

VIGAS 2 do. NIVEL - PABELLÓN "B"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 2 - 2 - IZQUIERDA	31	VALIDO
	29	VALIDO
	30	VALIDO
	28	VALIDO
	29	VALIDO
	28	VALIDO
	28	VALIDO
	30	VALIDO
	31	VALIDO
	30	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	29.40
DESVIACION ESTANDAR :	1.2

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	143 Kg/cm <sup>2</sup>
--	---------------------------

N° DE ENSAYO: 34

VIGAS 2 do. NIVEL - PABELLÓN "B"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 2 - 2 - CENTRO	30	VALIDO
	30	VALIDO
	30	VALIDO
	29	VALIDO
	29	VALIDO
	30	VALIDO
	28	VALIDO
	32	VALIDO
	31	VALIDO
	28	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	29.70
DESVIACION ESTANDAR :	1.3

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	144 Kg/cm <sup>2</sup>
--	---------------------------

N° DE ENSAYO: 35

VIGAS 1 er. NIVEL - PABELLÓN "B"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 4 - 4 - DERECHA	30	VALIDO
	31	VALIDO
	30	VALIDO
	29	VALIDO
	30	VALIDO
	30	VALIDO
	29	VALIDO
	29	VALIDO
	31	VALIDO
	29	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	29.80
DESVIACION ESTANDAR :	0.8

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	147 Kg/cm <sup>2</sup>
--	---------------------------

N° DE ENSAYO: 36

VIGAS 1 er. NIVEL - PABELLÓN "B"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 4 - 4 - IZQUIERDA	29	VALIDO
	28	VALIDO
	32	VALIDO
	27	VALIDO
	28	VALIDO
	29	VALIDO
	31	VALIDO
	31	VALIDO
	32	VALIDO
	31	VALIDO
	31	VALIDO
	31	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	29.80
DESVIACION ESTANDAR :	1.8

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	145 Kg/cm <sup>2</sup>
--	---------------------------

*Róger Hugo Pérez Acuña*  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 45865



**MÉTODO ESTÁNDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO  
(A.S.T.M. C 805-97)**

<b>MATERIAL:</b>	CONCRETO SIMPLE		
<b>TÍTULO:</b>	"COMPARACIÓN DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DE LA I.E. SANTA RAFAELA MARÍA - CHOTA, CONSIDERANDO TRES TIPOS DE REFUERZO ESTRUCTURAL"		
<b>ASESOR:</b>	DR. ING. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO	<b>RESPONSABLE:</b>	ING. ROGER HUGO PÉREZ ACUÑA
<b>TESIS PARA:</b>	OPTAR EL GRADO DE MAGISTER EN CIENCIAS - MENCIÓN INGENIERÍA CIVIL	<b>FECHA ENSAYO:</b>	CHOTA 01 DE NOVIEMBRE 2018
<b>ING. CIVIL :</b>	CARLA TATIANA DÍAZ TAFUR	<b>NORMA TÉCNICA:</b>	A.S.T.M. C 805 -97.

N° DE ENSAYO: 37

VIGAS 1 er. NIVEL - PABELLÓN "B"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 4 - 4 - CENTRO	28	VALIDO
	27	VALIDO
	28	VALIDO
	28	VALIDO
	32	VALIDO
	29	VALIDO
	30	VALIDO
	30	VALIDO
	29	VALIDO
	31	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	29.20
DESVIACION ESTANDAR :	1.5

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	140 Kg/cm2
--	---------------

N° DE ENSAYO: 38

VIGAS 1 er. NIVEL - PABELLÓN "B"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 2 - 2 - IZQUIERDA	27	VALIDO
	27	VALIDO
	28	VALIDO
	32	VALIDO
	32	VALIDO
	31	VALIDO
	31	VALIDO
	28	VALIDO
	30	VALIDO
	29	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	29.45
DESVIACION ESTANDAR :	1.9

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	142 Kg/cm2
--	---------------

N° DE ENSAYO: 39

VIGAS 1 er. NIVEL - PABELLÓN "B"		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
EJES 2 - 2 - DERECHA	30	VALIDO
	27	VALIDO
	29	VALIDO
	27	VALIDO
	29	VALIDO
	32	VALIDO
	31	VALIDO
	31	VALIDO
	32	VALIDO
	30	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	29.80
DESVIACION ESTANDAR :	1.8

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	145 Kg/cm2
--	---------------

N° DE ENSAYO: 40

UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACIÓN
		VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	
DESVIACION ESTANDAR :	

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	
--	--

*Róger Hugo Pérez Acuña*  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 45865

**APÉNDICE 02**  
**ESTUDIO DE SUELOS**

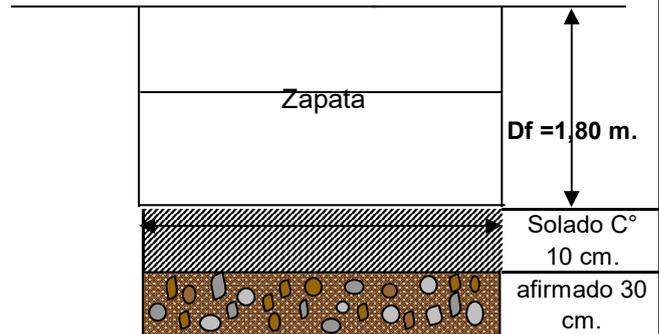
# Capacidad Portante y Asentamientos

TITULO	COMPARACION DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DE LA I.E. SANTA RAFAELA MARIA - CHOTA, CONSIDERANDO TRES TIPOS DE REFUERZO ESTRUCTURAL
UBICACIÓN	CHOTA - CHOTA - CAJAMARCA
ASESOR	DR. ING. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO
TESIS	PARA OBTAR EL GRADO DE MAGISTER EN CIENCIAS - MENDION ING. CIVIL
BACHILLER	CARLA TATIANA DIAZ TAFUR
ING° RESP	ING JAVIER COLINA BERNAL
FECHA	CHOTA, 01 DE NOVIEMBRE DEL 2018

## DATOS GENERALES

Angulo de Fricción	21	°
Ancho de Zapata	180	cm.
Profundidad de Cimentación	180	cm.
Cohesión	0.20	ton/m <sup>2</sup>
Ancho de Zapata	1.80	m.
Densidad aparente del Suelo por debajo del N.C.	1.82	ton/m <sup>3</sup>
Densidad aparente del Suelo por debajo del N.C.	0.00182	Kg/cm <sup>3</sup>
Relación Ancho Largo (B/L)	0.175	
Factor de Seguridad	3	
Carga Total	30.00 ton.	

## DETERMINACIÓN POR CORTE LOCAL



FORMA	FACTORES DE CARGA			FACTORES DE FORMA			Poisson (u)	0.35
	N'c	N'γ	N'q	Sc	Sγ	Sq	Módulo de Elast.(ton/m <sup>2</sup> )	2000
Continua	11.00	3.30	2.00	1.03	0.93	1.07	Si max para estructuras	1.5pulg.
Cuadrada				1.18	0.6	1.38		

### FORMULA DE CAPACIDAD PORTANTE

$$q_{adm} = \frac{2}{3} CN_c + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma + \gamma Df N_q$$

$$q_o = 2.66 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = 0.89 \text{ Kg/cm}^2$$

### FORMULA DE ASENTAMIENTOS INMEDIATOS

$$Si = \frac{qB(1 - \mu^2)}{Es} I_f$$

$$Si_{centro} = 4.98 \text{ cm}$$

$$Si_{medio} = 4.34 \text{ cm}$$

$$Si_{esquina} = 2.49 \text{ cm}$$

### Notas Generales :

La capacidad Portante es de 0,89 Kg/cm<sup>2</sup> y su Asentamientos Inmediatos máximo es de 4.98 cm. focalizado en el centro y es mayor a 3,75 cm.; que es lo máximo permitido para este tipo de estructuras; por lo que será necesario acatar las recomendaciones dadas en el presente estudio.

Si = 1.5 pulg max Estructuras de muros de mampostería

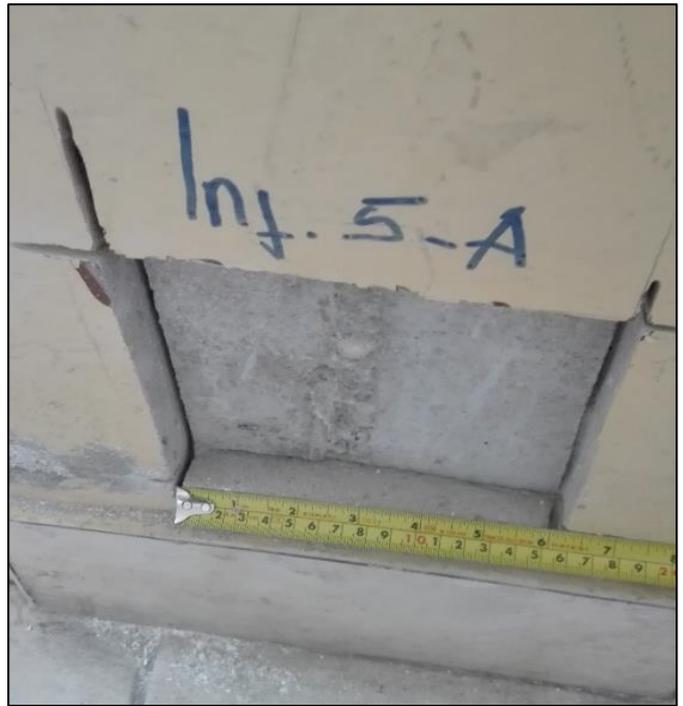
**APÉNDICE 03**

**PANEL FOTOGRAFICO**

**PANEL FOTOGRÁFICO – ENSAYOS DE ESCLEROMETRÍA**



(a)



(b)



(c)

**FOTO 01:** *Sección de corte para ensayo de esclerometría*

**FOTO 02:** Sección de 15 x 15 corte en vigas.



**FOTO 03:** Sección de corte para ensayo de esclerometría 2 cortes uno en la parte superior y otro en la parte inferior.



Cortes superior e inferior en columnas

*FOTO 04: Sección de 15 x 15 parte superior de la columna*



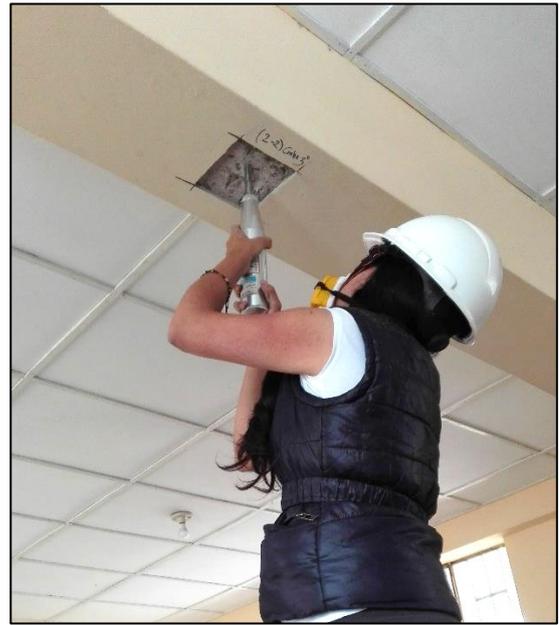
*FOTO 05. Pulido superficial en la zona de prueba*



**FOTO 06.** *Ensayo de esclerometría en vigas y columnas*



**(a)** Ensayo en columnas



**(b)** Ensayo en vigas



**(C)** Ensayo en columnas

**APÉNDICE 04**

**PROCESAMIENTO DE OBTENCIÓN DE DATOS**

**(Memoria de cálculo)**

## PROCEDIMIENTO ANÁLISIS LINEAL

### 1. Materiales

Resistencia a compresión del	$f'_c := 172 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$
Esfuerzo de fluencia del acero	$f_y := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$
Módulo de elasticidad del concreto	$E_c := 15000 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} = 1967231.56 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$
Módulo de Poisson del concreto	$\nu_c := 0.20$
Módulo de corte del concreto	$G_c := \frac{E_c}{2 \cdot (1 + \nu_c)} = 81967.98 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$
Módulo de elasticidad del acero	$E_s := 2000000 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$
Módulo de Poisson del acero	$\nu_s := 0.30$
Módulo de corte del concreto	$G_s := \frac{E_s}{2 \cdot (1 + \nu_s)} = 769230.77 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$
Constante del bloque de compresión	$\beta_1 := 0.85$
Factor de resistencia por flexión	$\phi_b := 0.90$
Factor de resistencia por corte	$\phi_c := 0.85$
Deformación de fluencia del acero	$\varepsilon_y := 0.0021$
Deformación última del concreto	$\varepsilon_{cu} := 0.003$
Relación de módulos de elasticidad	$n := \frac{E_s}{E_c} = 10.17$
Recubrimiento en vigas y columnas	$r := 4 \text{ cm}$

Recubrimiento en aligerados y escaleras	$r_e := 2.50 \text{ cm}$
Resistencia a compresión de albañilería	$f'_m := 65 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$
Módulo de elasticidad de albañilería	$E_m := 500 \cdot f'_m = 325000.00 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$
Módulo de corte de albañilería	$G_m := 0.40 E_m = 13000.00 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$
Módulo de Poisson de la albañilería	$\nu_a := 0.25$
Peso específico del concreto	$\gamma_{ca} := 2400 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$
Peso específico del concreto	$\gamma_{cs} := 2300 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$
Peso específico de la albañilería	$\gamma_a := 1800 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$

## 2. Diámetros y áreas de barras de acero de refuerzo

$d_{b\#6\text{mm}} := 0.2360 \text{ in} = 5.99 \text{ mm}$	$A_{b\#6\text{mm}} := \frac{\pi \cdot d_{b\#6\text{mm}}^2}{4} = 0.28 \text{ cm}^2$
$d_{b\#8\text{mm}} := 0.3150 \text{ in} = 8.00 \text{ mm}$	$A_{b\#8\text{mm}} := \frac{\pi \cdot d_{b\#8\text{mm}}^2}{4} = 0.50 \text{ cm}^2$
$d_{b\#12\text{mm}} := 0.4725 \text{ in} = 12.00 \text{ mm}$	$A_{b\#12\text{mm}} := \frac{\pi \cdot d_{b\#12\text{mm}}^2}{4} = 1.13 \text{ cm}^2$
$d_{b\#3} := \frac{3}{8} \text{ in} = 0.95 \text{ cm}$	$A_{b\#3} := \frac{\pi \cdot d_{b\#3}^2}{4} = 0.71 \text{ cm}^2$
$d_{b\#4} := \frac{1}{2} \text{ in} = 1.27 \text{ cm}$	$A_{b\#4} := \frac{\pi \cdot d_{b\#4}^2}{4} = 1.27 \text{ cm}^2$
$d_{b\#5} := \frac{5}{8} \text{ in} = 1.59 \text{ cm}$	$A_{b\#5} := \frac{\pi \cdot d_{b\#5}^2}{4} = 1.98 \text{ cm}^2$
$d_{b\#6} := \frac{3}{4} \text{ in} = 1.91 \text{ cm}$	$A_{b\#6} := \frac{\pi \cdot d_{b\#6}^2}{4} = 2.85 \text{ cm}^2$
$d_{b\#8} := \frac{8}{8} \text{ in} = 2.54 \text{ cm}$	$A_{b\#8} := \frac{\pi \cdot d_{b\#8}^2}{4} = 5.07 \text{ cm}^2$

$$d_{b\#11} := \frac{11}{8} \text{ in} = 3.49 \text{ cm}$$

$$A_{b\#11} := \frac{\pi \cdot d_{b\#11}^2}{4} = 9.58 \text{ cm}^2$$

### 3. Normativa

Norma E.020: Estructuración y cargas

Norma E.030: Diseño sismorresistente

Norma E.050: Suelos y cimentaciones

Norma E.060: Diseño en concreto armado

### 4. Cargas

#### 4.1. Carga muerta primer piso y segundo piso

##### - Carga muerta en aulas

###### Peso de ladrillo por m2

Peso de ladrillo

$$P_l := 27 \text{ kgf}$$

Ancho tributario

$$a_t := 0.40 \text{ m} \cdot \text{m}$$

Peso de ladrillo por m2

$$P_{m1} := \frac{P_l}{a_t} = 67.5 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

###### Peso de acabados por m2

Peso de acabados

$$P_{m2} := 100 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

###### Peso de tabiquería por m2

Peso de tabiquería

$$P_{m3} := 100 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

###### Peso muerta total por m2

CM1

$$CM_1 := P_{m1} + P_{m2} + P_{m3} = 267.5 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

##### - Carga muerta en pasillos

###### Peso de ladrillo por m2

Peso de ladrillo

$$P_l := 27 \text{ kgf}$$

Ancho tributario  $a_t := 0.40 \text{ m} \cdot \text{m}$

Peso de ladrillo por m2  $P_{m1} := \frac{P_l}{a_t} = 67.5 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$

### **Peso de acabados por m2**

Peso de acabados  $P_{m2} := 100 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$

### **Peso muerta total por m2**

CM2  $CM_2 := P_{m1} + P_{m2} = 167.5 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$

## **4.2. Carga muerta tercer piso**

### **- Carga muerta sobre el techo del tercer piso**

#### **Peso de ladrillo por m2**

Peso de ladrillo  $P_l := 27 \text{ kgf}$

Ancho tributario  $a_t := 0.40 \text{ m} \cdot \text{m}$

Peso de ladrillo por m2  $P_{m1} := \frac{P_l}{a_t} = 67.5 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$

#### **Peso de acabados por m2**

Peso de acabados  $P_{m2} := 20 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$

#### **Peso muerta total por m2**

CM3  $CM_3 := P_{m1} + P_{m2} = 87.5 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$

## **4.3. Carga muerta escaleras**

#### **Peso de concreto por m2**

Peso graderío  $P_{m1} := 170 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$

### Peso de acabados por m2

Peso de acabados  $P_{m2} := 100 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$

### Peso muerta total por m2

CM4  $CM_4 := P_{m1} + P_{m2} = 270 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$

## 4.4. Carga muerta de parapetos

### - Carga muerta de parapetos de aulas

#### Peso de columnas

Ancho de columna  $a_c := 15 \text{ cm}$

Largo de columna  $l_c := 20 \text{ cm}$

Alto de columna  $h_c := 2.40 \text{ m}$

Peso de columna  $P_c := \gamma_{ca} \cdot a_c \cdot l_c \cdot h_c = 172.8 \text{ kgf}$

#### Peso de vigas

Ancho de viga  $a_v := 15 \text{ cm}$

Altura de viga  $h_v := 20 \text{ cm}$

Largo de viga  $l_v := 1 \text{ m}$

Peso de viga  $P_v := \gamma_{ca} \cdot a_v \cdot h_v = 72 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$

#### Peso de muros

Ancho de muro  $a_m := 15 \text{ cm}$

Altura de muro  $h_m := 2.40 \text{ m}$

Largo de muro  $l_m := 1 \text{ m}$

Peso de muro  $P_m := \gamma_a \cdot a_m \cdot h_m = 648 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$

#### Peso de baranda

Peso de baranda  $P_m := 40 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$

#### 4.5. Carga muerta cobertura

##### - Peso de cobertura

Medidas del Producto				Medidas Útiles		
Largo	Ancho	Espesor	Peso Aprox.	Largo	Ancho	Área
1.14 m	0.72 m	5.0 mm	8.40 Kg.	1.0 m	0.69 m	0.69 m <sup>2</sup>

Peso específico  $Pe_c := 2.046 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$

Nota: El peso de la columna se asignará como una carga puntal, el peso de las vigas y los muros se asignarán como carga distribuida.

#### 4.6. Carga viva

##### - En el primer piso y segundo piso

##### Sobrecarga en aulas por m<sup>2</sup>

Carga viva  $CV1 := 250 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$

##### Sobrecarga en pasillos y escaleras por m<sup>2</sup>

Carga viva  $CV2 := 400 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$

## 5. Análisis estructural

### 5.1. Modelo estructural

- Definición de materiales

**E** Material Property Data ×

**General Data**

Material Name	<input type="text" value="f&lt;sub&gt;c&lt;/sub&gt;=143 kg/cm2"/>
Material Type	Concrete
Directional Symmetry Type	Isotropic
Material Display Color	<input type="color" value="#444444"/> <input type="button" value="Change..."/>
Material Notes	<input type="button" value="Modify/Show Notes..."/>

**Material Weight and Mass**

Specify Weight Density       Specify Mass Density

Weight per Unit Volume	<input type="text" value="2.4"/> tonf/m <sup>3</sup>
Mass per Unit Volume	<input type="text" value="0.244732"/> tonf-s <sup>2</sup> /m <sup>4</sup>

**Mechanical Property Data**

Modulus of Elasticity, E	<input type="text" value="1793739.11"/> tonf/m <sup>2</sup>
Poisson's Ratio, U	<input type="text" value="0.2"/>
Coefficient of Thermal Expansion, A	<input type="text" value="0.0000099"/> 1/C
Shear Modulus, G	<input type="text" value="747391.3"/> tonf/m <sup>2</sup>

Concreto en vigas

f<sub>c</sub>=143 kgf/cm<sup>2</sup>

**E** Material Property Data

**General Data**

Material Name	<input type="text" value="f&lt;sub&gt;c&lt;/sub&gt;=172 kg/cm2"/>
Material Type	Concrete
Directional Symmetry Type	Isotropic
Material Display Color	<input type="color" value="#444444"/> <input type="button" value="Change..."/>
Material Notes	<input type="button" value="Modify/Show Notes..."/>

**Material Weight and Mass**

Specify Weight Density       Specify Mass Density

Weight per Unit Volume	<input type="text" value="2.4"/> tonf/m <sup>3</sup>
Mass per Unit Volume	<input type="text" value="0.244732"/> tonf-s <sup>2</sup> /m <sup>4</sup>

**Mechanical Property Data**

Modulus of Elasticity, E	<input type="text" value="1967231.56"/> tonf/m <sup>2</sup>
Poisson's Ratio, U	<input type="text" value="0.2"/>
Coefficient of Thermal Expansion, A	<input type="text" value="0.0000099"/> 1/C
Shear Modulus, G	<input type="text" value="819679.82"/> tonf/m <sup>2</sup>

Concreto en

columnas

**E** Material Property Data ×

**General Data**

Material Name:

Material Type:

Directional Symmetry Type:

Material Display Color:

Material Notes:

**Material Weight and Mass**

Specify Weight Density  Specify Mass Density

Weight per Unit Volume:  kgf/cm<sup>3</sup>

Mass per Unit Volume:  kgf·s<sup>3</sup>/cm<sup>4</sup>

**Mechanical Property Data**

Modulus of Elasticity, E:  kgf/cm<sup>2</sup>

Coefficient of Thermal Expansion, A:  1/F

**Design Property Data**

Acero de refuerzo  
fy=4200 kgf/cm<sup>2</sup>

**E** Material Property Data

**General Data**

Material Name:

Material Type:

Directional Symmetry Type:

Material Display Color:

Material Notes:

**Material Weight and Mass**

Specify Weight Density  Specify Mass Density

Weight per Unit Volume:  tonf/m<sup>3</sup>

Mass per Unit Volume:  tonf·s<sup>3</sup>/m<sup>4</sup>

**Mechanical Property Data**

Modulus of Elasticity, E:  tonf/m<sup>2</sup>

Poisson's Ratio, U:

Coefficient of Thermal Expansion, A:  1/C

Shear Modulus, G:  tonf/m<sup>2</sup>

Albañilería  
f'm=65 kgf/cm<sup>2</sup>

- Elementos estructurales

Colocar gráficos de vigas y columnas utilizadas que se encuentran en los planos

- Modelo 3D de la estructura

Colocar gráficos del modelo 3D

## 6. Parámetros sísmicos

Para la determinación de las consideraciones sísmicas utilizamos la norma E.030.

### a) Zona sísmica (Z)



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

Factor de zona

Z:=0.25

### b) Condiciones geotécnicas (S)

- Tipo de suelo

Perfil	$\bar{V}_s$	$\bar{N}_{60}$	$\bar{s}_w$
S <sub>0</sub>	> 1500 m/s	-	-
S <sub>1</sub>	500 m/s a 1500 m/s	> 50	>100 kPa
S <sub>2</sub>	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
S <sub>3</sub>	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa
S <sub>4</sub>	Clasificación basada en el EMS		

Tipo de suelo

S<sub>2</sub>

- Parámetros de sitio

ZONA \ SUELO	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
	Z <sub>4</sub>	0,80	1,00	1,05
Z <sub>3</sub>	0,80	1,00	1,15	1,20
Z <sub>2</sub>	0,80	1,00	1,20	1,40
Z <sub>1</sub>	0,80	1,00	1,60	2,00

Factor de suelo

S:= 1.20

Tabla N° 4 PERÍODOS "T <sub>P</sub> " Y "T <sub>L</sub> "				
	Perfil de suelo			
	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
T <sub>P</sub> (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T <sub>L</sub> (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

Periodo TP

$$T_P := 0.60 \text{ s}$$

Periodo TL

$$T_L := 2.00 \text{ s}$$

### c) Factor de importancia (U)

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

Factor de

$$U := 1.50$$

### d) Factor de reducción (R)

- Factor de irregularidad en altura en ambas direcciones (X e Y)

$$I_a := 1$$

- Factor de irregularidad en planta en ambas direcciones (X e Y)

$$I_p := 1$$

- Factor de reducción en X

$$R_x := 7.20$$

- Factor de reducción en Y

$$R_y := 2.70$$

### e) Cortante mínimo

- En la dirección X

Periodo fundamental	T =	$h_n/C_T$	C := 2.50
Altura total	$h_n =$	10.60	
Coeficiente	$C_T =$	35	
	T =	0.30	
	$T_p =$	0.60	
	$T_L =$	2.00	
Valor de "C":	C =	2.50	
Factor k:	k =	1.00	
	k (menor que 2) ok		

Se debe cumplir la siguiente condición:  $\frac{C}{R} \geq 0.11$

Evaluación de C/R:  $\frac{C}{R_x} = 0.347$

Se cumple con el cortante mínimo:  $\text{if}\left(\frac{C}{R_x} \geq 0.11, \text{"Ok"}, \text{"Error"}\right) = \text{"Ok"}$

- En la dirección Y

Periodo fundamental	T =	$h_n/C_T$	C := 2.50
Altura total	$h_n =$	10.60	
Coeficiente	$C_T =$	60	
	T =	0.18	
	$T_p =$	0.60	
	$T_L =$	2.00	
Valor de "C":	C =	2.50	
Factor k:	k =	1.00	
	k (menor que 2) ok		

Se debe cumplir la siguiente condición:  $\frac{C}{R} \geq 0.11$

Evaluación de C/R:  $\frac{C}{R_y} = 0.926$

Se cumple con el cortante mínimo:  $\text{if}\left(\frac{C}{R_y} \geq 0.11, \text{"Ok"}, \text{"Error"}\right) = \text{"Ok"}$

## 7. Combinaciones de carga

COMB1: 1.4CM + 1.7CV

COMB2: 1.25(CM+CV) + S<sub>x</sub>

COMB3: 1.25(CM+CV) - S<sub>x</sub>

COMB4: 0.9CM + S<sub>x</sub>

COMB5: 0.9CM - S<sub>x</sub>

COMB1: 1.4CM + 1.7CV

COMB2: 1.25(CM+CV) + S<sub>y</sub>

COMB3: 1.25(CM+CV) - S<sub>y</sub>

COMB4: 0.9CM + S<sub>y</sub>

COMB5: 0.9CM - S<sub>y</sub>

## 8. Análisis modal

TABLE: Modal Participating Mass Ratios							
Case	Mode	Period	Frequency	CircFreq	Eigenvalue	SumUX	SumUY
			cyc/sec	rad/sec	rad <sup>2</sup> /sec <sup>2</sup>		
MODAL	41	0.068	14.796	92.9679	8643.0264	0.9912	0.8649
MODAL	42	0.068	14.796	92.968	8643.0542	0.9912	0.8649
MODAL	43	0.067	14.929	93.7986	8798.1848	0.9915	0.865
MODAL	44	0.067	14.937	93.8492	8807.673	0.9915	0.865
MODAL	45	0.067	14.937	93.8493	8807.6827	0.9915	0.865
MODAL	46	0.065	15.394	96.7224	9355.2307	0.9915	0.865
MODAL	47	0.065	15.394	96.7227	9355.2778	0.9915	0.865
MODAL	48	0.064	15.525	97.5476	9515.528	0.9915	0.865

Del análisis modal, se observa que la sumatoria de masa participativa en las direcciones X e Y, no son mayores que 0.90; no cumpliendo así con la norma E.030.

## 9. Análisis sísmico estático

- Los parámetros sísmicos son los siguientes:

$$Z=0.25 \quad U=1.5 \quad C=2.5 \quad S=1.2 \quad T_P=0.6 \text{ s} \quad T_L=2 \text{ s}$$

$$R_x=7.20 \quad R_y=2.70$$

$$V_x := \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R_x} = 0.156 \quad V_y := \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R_y} = 0.417$$

- Fuerza cortante en la base:

Story	Output Case	VX tonf	VY tonf
Story1	ESTÁTICO XX	-68.1861	0
Story1	ESTÁTICO YY	0	-182.2668

En la dirección X

$$V_{ex} := 68.1861 \text{ tonnef}$$

En la dirección Y

$$V_{ey} := 182.2668 \text{ tonnef}$$

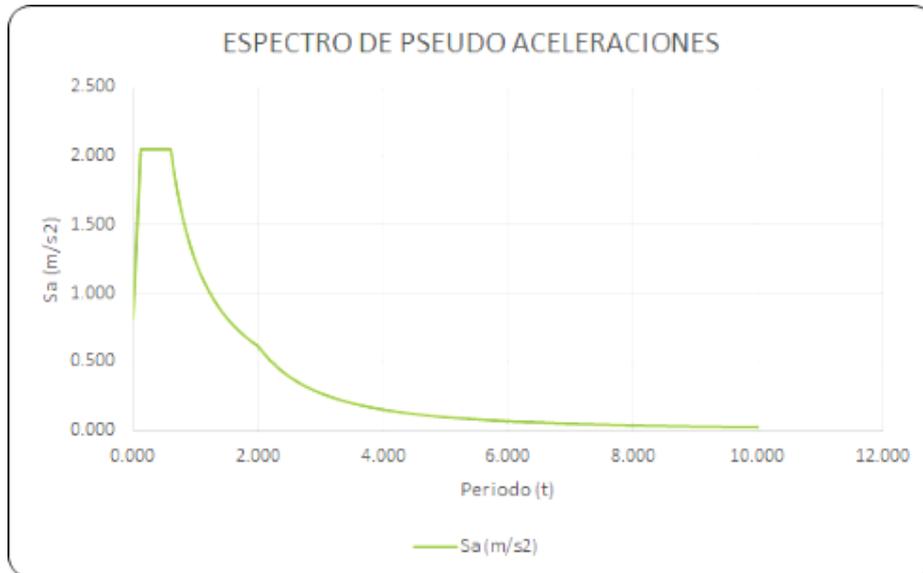
## 10. Análisis sísmico dinámico

- Los parámetros sísmicos son los siguientes:

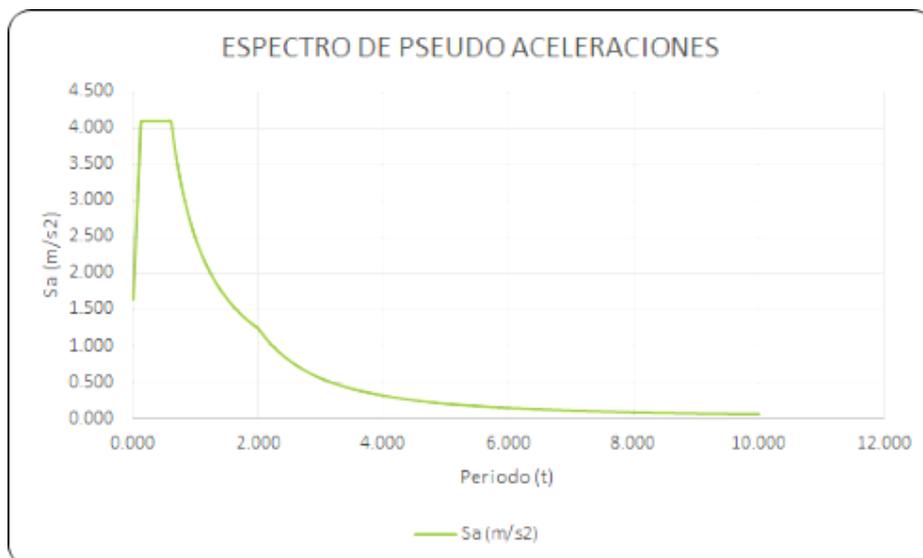
$$Z=0.25 \quad U=1.5 \quad C=2.5 \quad S=1.2 \quad T_P=0.6 \text{ s} \quad T_L=2 \text{ s}$$

$$R_x=7.20 \quad R_y=2.70$$

- Espectro de diseño en la dirección X:



- Espectro de diseño en la dirección Y:



- Fuerza cortante en la base:

Story	Output Case	VX tonf	VY tonf
Story1	DINÁMICO XX	55.781	2.6055
Story1	DINÁMICO YY	6.9476	115.8183

En la dirección X  $V_{dx} := 55.7810$  **tonnef**

En la dirección Y  $V_{dy} := 115.8183$  **tonnef**

- Comparación de fuerza cortante (estática y dinámica) en la base:

De acuerdo a la norma E.030; por ser una estructura irregular, la fuerza cortante en la base debida al análisis dinámico debe ser igual o mayor al 90% de la fuerza cortante debida al análisis estático.

En la dirección X **if** ( $V_{dx} \geq 0.90 V_{ex}$ , "Ok", "Error") = "Error"

En la dirección Y **if** ( $V_{dy} \geq 0.90 V_{ey}$ , "Ok", "Error") = "Error"

Factor de corrección dirección X  $F_{xx} := \frac{(V_{ex} \cdot 0.90)}{V_{dx}} = 1.100$

Factor de corrección dirección Y  $F_{yy} := \frac{(V_{ey} \cdot 0.90)}{V_{dy}} = 1.416$

- Fuerzas cortantes corregidas

Story	Output Case	VX tonf	VY tonf
Story1	DINÁMICO XX	61.9169	2.8921
Story1	DINÁMICO YY	9.8657	164.462

Cortante corregido en la dirección X

$V_{dx} := 61.9169$  **tonnef** **if** ( $V_{dx} \geq 0.90 V_{ex}$ , "Ok", "Error") = "Ok"

Cortante corregido en la dirección Y

$V_{dy} := 164.4620$  **tonnef** **if** ( $V_{dy} \geq 0.90 V_{ey}$ , "Ok", "Error") = "Ok"

- Derivas de entrepiso:

De acuerdo a la norma E.030; por se una estructura irregular, las derivas de entrepiso deben ser igual 0.85R y menores a 0.005 (albañilería) y 007 (concreto armado)

Piso	Dirección	Altura (m)	Desplazamiento (m)	Deriva ( $\Delta$ )	Deriva límite $\Delta_n$	$\Delta_x \leq \Delta_{nx}$ $\Delta_y \leq \Delta_{ny}$	Condición
3	XX	3.20	0.027249	0.01934	0.007	$0.0193 > 0.007$	No cumple
2	XX	3.20	0.017139	0.01767	0.007	$0.0177 > 0.007$	No cumple
1	XX	3.20	0.007902	0.01511	0.007	$0.0151 > 0.007$	No cumple
3	YY	3.20	0.002891	0.00057	0.005	$0.0006 < 0.005$	Si cumple
2	YY	3.20	0.002102	0.00080	0.005	$0.0008 < 0.005$	Si cumple
1	YY	3.20	0.00098	0.00070	0.005	$0.0007 < 0.005$	Si cumple

En la dirección X

$\Delta_{x1} := 0.01511$	$\Delta_{nx} := 0.007$	if ( $\Delta_{x1} \leq \Delta_{nx}$ , "Ok", "Error") = "Error"
$\Delta_{x2} := 0.01767$	$\Delta_{nx} := 0.007$	if ( $\Delta_{x2} \leq \Delta_{nx}$ , "Ok", "Error") = "Error"
$\Delta_{x3} := 0.01934$	$\Delta_{nx} := 0.007$	if ( $\Delta_{x2} \leq \Delta_{nx}$ , "Ok", "Error") = "Error"

En la dirección Y

$\Delta_{y1} := 0.00070$	$\Delta_{ny} := 0.005$	if ( $\Delta_{y1} \leq \Delta_{ny}$ , "Ok", "Error") = "Ok"
$\Delta_{y2} := 0.00080$	$\Delta_{ny} := 0.005$	if ( $\Delta_{y2} \leq \Delta_{ny}$ , "Ok", "Error") = "Ok"
$\Delta_{y3} := 0.00057$	$\Delta_{ny} := 0.005$	if ( $\Delta_{y2} \leq \Delta_{ny}$ , "Ok", "Error") = "Ok"

## 11. Refuerzo 1: Arriostres laterales entre columnas

### 11.1. Geometría del pórtico

Altura de	$H := 3.20 \text{ m}$
Longitud de cada tramo	$L := 4.11 \text{ m}$
Número de pisos	$N_{pisos} := 3$
Número de tramos	$N_{tramos} := 4$

Longitud de la riostra  $L_o := \sqrt{H^2 + L^2} = 5.21 \text{ m}$

Ángulo de la riostra respecto a la horizontal  $\alpha := \text{atan}\left(\frac{H}{L}\right) = 37.90 \text{ deg}$

Ángulo de la riostra respecto a la vertical  $\vartheta := \text{atan}\left(\frac{L}{H}\right) = 52.10 \text{ deg}$

### 11.2. Propiedades de los materiales

Tipo de perfil (A36) HSS 5"x5"x3/16"

Tensión cedente  $F_y := 36 \text{ ksi}$

Tensión última  $F_u := 58 \text{ ksi}$

Módulo de elasticidad  $E := 200000 \text{ MPa}$

### 11.3. Análisis modal

TABLE: Modal Participating Mass Ratios							
Case	Mode	Period	Frequency	CircFreq	Eigenvalue	SumUX	SumUY
		sec	cyc/sec	rad/sec	rad <sup>2</sup> /sec <sup>2</sup>		
MODAL	7	0.178	5.614	35.2737	1244.2327	0.8602	0.0012
MODAL	8	0.177	5.661	35.5687	1265.1331	0.8602	0.0012
MODAL	9	0.177	5.661	35.5687	1265.1341	0.8602	0.0012
MODAL	20	0.104	9.575	60.1629	3619.5738	0.8827	0.7119
MODAL	21	0.103	9.751	61.2701	3754.0267	0.8827	0.8564
MODAL	22	0.1	10.019	62.9505	3962.7691	0.9199	0.8768
MODAL	23	0.089	11.231	70.5636	4979.2228	0.9199	0.8768
MODAL	24	0.089	11.231	70.5649	4979.3985	0.9199	0.8768
MODAL	47	0.061	16.447	103.3416	10679.485	0.9922	0.8769
MODAL	48	0.058	17.277	108.5566	11784.527	0.9922	0.8769
MODAL	49	0.058	17.279	108.5676	11786.9138	0.9922	0.8769
MODAL	60	0.047	21.116	132.6777	17603.3821	0.9922	0.8771
MODAL	61	0.046	21.956	137.9518	19030.7115	0.9922	0.8773
MODAL	62	0.045	22.354	140.4552	19727.6499	0.9922	0.8773
MODAL	63	0.045	22.356	140.4685	19731.4107	0.9922	0.8776
MODAL	64	0.045	22.4	140.7424	19808.4357	0.9927	0.9793
MODAL	65	0.044	22.606	142.0365	20174.3708	0.9927	0.9793
MODAL	66	0.044	22.608	142.0485	20177.7762	0.9927	0.98

Del análisis modal, se observa que la sumatoria de masa participativa en las direcciones X e Y, son mayores que 0.90; cumpliendo así con la norma E.030.

### 11.4. Análisis sísmico estático

- Los parámetros sísmicos son los siguientes:

$$Z=0.25 \quad U=1.5 \quad C=2.5 \quad S=1.2 \quad T_P=0.6 \text{ s} \quad T_L=2 \text{ s}$$

$$R_x=7.20$$

$$R_y=2.70$$

$$V_x := \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R_x} = 0.156$$

$$V_y := \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R_y} = 0.417$$

- Fuerza cortante en la base:

Story	Output Case	VX tonf	VY tonf
Story1	ESTÁTICO XX	-106.9264	0
Story1	ESTÁTICO YY	0	-214.3669

En la dirección X

$$V_{ex} := 106.9264 \text{ tonnef}$$

En la dirección Y

$$V_{ey} := 214.3669 \text{ tonnef}$$

### 11.5. Análisis sísmico dinámico

- Los parámetros sísmicos son los siguientes:

$$Z=0.25 \quad U=1.5 \quad C=2.5 \quad S=1.2 \quad T_P=0.6 \text{ s} \quad T_L=2 \text{ s}$$

$$R_x=7.20 \quad R_y=2.70$$

- Fuerza cortante en la base:

Story	Output Case	VX tonf	VY tonf
Story1	DINÁMICO XX	69.4684	4.8184
Story1	DINÁMICO YY	12.8488	149.1133

En la dirección X

$$V_{dx} := 69.4684 \text{ tonnef}$$

En la dirección Y

$$V_{dy} := 149.1133 \text{ tonnef}$$

- Comparación de fuerza cortante (estática y dinámica) en la base:

De acuerdo a la norma E.030; por ser una estructura irregular, la fuerza cortante en la base debida al análisis dinámico debe ser igual o mayor al 90% de la fuerza cortante debida al análisis estático.

En la dirección X

$$\text{if}(V_{dx} \geq 0.90 V_{ex}, \text{"Ok"}, \text{"Error"}) = \text{"Error"}$$

En la dirección Y

$$\text{if}(V_{dy} \geq 0.90 V_{ey}, \text{"Ok"}, \text{"Error"}) = \text{"Error"}$$

Factor de corrección dirección X

$$F_{xx} := \frac{(V_{ex} \cdot 0.90)}{V_{dx}} = 1.385$$

Factor de corrección dirección Y

$$F_{yy} := \frac{(V_{ey} \cdot 0.90)}{V_{dy}} = 1.294$$

- Fuerzas cortantes corregidas

Output Case	Case Type	FX kgf	FY kgf
DINÁMICO XX	LinRespSpec	96554.48	6703.44
DINÁMICO YY	LinRespSpec	16640.84	193920.8

Cortante corregido en la dirección X

$$V_{dx} := 96.5545 \text{ tonnef}$$

$$\text{if}(V_{dx} \geq 0.90 V_{ex}, \text{"Ok"}, \text{"Error"}) = \text{"Ok"}$$

Cortante corregido en la dirección Y

$$V_{dy} := 193.9208 \text{ tonnef}$$

$$\text{if}(V_{dy} \geq 0.90 V_{ey}, \text{"Ok"}, \text{"Error"}) = \text{"Ok"}$$

- Derivas de entrepiso:

De acuerdo a la norma E.030; por se una estructura irregular, las derivas de entrepiso deben ser igual 0.85R y menores a 0.005 (albañilería) y 007 (concreto armado)

Piso	Dirección	Altura (m)	Desplazamiento (m)	Deriva (Δ)	Deriva límite Δ <sub>n</sub>	Δ <sub>x</sub> ≤ Δ <sub>nx</sub> Δ <sub>y</sub> ≤ Δ <sub>ny</sub>	Condición
3	XX	3.20	0.003273	0.00132	0.007	0.0013 < 0.007	Si cumple
2	XX	3.20	0.002583	0.00236	0.007	0.0024 < 0.007	Si cumple
1	XX	3.20	0.001349	0.00258	0.007	0.0026 < 0.007	Si cumple
3	YY	3.20	0.002964	0.00053	0.005	0.0005 < 0.005	Si cumple
2	YY	3.20	0.002219	0.00082	0.005	0.0008 < 0.005	Si cumple
1	YY	3.20	0.001073	0.00077	0.005	0.0008 < 0.005	Si cumple

En la dirección X

$$\Delta_{x1} := 0.00258$$

$$\Delta_{nx} := 0.007$$

if ( $\Delta_{x1} \leq \Delta_{nx}$ , "Ok", "Error") = "Ok"

$$\Delta_{x2} := 0.00236$$

$$\Delta_{nx} := 0.007$$

if ( $\Delta_{x2} \leq \Delta_{nx}$ , "Ok", "Error") = "Ok"

$$\Delta_{x3} := 0.00132$$

$$\Delta_{nx} := 0.007$$

if ( $\Delta_{x2} \leq \Delta_{nx}$ , "Ok", "Error") = "Ok"

En la dirección Y

$$\Delta_{y1} := 0.00077$$

$$\Delta_{ny} := 0.005$$

if ( $\Delta_{y1} \leq \Delta_{ny}$ , "Ok", "Error") = "Ok"

$$\Delta_{y2} := 0.00082$$

$$\Delta_{ny} := 0.005$$

if ( $\Delta_{y2} \leq \Delta_{ny}$ , "Ok", "Error") = "Ok"

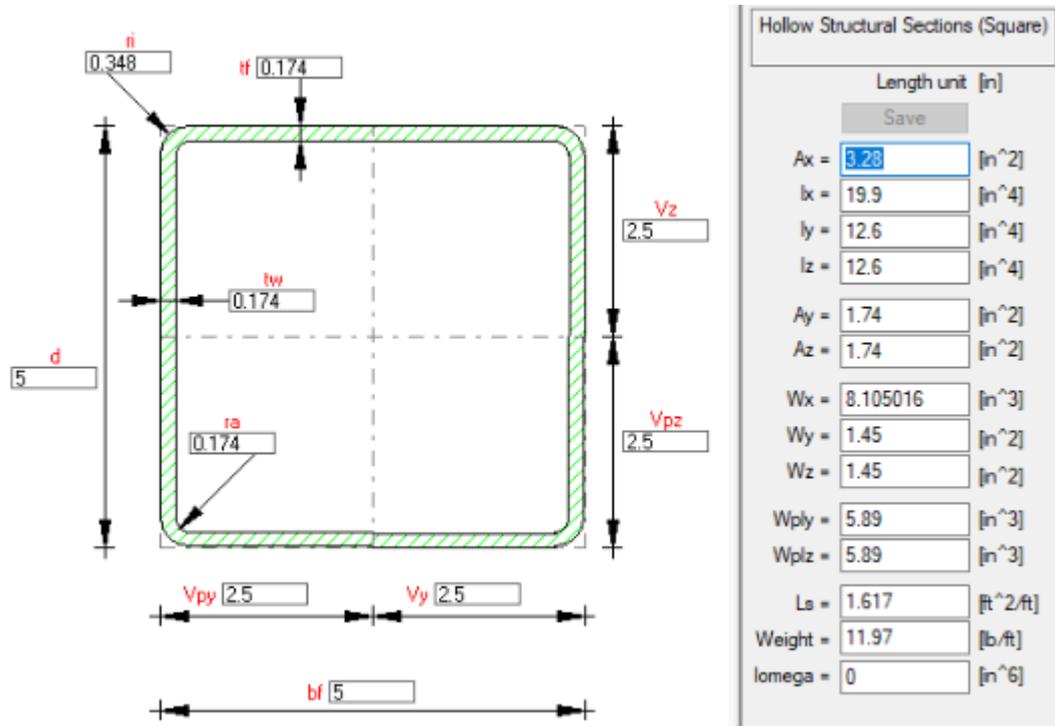
$$\Delta_{y3} := 0.00053$$

$$\Delta_{ny} := 0.005$$

if ( $\Delta_{y2} \leq \Delta_{ny}$ , "Ok", "Error") = "Ok"

## 11.6. Verificación de resistencia de los perfiles

a) Propiedades de las sección



Longitud del arriostre

$$L_a = 5.21 \text{ m}$$

Longitud no soportada

$$L_{an} := \frac{L_a}{2} = 2.60 \text{ m}$$

Altura de la sección

$$d = 12.70 \text{ cm}$$

Ancho de la sección	$b_f := 12.70 \text{ cm}$
Espesor del alma	$t_w := 0.442 \text{ cm}$
Espesor del ala	$t_f := 0.442 \text{ cm}$
Radio de curvatura	$r_c := 0.442 \text{ cm}$
Constante torsional	$J := 828.30 \text{ cm}^4$
Área gruesa	$A_g := 21.20 \text{ cm}^2$
Módulo elástico X	$S_x := 82.60 \text{ cm}^3$
Módulo plástico X	$Z_x := 96.50 \text{ cm}^3$
Inercia en X	$I_x := 524.50 \text{ cm}^4$
Inercia en Y	$I_y := 524.50 \text{ cm}^4$
Radio de giro en X	$r_x := \sqrt{\frac{I_x}{A_g}} = 4.97 \text{ cm}$
Radio de giro en Y	$r_y := \sqrt{\frac{I_y}{A_g}} = 4.97 \text{ cm}$
Distancia entre centroides de . . .	$h_o := d - t_f = 12.26 \text{ cm}$
Espesor del ala mas . . .	$k := t_f + r_x = 54.16 \text{ mm}$
Altura libre del alma	$h := d - 2 \cdot k = 1.87 \text{ cm}$

b) Verificación de la sección sísmicamente compacta

Para la sección tubular

$$\frac{b_f}{t_f} \leq 1.12 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

$$\lambda := \frac{b_f}{t_f} = 28.73$$

$$\lambda_{m\acute{a}x} := 1.40 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 39.74$$

**if** ( $\lambda \leq \lambda_{m\acute{a}x}$ , "Sección compacta", "Sección no compacta") = "Sección compacta"

c) Verificación de esbeltez del perfil

Debido a que el perfil tiene las mismas dimensiones en ambos sentidos, sólo analizamos a la sección en un sentido.

$$\frac{L_{an}}{r_x} \leq 300 \quad e_b := \frac{L_{an}}{r_x} = 52.36 \quad e_{b\_m\acute{a}x} := 300$$

**if** ( $e_b \leq e_{b\_m\acute{a}x}$ , "Elemento no esbelto", "Elemento esbelto") = "Elemento no esbelto"

d) Análisis por tracción del perfil

Factor de minoración	$\phi := 0.90$
Tracción máxima resistente	$T_{m\acute{a}x} := \phi \cdot F_y \cdot A_g = 48292.44 \text{ kgf}$
Tracción máxima actuante	$T_a := 7877.35 \text{ kgf}$

**if** ( $T_a \leq T_{m\acute{a}x}$ , "Ok", "Error") = "Ok"

e) Análisis por compresión del perfil

Factor de minoración	$\phi := 0.90$
Factor de longitud efectiva	
$G_A := 1$	Módulo de rigidez en el tope de la columna debido al empotramiento
$G_B := 1$	Módulo de rigidez en el tope de la columna debido al empotramiento

$$K := 0.90$$

Factor de compresión máxima	$K \cdot e_b = 47.12$
Resistencia de compresión máxima (tabla)	$\phi F_{cr} := 200.10 \text{ MPa}$
Compresión máxima resistente	$C_{m\acute{a}x} := \phi F_{cr} \cdot A_g = 43257.59 \text{ kgf}$
Compresión máxima actuante	$C_a := 5889.32 \text{ kgf}$

**if ( $C_a \leq C_{m\acute{a}x}$ , "Ok", "Error") = "Ok"**

#### f) Carga residual en columnas

Factor de fluencia

$$R_{y'} := 1.50$$

Fuerza en tracción

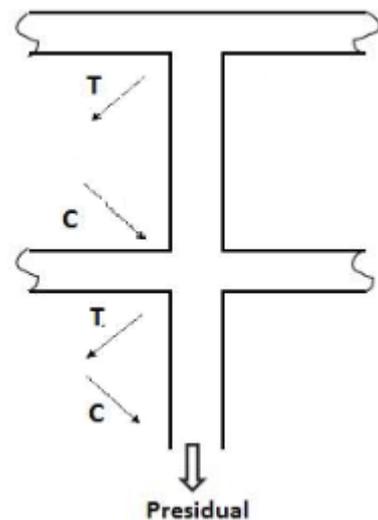
$$P_{tm} := R_{y'} \cdot F_y \cdot A_g = 80487.41 \text{ kgf}$$

Factor en compresión

$$P_{cm} := 0.30 \cdot C_{m\acute{a}x} = 12977.28 \text{ kgf}$$

Carga axial residual

$$P := (P_{tm} + P_{cm}) \cdot \sin(\alpha) \cdot 3 = 172257.07 \text{ kgf}$$



## 12. Refuerzo 2: Cierre de paños con albañilería

Para el modelo de este tipo de refuerzo se utilizará el método de la biela (puntal) equivalente, para lo cuál se plantean tres formulaciones diferentes.

### 12.1. Geometría del pórtico

Altura de	$H := 3.20 \text{ m}$
Longitud de cada tramo	$L := 4.11 \text{ m}$
Número de pisos	$N_{pisos} := 3$
Número de tramos	$N_{tramos} := 4$

Longitud del puntal equivalente	$L_r := \sqrt{H^2 + L^2} = 5.21 \text{ m}$
Ángulo de la riostra respecto a la horizontal	$\alpha := \text{atan}\left(\frac{H}{L}\right) = 37.90 \text{ deg}$
Ángulo de la riostra respecto a la vertical	$\theta := \text{atan}\left(\frac{L}{H}\right) = 52.10 \text{ deg}$
Ancho de la columna	$a_c := 0.30 \text{ m}$
Alto de la columna	$h_c := 0.40 \text{ m}$
Momento de inercia de la columna	$I_c := \frac{a_c \cdot h_c^3}{12} = 160000.00 \text{ cm}^4$
Área de la columna	$A_c := a_c \cdot h_c = 0.12 \text{ m}^2$
Espesor del muro	$e := 0.25 \cdot \text{m}$
Área de la sección transversal del muro	$A_m := L \cdot e = 1.03 \text{ m}^2$

## 12.2. Fórmula de Standfford Smith

Espesor del puntal equivalente	$w_1 = 1.50 \cdot z$
Valor de la constante "z"	$z = \frac{\pi}{2} \cdot \left[ \frac{4 \cdot E_c \cdot I_c \cdot H}{E_m \cdot e \cdot \sin(2 \cdot \theta)} \right]^{0.25}$

Dónde:

- $z$  = Longitud de contacto columna-tabique
- $E_c$  = Módulo de elasticidad del concreto
- $I_c$  = Momento de inercia de la columna
- $H$  = Altura del tabique
- $\theta$  = Ángulo del puntal respecto a la horizontal

Entonces:

$$z := \frac{\pi}{2} \cdot \left( \frac{4 \cdot E_c \cdot I_c \cdot H}{E_m \cdot e \cdot \sin(2 \cdot \theta)} \right)^{0.25} = 1.33 \text{ m}$$

$$w_1 := 1.50 \cdot z = 1.99 \text{ m}$$

### 12.3. Fórmula de Bazán y Meli

Espesor del puntal equivalente  $w_2 = (0.35 + 0.022 \cdot \alpha) \cdot H$

Valor de la constante  $\alpha = \frac{E_c \cdot A_c}{G_m \cdot A_m}$

Válido para:  $0.90 \leq \alpha \leq 11$  y  $0.75 \leq \frac{H}{L} \leq 2.50$

Dónde:  $A_c$  = Área de la sección transversal de la columna

$A_a$  = Área de la sección transversal de la albañilería

$G_m$  = Módulo de corte de la albañilería

$L$  = Longitud del tabique

Entonces:

- Primera condición

$$\alpha := \frac{E_c \cdot A_c}{G_m \cdot A_m} = 1.767$$

if( $0.90 \leq \alpha \leq 11$ , "Ok", "Error") = "Ok"

- Segunda condición

$$\frac{H}{L} = 0.779$$

if( $0.75 \leq \frac{H}{L} \leq 2.50$ , "Ok", "Error") = "Ok"

$$w_2 := (0.35 + 0.022 \cdot \alpha) \cdot H = 1.24 \text{ m}$$

### 12.4. Fórmula de Priestley

Espesor del puntal equivalente

$$w_3 = \frac{L_r}{4} \quad w_3 := \frac{L_r}{4} = 1.30 \text{ m}$$

### 12.5. Espesor del puntal adoptado

$$w := \frac{w_1 + w_2 + w_3}{3} = 1.51 \text{ m}$$

## 12.6. Análisis modal

TABLE: Modal Participating Mass Ratios							
Case	Mode	Period	Frequency	CircFreq	Eigenvalue	SumUX	SumUY
		sec	cyc/sec	rad/sec	rad <sup>2</sup> /sec <sup>2</sup>		
MODAL	20	0.104	9.575	60.1628	3619.5666	0.8675	0.8366
MODAL	21	0.104	9.575	60.163	3619.5901	0.8675	0.8366
MODAL	22	0.101	9.934	62.416	3895.7631	0.9123	0.8778
MODAL	23	0.089	11.231	70.5636	4979.2231	0.9123	0.8778
MODAL	24	0.089	11.231	70.5649	4979.3999	0.9123	0.8778
MODAL	25	0.088	11.338	71.2409	5075.2692	0.9123	0.8778
MODAL	40	0.065	15.335	96.3506	9283.445	0.9368	0.8778
MODAL	41	0.065	15.418	96.8731	9384.3989	0.9921	0.878
MODAL	42	0.061	16.294	102.3773	10481.1081	0.9921	0.878
MODAL	43	0.061	16.294	102.3811	10481.8949	0.9921	0.878
MODAL	44	0.061	16.302	102.4257	10491.0272	0.9922	0.878
MODAL	45	0.061	16.401	103.048	10618.8949	0.9922	0.878
MODAL	59	0.047	21.115	132.6663	17600.3583	0.9922	0.8784
MODAL	60	0.047	21.116	132.6777	17603.3798	0.9922	0.8784
MODAL	61	0.046	21.728	136.5212	18638.0406	0.9928	0.9808

Del análisis modal, se observa que la sumatoria de masa participativa en las direcciones X e Y, son mayores que 0.90; cumpliendo así con la norma E.030.

## 12.4. Análisis sísmico estático

- Los parámetros sísmicos son los siguientes:

$$Z=0.25 \quad U=1.5 \quad C=2.5 \quad S=1.2 \quad T_P=0.6 \text{ s} \quad T_L=2 \text{ s}$$

$$R_x=7.20$$

$$R_y=2.70$$

$$V_x := \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R_x} = 0.156$$

$$V_y := \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R_y} = 0.417$$

- Fuerza cortante en la base:

Story	Output Case	VX tonf	VY tonf
Story1	ESTÁTICO XX	-113.9126	0
Story1	ESTÁTICO YY	0	-228.3729

En la dirección X

$$V_{ex} := 113.91261 \text{ tonnef}$$

En la dirección Y

$$V_{ey} := 228.3729 \text{ tonnef}$$

## 12.5. Análisis sísmico dinámico

- Los parámetros sísmicos son los siguientes:

$$Z=0.25 \quad U=1.5 \quad C=2.5 \quad S=1.2 \quad T_P=0.6 \text{ s} \quad T_L=2 \text{ s}$$

$$R_x=7.20 \quad R_y=2.70$$

- Fuerza cortante en la base:

Output Case	Case Type	Step Type	FX kgf	FY kgf
DINÁMICO XX	LinRespSpec	Max	72802.92	7217.61
DINÁMICO YY	LinRespSpec	Max	19246.56	139632.72

En la dirección X  $V_{dx} := 72.8029 \text{ tonnef}$

En la dirección Y  $V_{dy} := 139.6327 \text{ tonnef}$

- Comparación de fuerza cortante (estática y dinámica) en la base:

De acuerdo a la norma E.030; por ser una estructura irregular, la fuerza cortante en la base debida al análisis dinámico debe ser igual o mayor al 90% de la fuerza cortante debida al análisis estático.

En la dirección X  $\text{if}(V_{dx} \geq 0.90 V_{ex}, \text{"Ok"}, \text{"Error"}) = \text{"Error"}$

En la dirección Y  $\text{if}(V_{dy} \geq 0.90 V_{ey}, \text{"Ok"}, \text{"Error"}) = \text{"Error"}$

Factor de corrección dirección X  $F_{xx} := \frac{(V_{ex} \cdot 0.90)}{V_{dx}} = 1.408$

Factor de corrección dirección Y  $F_{yy} := \frac{(V_{ey} \cdot 0.90)}{V_{dy}} = 1.472$

- Fuerzas cortantes corregidas

Output Case	Case Type	Step Type	FX kgf	FY kgf
DINÁMICO XX	LinRespSpec	Max	102579.31	10169.61
DINÁMICO YY	LinRespSpec	Max	28330.94	205539.36

- Cortante corregido en la dirección X

$$V_{dx} := 102.5793 \text{ tonnef}$$

$$\text{if}(V_{dx} \geq 0.90 V_{ex}, \text{"Ok"}, \text{"Error"}) = \text{"Ok"}$$

Cortante corregido en la dirección Y

$$V_{dy} := 205.5394 \text{ tonnef}$$

$$\text{if}(V_{dy} \geq 0.90 V_{ey}, \text{"Ok"}, \text{"Error"}) = \text{"Ok"}$$

- Derivas de entrepiso:

De acuerdo a la norma E.030; por se una estructura irregular, las derivas de entrepiso deben ser igual  $0.85R$  y menores a 0.005 (albañilería) y 007 (concreto armado)

Piso	Dirección	Altura (m)	Desplazamiento (m)	Deriva ( $\Delta$ )	Deriva límite $\Delta_n$	$\Delta_x \leq \Delta_{nx}$ $\Delta_y \leq \Delta_{ny}$	Condición
3	XX	3.20	0.002993	0.00130	0.007	$0.0013 < 0.007$	Si cumple
2	XX	3.20	0.002313	0.00213	0.007	$0.0021 < 0.007$	Si cumple
1	XX	3.20	0.001198	0.00229	0.007	$0.0023 < 0.007$	Si cumple
3	YY	3.20	0.002761	0.00050	0.005	$0.0005 < 0.005$	Si cumple
2	YY	3.20	0.002062	0.00076	0.005	$0.0008 < 0.005$	Si cumple
1	YY	3.20	0.000998	0.00072	0.005	$0.0007 < 0.005$	Si cumple

En la dirección X

$$\Delta_{x1} := 0.00229$$

$$\Delta_{nx} := 0.007$$

$$\text{if}(\Delta_{x1} \leq \Delta_{nx}, \text{"Ok"}, \text{"Error"}) = \text{"Ok"}$$

$$\Delta_{x2} := 0.00213$$

$$\Delta_{nx} := 0.007$$

$$\text{if}(\Delta_{x2} \leq \Delta_{nx}, \text{"Ok"}, \text{"Error"}) = \text{"Ok"}$$

$$\Delta_{x3} := 0.00130$$

$$\Delta_{nx} := 0.007$$

$$\text{if}(\Delta_{x3} \leq \Delta_{nx}, \text{"Ok"}, \text{"Error"}) = \text{"Ok"}$$

En la dirección Y

$$\Delta_{y1} := 0.00072$$

$$\Delta_{ny} := 0.005$$

$$\text{if}(\Delta_{y1} \leq \Delta_{ny}, \text{"Ok"}, \text{"Error"}) = \text{"Ok"}$$

$$\Delta_{y2} := 0.00076$$

$$\Delta_{ny} := 0.005$$

$$\text{if}(\Delta_{y2} \leq \Delta_{ny}, \text{"Ok"}, \text{"Error"}) = \text{"Ok"}$$

$$\Delta_{y3} := 0.00050$$

$$\Delta_{ny} := 0.005$$

$$\text{if}(\Delta_{y3} \leq \Delta_{ny}, \text{"Ok"}, \text{"Error"}) = \text{"Ok"}$$

## 12.7. Verificación de la resistencia del puntal

a) Resistencia por aplastamiento

$$R_c = 0.12 \cdot f_m \cdot L_r \cdot e$$

$$R_c := 0.12 \cdot f_m \cdot L_r \cdot e = 101572.54 \text{ kgf}$$

b) Resistencia por tracción diagonal

$$R_t = 0.85 \cdot \sqrt{f_m} \cdot L_r \cdot e$$

$$R_t := 0.85 \cdot \sqrt{f_m \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \cdot L_r \cdot e = 89239.54 \text{ kgf}$$

c) Resistencia por corte

$$R_z = \frac{f_z \cdot L_r \cdot e}{1 - 0.40 \cdot \frac{H}{L}} \quad f_z := 4 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$R_z := \frac{f_z \cdot L_r \cdot e}{1 - 0.40 \cdot \frac{H}{L}} = 75647.94 \text{ kgf}$$

d) Verificación de la resistencia del puntal

Resistencia del puntal  $R := \min(R_c, R_t, R_z) = 75647.94 \text{ kgf}$

Fuerza actuante en el puntal  $F_a := 17860.01 \text{ kgf}$

**if** ( $F_a \leq R$ , "Ok", "Error") = "Ok"

### 13. Refuerzo 3: Colocación de aletas de concreto armado

Para el modelo de este tipo de refuerzo se utilizará el método de la biela (puntal) equivalente, para lo cuál se plantean tres formulaciones diferentes.

#### 13.1. Geometría del pórtico

Altura de  $H := 3.20 \text{ m}$

Longitud de cada tramo  $L := 4.11 \text{ m}$

Número de pisos  $N_{pisos} := 3$

Número de tramos  $N_{tramos} := 4$

Longitud del puntal equivalente

$$L_r := \sqrt{H^2 + L^2} = 5.21 \text{ m}$$

Ángulo de la riostra respecto a la

$$\alpha := \text{atan}\left(\frac{H}{L}\right) = 37.90 \text{ deg}$$

Ángulo de la riostra respecto a la

$$\theta := \text{atan}\left(\frac{L}{H}\right) = 52.10 \text{ deg}$$

Ancho de la columna

$$a_c := 0.30 \text{ m}$$

Alto de la columna

$$h_c := 0.40 \text{ m}$$

### 13.2. Predimensionamiento de aletas

Resistencia a compresión del concreto en las aletas

$$f_{cal} := 210 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Ancho de aletas

$$a_{ac} := 0.20 \text{ m}$$

Largo de aletas

$$l_{ac} := 0.50 \text{ m}$$

Área de aletas

$$A_{ac} := a_{ac} \cdot l_{ac} = 1000.00 \text{ cm}^2$$

Cuantía mínima

$$\rho_{min} := 0.01 \cdot A_{ac} = 10.00 \text{ cm}^2$$

Cuantía máxima

$$\rho_{m\acute{a}x} := 0.06 \cdot A_{ac} = 60.00 \text{ cm}^2$$

Acero a utilizar en las aletas

$$d_{b\#5} := \frac{5}{8} \text{ in} = 1.59 \text{ cm}$$

$$A_{b\#5} := \frac{\pi \cdot d_{b\#5}^2}{4} = 1.98 \text{ cm}^2$$

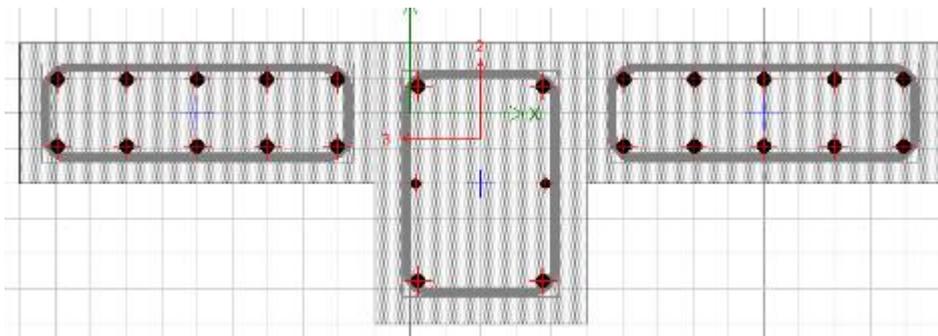
$$d_{b\#6} := \frac{3}{4} \text{ in} = 1.91 \text{ cm}$$

$$A_{b\#6} := \frac{\pi \cdot d_{b\#6}^2}{4} = 2.85 \text{ cm}^2$$

Cantidad de acero en las aletas

$$As_{al} := 10 \cdot A_{b\#6} = 28.50 \text{ cm}^2$$

$$\text{if}(\rho_{min} \leq As_{al} \leq \rho_{m\acute{a}x}, \text{"Ok"}, \text{"Error"}) = \text{"Ok"}$$



### 13.3. Análisis modal

TABLE: Modal Participating Mass Ratios							
Case	Mode	Period	Frequency	CircFreq	Eigenvalue	SumUX	SumUY
		sec	cyc/sec	rad/sec	rad <sup>2</sup> /sec <sup>2</sup>		
MODAL	43	0.059	16.875	106.0293	11242.2205	0.9858	0.8917
MODAL	44	0.058	17.374	109.1618	11916.3003	0.9889	0.8919
MODAL	45	0.056	17.963	112.865	12738.5161	0.9889	0.8919
MODAL	46	0.055	18.139	113.9684	12988.7997	0.9889	0.8919
MODAL	47	0.054	18.496	116.2109	13504.9782	0.9889	0.8919
MODAL	48	0.054	18.672	117.3197	13763.9011	0.9889	0.8919
MODAL	49	0.053	18.881	118.6324	14073.6463	0.9889	0.8919
MODAL	50	0.052	19.067	119.8034	14352.8553	0.9889	0.8919
MODAL	51	0.052	19.281	121.1453	14676.1728	0.9889	0.892
MODAL	52	0.051	19.548	122.8257	15086.1491	0.9889	0.892
MODAL	53	0.051	19.611	123.2187	15182.8571	0.9889	0.892
MODAL	54	0.051	19.73	123.9648	15367.279	0.9889	0.892
MODAL	55	0.05	20.085	126.1958	15925.3874	0.9889	0.892
MODAL	56	0.05	20.128	126.4709	15994.9006	0.989	0.8921
MODAL	57	0.044	22.647	142.2927	20247.1999	0.989	0.8921
MODAL	58	0.044	22.79	143.1915	20503.7983	0.989	0.8956
MODAL	59	0.044	22.887	143.8035	20679.4471	0.989	0.899
MODAL	60	0.044	22.895	143.8535	20693.8189	0.9891	0.9129

Del análisis modal, se observa que la sumatoria de masa participativa en las direcciones X e Y, son mayores que 0.90; cumpliendo así con la norma E.030.

### 13.4. Análisis sísmico estático

- Los parámetros sísmicos son los siguientes:

$$Z=0.25 \quad U=1.5 \quad C=2.5 \quad S=1.2 \quad T_p=0.6 \text{ s} \quad T_L=2 \text{ s}$$

$$R_x=7.20 \quad R_y=2.70$$

$$V_x := \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R_x} = 0.156 \quad V_y := \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R_y} = 0.417$$

- Fuerza cortante en la base:

Story	Output Case	VX tonf	VY tonf
Story1	ESTÁTICO XX	-108.0942	0
Story1	ESTÁTICO YY	0	-216.7081

En la dirección X  $V_{ex} := 108.0942$  **tonnef**

En la dirección Y  $V_{ey} := 216.7081$  **tonnef**

### 13.5. Análisis sísmico dinámico

- Los parámetros sísmicos son los siguientes:

$$Z=0.25 \quad U=1.5 \quad C=2.5 \quad S=1.2 \quad T_P=0.6 \text{ s} \quad T_L=2 \text{ s}$$

$$R_x=7.20 \quad R_y=2.70$$

- Fuerza cortante en la base:

Story	Output Case	VX tonf	VY tonf
Story1	DINÁMICO XX	63.5008	3.7739
Story1	DINÁMICO YY	10.0636	154.8779

En la dirección X  $V_{dx} := 63.5008$  **tonnef**

En la dirección Y  $V_{dy} := 154.8779$  **tonnef**

- Comparación de fuerza cortante (estática y dinámica) en la base:

De acuerdo a la norma E.030; por ser una estructura irregular, la fuerza cortante en la base debida al análisis dinámico debe ser igual o mayor al 90% de la fuerza cortante debida al análisis estático.

En la dirección X **if** ( $V_{dx} \geq 0.90 V_{ex}$ , "Ok", "Error") = "Error"

En la dirección Y **if** ( $V_{dy} \geq 0.90 V_{ey}$ , "Ok", "Error") = "Error"

Factor de corrección dirección X  $F_{xx} := \frac{(V_{ex} \cdot 0.90)}{V_{dx}} = 1.532$

Factor de corrección dirección Y  $F_{yy} := \frac{(V_{ey} \cdot 0.90)}{V_{dy}} = 1.259$

- Fuerzas cortantes corregidas

Story	Output Case	VX tonf	VY tonf
Story1	DINÁMICO XX	97.3467	5.7854
Story1	DINÁMICO YY	12.6802	195.1462

- Cortante corregido en la dirección X

$$V_{dx} := 97.3467 \text{ tonnef}$$

$$\text{if}(V_{dx} \geq 0.90 V_{ex}, \text{"Ok"}, \text{"Error"}) = \text{"Ok"}$$

Cortante corregido en la dirección Y

$$V_{dy} := 195.1462 \text{ tonnef}$$

$$\text{if}(V_{dy} \geq 0.90 V_{ey}, \text{"Ok"}, \text{"Error"}) = \text{"Ok"}$$

- Derivas de entropiso:

De acuerdo a la norma E.030; por se una estructura irregular, las derivas de entropiso deben ser igual 0.85R y menores a 0.005 (albañilería) y 007 (concreto armado)

Piso	Dirección	Altura (m)	Desplazamiento (m)	Deriva (Δ)	Deriva limite Δ <sub>n</sub>	Δ <sub>x</sub> ≤ Δ <sub>nx</sub> Δ <sub>y</sub> ≤ Δ <sub>ny</sub>	Condición
3	XX	3.20	0.006971	0.00510	0.007	0.0051 < 0.007	Si cumple
2	XX	3.20	0.004306	0.00499	0.007	0.005 < 0.007	Si cumple
1	XX	3.20	0.001694	0.00324	0.007	0.0032 < 0.007	Si cumple
3	YY	3.20	0.003378	0.00064	0.005	0.0006 < 0.005	Si cumple
2	YY	3.20	0.002481	0.00094	0.005	0.0009 < 0.005	Si cumple
1	YY	3.20	0.001170	0.00084	0.005	0.0008 < 0.005	Si cumple

En la dirección X

$$\Delta_{x1} := 0.00324$$

$$\Delta_{nx} := 0.007$$

$$\text{if}(\Delta_{x1} \leq \Delta_{nx}, \text{"Ok"}, \text{"Error"}) = \text{"Ok"}$$

$$\Delta_{x2} := 0.00499$$

$$\Delta_{nx} := 0.007$$

$$\text{if}(\Delta_{x2} \leq \Delta_{nx}, \text{"Ok"}, \text{"Error"}) = \text{"Ok"}$$

$$\Delta_{x3} := 0.00510$$

$$\Delta_{nx} := 0.007$$

$$\text{if}(\Delta_{x2} \leq \Delta_{nx}, \text{"Ok"}, \text{"Error"}) = \text{"Ok"}$$

En la dirección Y

$$\Delta_{y1} := 0.00084$$

$$\Delta_{ny} := 0.005$$

$$\text{if}(\Delta_{y1} \leq \Delta_{ny}, \text{"Ok"}, \text{"Error"}) = \text{"Ok"}$$

$$\Delta_{y2} := 0.00094$$

$$\Delta_{ny} := 0.005$$

$$\text{if}(\Delta_{y2} \leq \Delta_{ny}, \text{"Ok"}, \text{"Error"}) = \text{"Ok"}$$

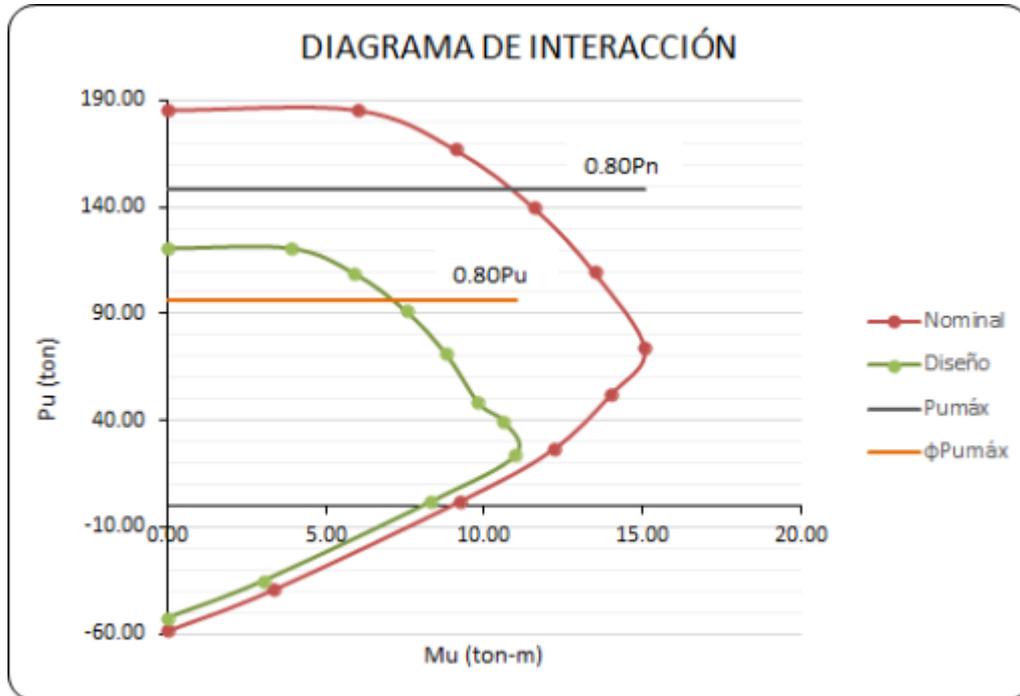
$$\Delta_{y3} := 0.00064$$

$$\Delta_{ny} := 0.005$$

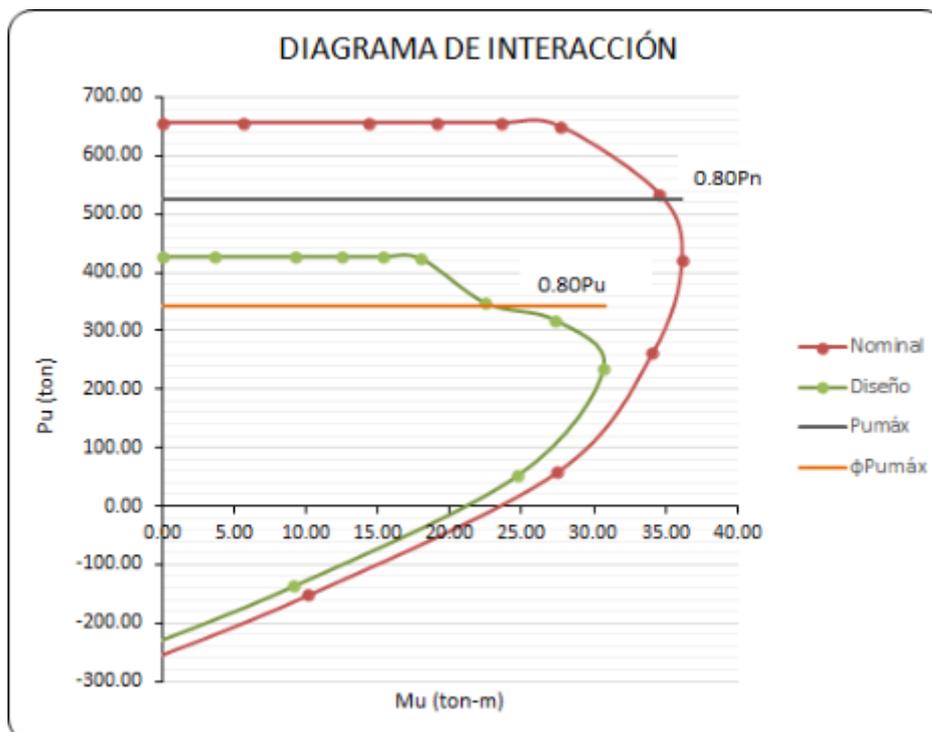
if ( $\Delta_{y2} \leq \Delta_{ny}$ , "Ok", "Error") = "Ok"

### 13.6. Verificación de la resistencia de la columna reforzada

a) Diagrama de interacción de la columna sin refuerzo



b) Diagrama de interacción de la columna con refuerzo



c) Resistencia del concreto a corte

Fuerza cortante actuante

$$V_a := 14.79 \text{ tonnef}$$

Fuerza cortante resistente del concreto

$$V_c := \phi_c \cdot 0.53 \cdot \sqrt{f_c \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \cdot \left( 1 + \frac{101.62 \text{ tonnef}}{140 \cdot (A_c + A_{ac})} \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{kgf}} \right) \cdot (a_c \cdot (h_c - r) + a_{ac} \cdot (l_{ac} - r))$$

$$V_c = 15.72 \text{ tonnef}$$

Fuerza cortante resistente del acero

$$V_s = \frac{\phi_c \cdot A_v \cdot f_y \cdot d}{s}$$

Acero del estribo

$$d_{b\#3} := \frac{3}{8} \text{ in} = 0.95 \text{ cm} \quad A_{b\#3} := \frac{\pi \cdot d_{b\#3}^2}{4} = 0.71 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento del estribo

$$s := 10 \text{ cm}$$

Área de corte del estribo

$$A_v := 2 \cdot A_{b\#3} = 1.43 \text{ cm}^2$$

Peralte efectivo de la columna

$$d := h_c - r = 0.36 \text{ m}$$

Fuerza cortante resistente del acero

$$V_s := \frac{\phi_c \cdot A_v \cdot f_y \cdot d}{s} = 18.32 \text{ tonnef}$$

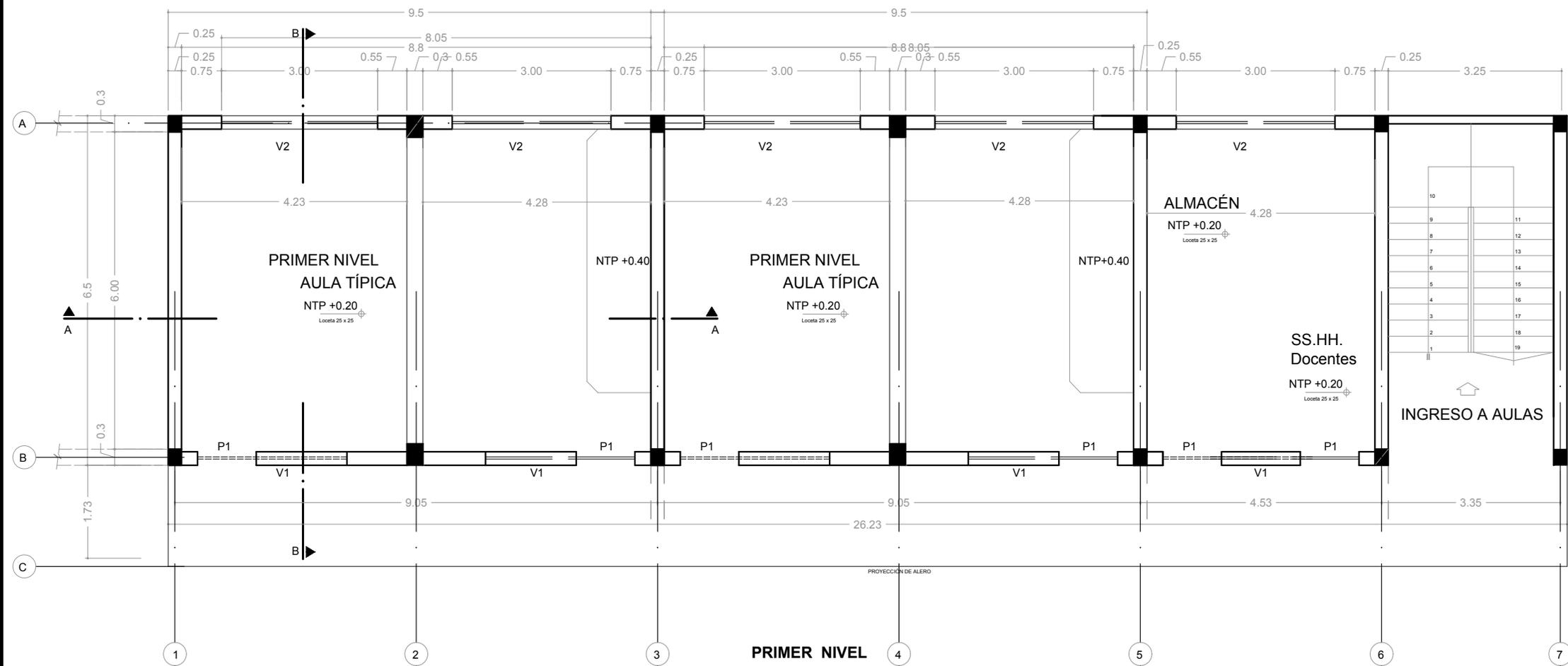
Fuerza cortante resistente del concreto y del acero

$$V_i := V_c + V_s = 34.03 \text{ tonnef}$$

$$\text{if}(V_i \geq V_a, \text{"Ok"}, \text{"Error"}) = \text{"Ok"}$$

**ANEXO 01**

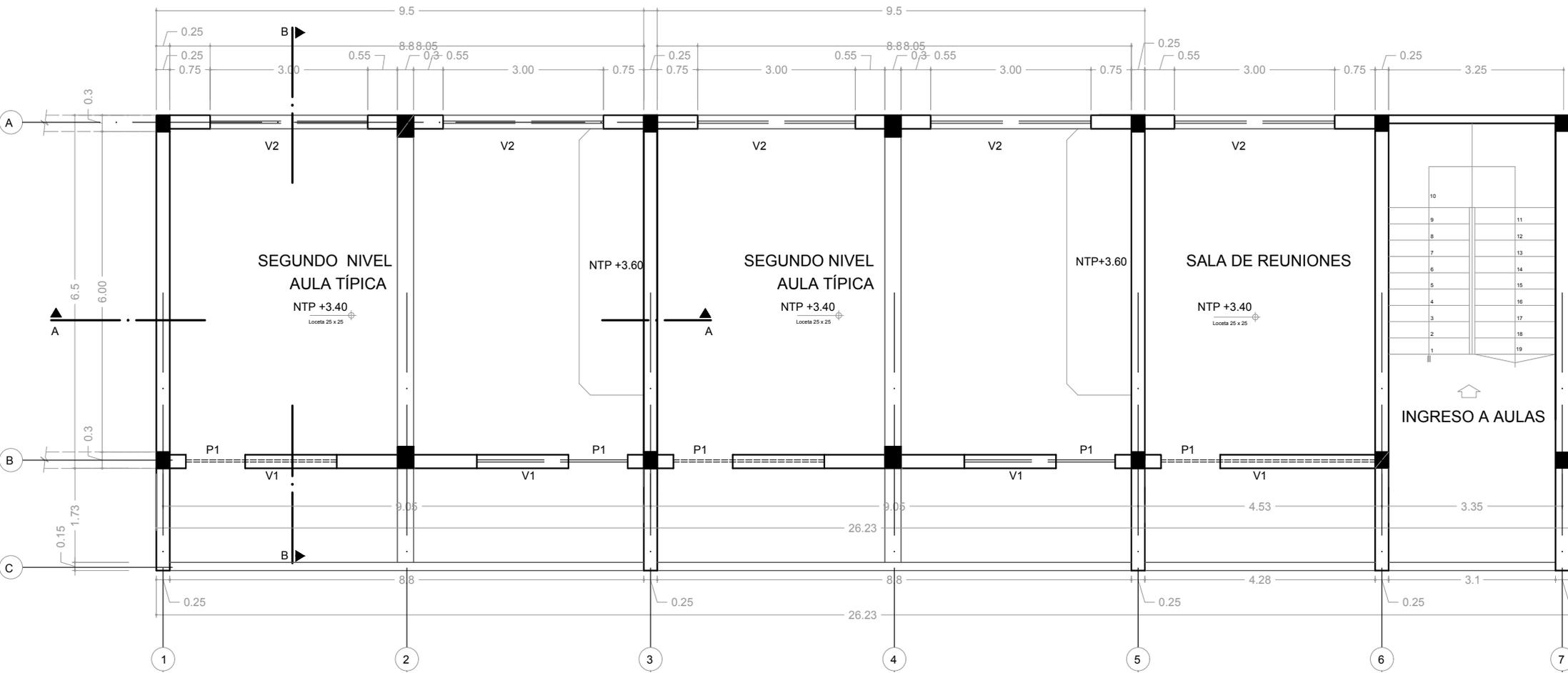
**PLANOS**



PLANO DE ARQUITECTURA PRIMER NIVEL-  
PABELLÓN B

ESCALA: 1/100

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA</b> <b>ESCUELA DE POSGRADO</b>		
	<small>TESIS: "COMPARACIÓN DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DE LA I.E. SANTA RAFAELA MARÍA - CHOTA, CONSIDERANDO TRES TIPOS DE REFUERZO ESTRUCTURAL"</small>		
<b>ARQUITECTURA-</b> <b>PABELLÓN B</b>	<small>MAESTRISTA:</small> <b>Bachiller. Carla Tatiana DIAZ TAFUR</b>		
	<small>LOCALIDAD:</small> <b>CHOTA</b>	<small>DISTRITO:</small> <b>CHOTA</b>	<small>ESCALA:</small> <b>INDICADA</b>
	<small>PROVINCIA:</small> <b>CHOTA</b>	<small>DEPARTAMENTO:</small> <b>CAJAMARCA</b>	<small>PLANO N°:</small> <b>A-01</b>
	<small>FECHA:</small> <b>AGOSTO 2022</b>		

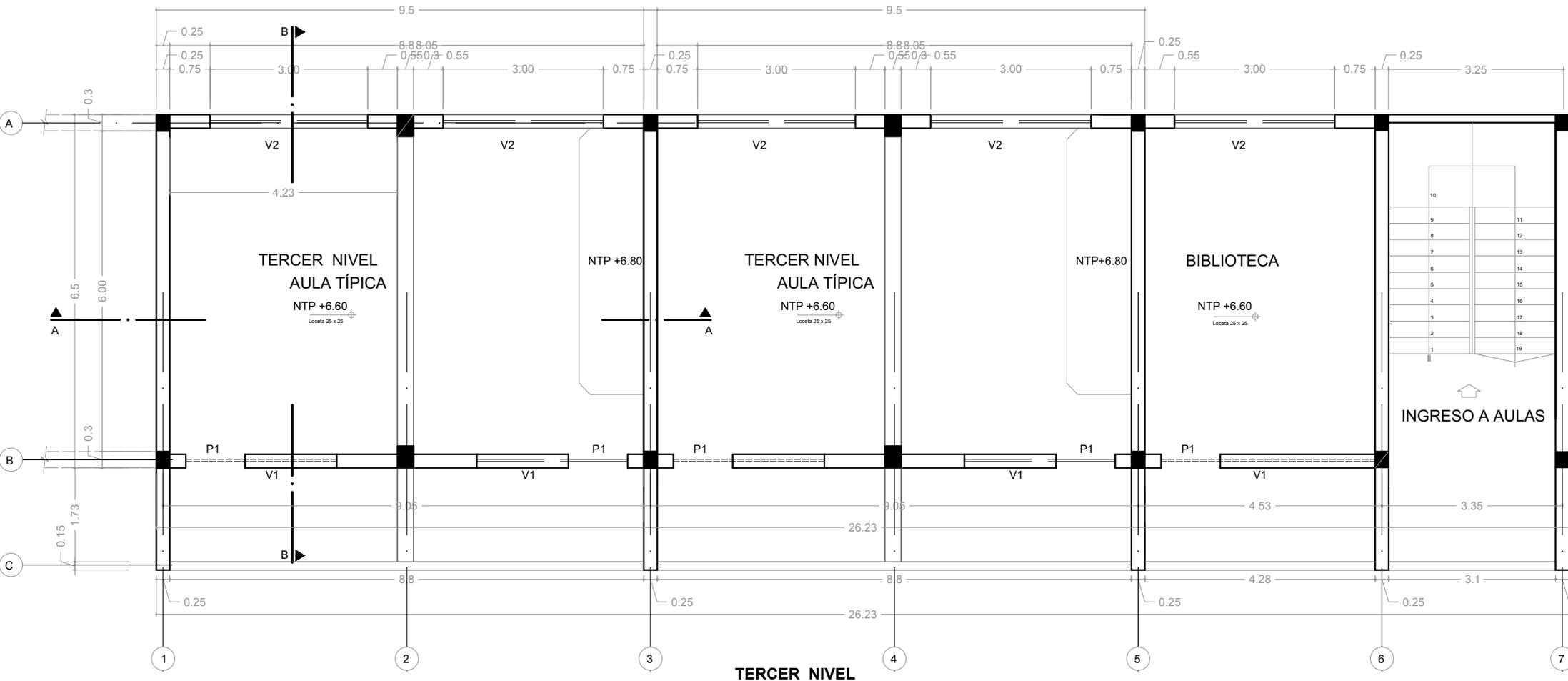


**SEGUNDO NIVEL**

**PLANO DE ARQUITECTURA SEGUNDO NIVEL-  
PABELLÓN B**

ESCALA: 1/100

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA</b> <b>ESCUELA DE POSGRADO</b>		
	<small>TESIS: "COMPARACIÓN DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DE LA I.E. SANTA RAFAELA MARÍA - CHOTA, CONSIDERANDO TRES TIPOS DE REFUERZO ESTRUCTURAL"</small>		
<b>ARQUITECTURA- PABELLÓN B</b>	<small>MAESTRISTA:</small> <b>Bachiller. Carla Tatiana DIAZ TAFUR</b>		
	<small>LOCALIDAD:</small> <b>CHOTA</b>	<small>DISTRITO:</small> <b>CHOTA</b>	<small>ESCALA:</small> <b>INDICADA</b>
	<small>PROVINCIA:</small> <b>CHOTA</b>	<small>DEPARTAMENTO:</small> <b>CAJAMARCA</b>	<small>PLANO N°:</small> <b>A=02</b>
	<small>FECHA:</small> <b>AGOSTO 2022</b>		

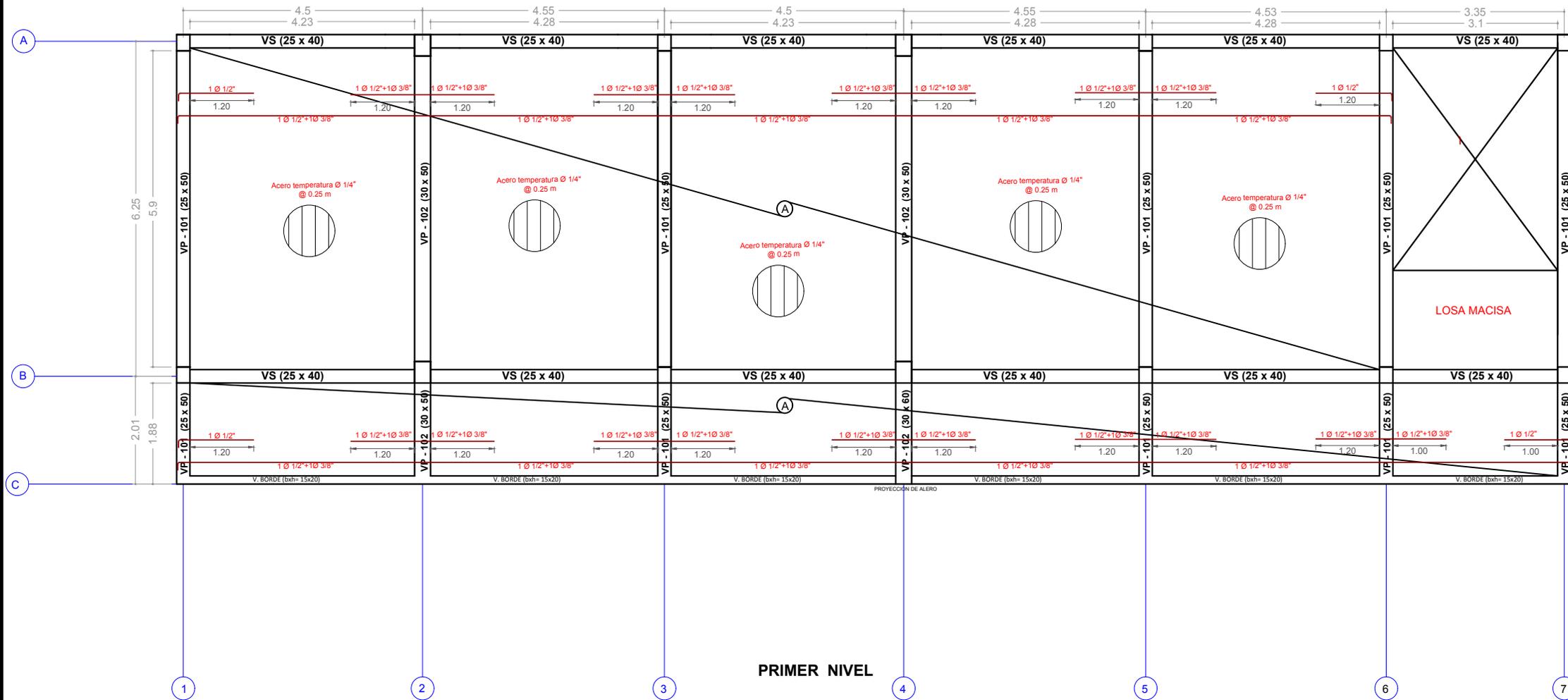


TERCER NIVEL

PLANO DE ARQUITECTURA TERCER NIVEL-  
PABELLÓN B

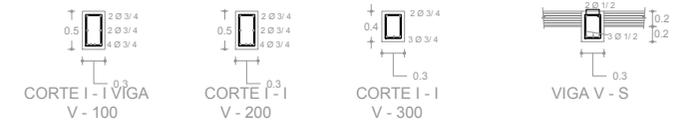
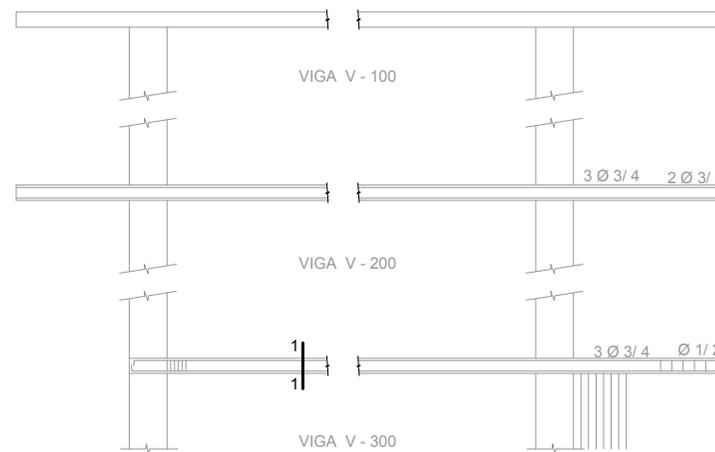
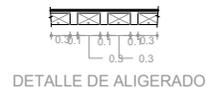
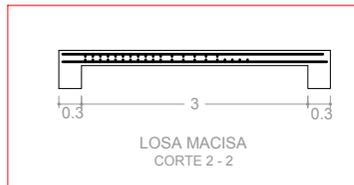
ESCALA: 1/100

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA</b> <b>ESCUELA DE POSGRADO</b>		
	<small>TESIS:</small> "COMPARACIÓN DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DE LA I.E. SANTA RAFAELA MARÍA - CHOTA, CONSIDERANDO TRES TIPOS DE REFUERZO ESTRUCTURAL"		
<b>ARQUITECTURA-</b> <b>PABELLÓN B</b>	<small>MAESTRISTA:</small> <b>Bachiller. Carla Tatiana DIAZ TAFUR</b>		
	<small>LOCALIDAD:</small> <b>CHOTA</b>	<small>DISTRITO:</small> <b>CHOTA</b>	<small>ESCALA:</small> <b>INDICADA</b>
	<small>PROVINCIA:</small> <b>CHOTA</b>	<small>DEPARTAMENTO:</small> <b>CAJAMARCA</b>	<small>PLANO N°:</small> <b>A=03</b>
	<small>FECHA:</small> <b>AGOSTO 2022</b>		

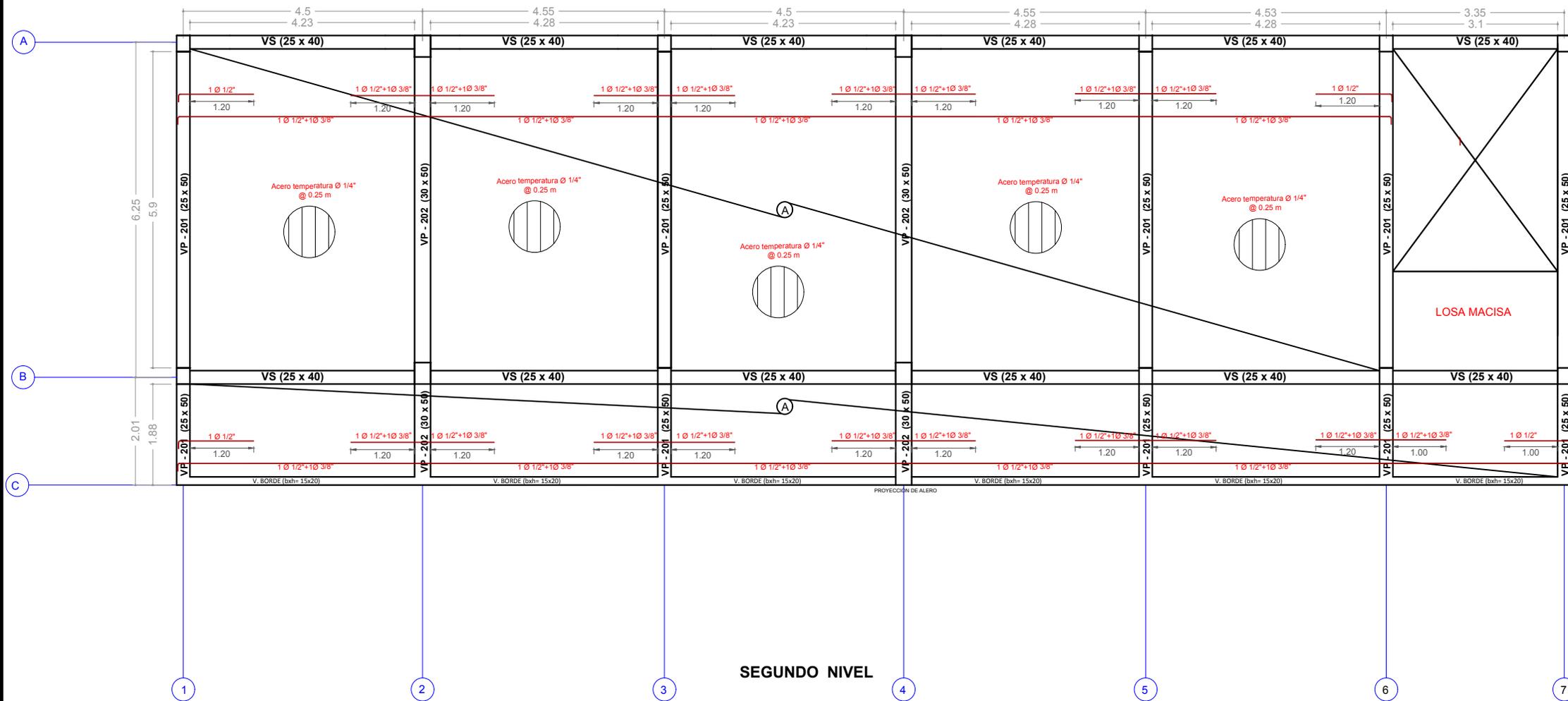


PLANO DE ESTRUCTURAS PRIMER NIVEL-  
PABELLÓN B

ESCALA: 1/100



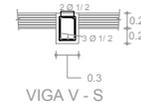
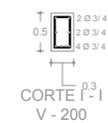
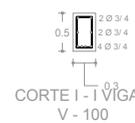
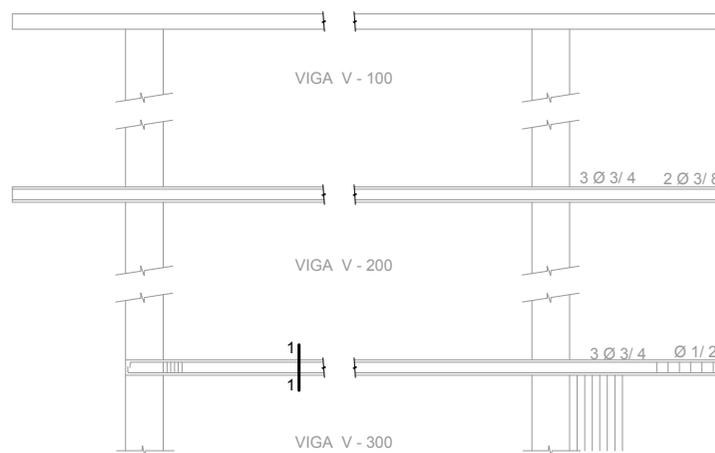
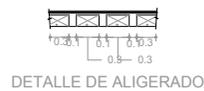
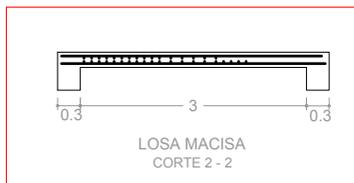
	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA</b> <b>ESCUELA DE POSGRADO</b>		
	TESIS: "COMPARACIÓN DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DE LA I.E. SANTA RAFAELA MARÍA - CHOTA, CONSIDERANDO TRES TIPOS DE REFUERZO ESTRUCTURAL"		
PLANO: <b>ESTRUCTURA</b> <b>-PABELLÓN B</b>	MAESTRISTA: <b>Bachiller. Carla Tatiana DIAZ TAFUR</b>	LOCALIDAD: <b>CHOTA</b>	DISTRITO: <b>CHOTA</b>
	PROVINCIA: <b>CHOTA</b>	DEPARTAMENTO: <b>CAJAMARCA</b>	ESCALA: <b>INDICADA</b>
	FECHA: <b>AGOSTO 2022</b>		PLANO N°: <b>E-01</b>



SEGUNDO NIVEL

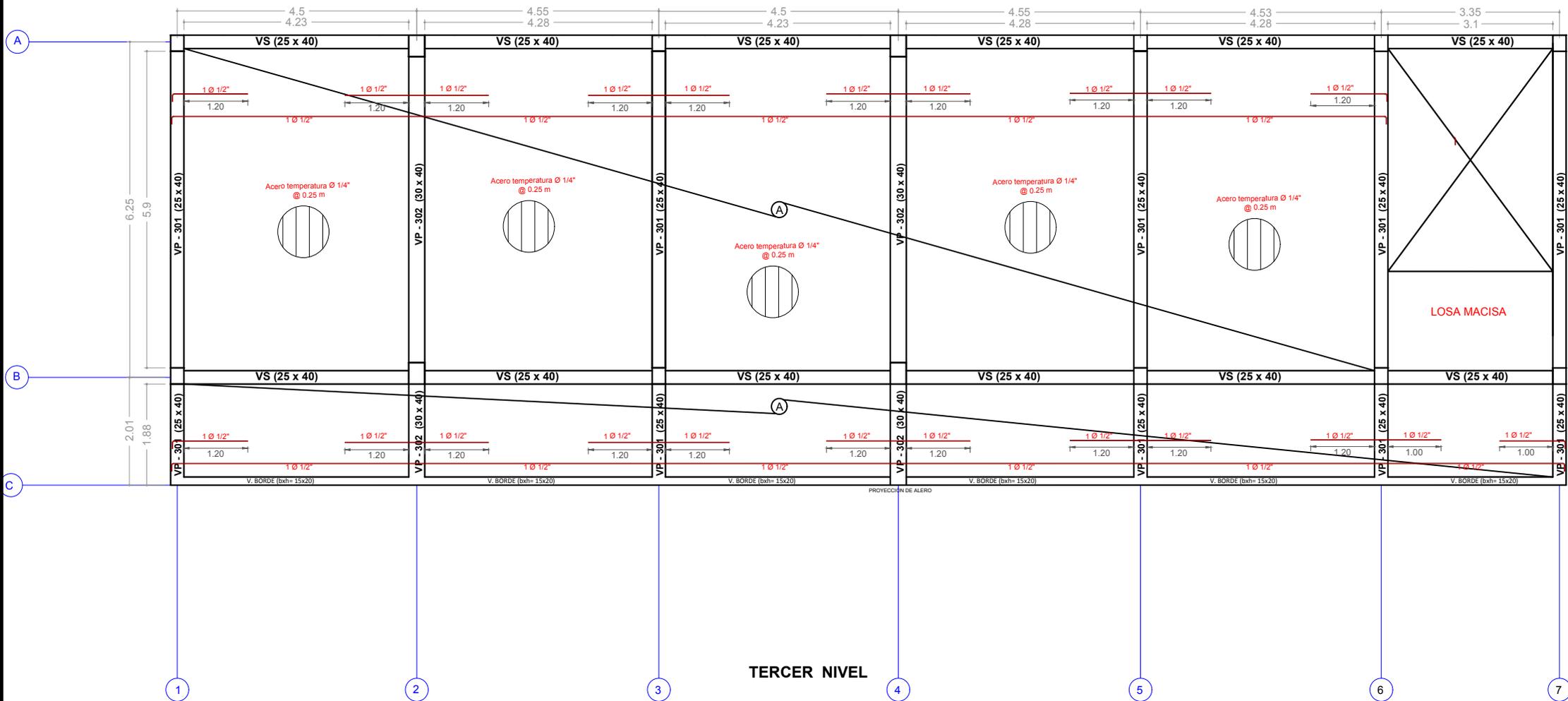
PLANO DE ESTRUCTURA SEGUNDO NIVEL-  
PABELLÓN B

ESCALA: 1/100



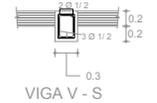
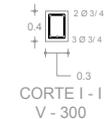
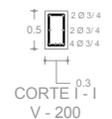
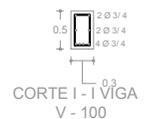
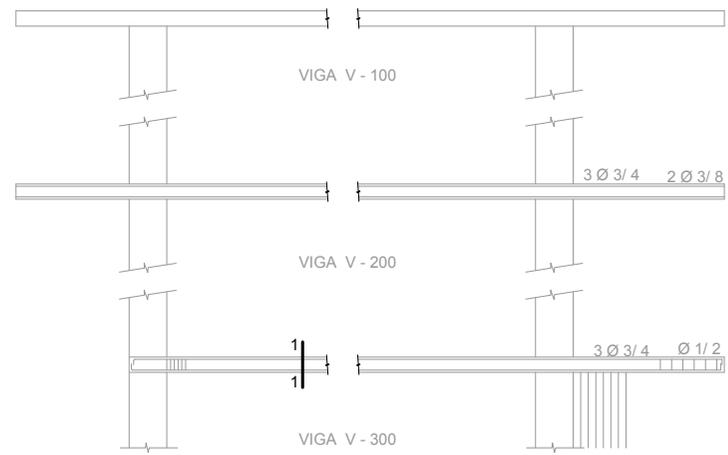
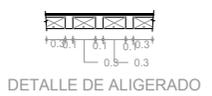
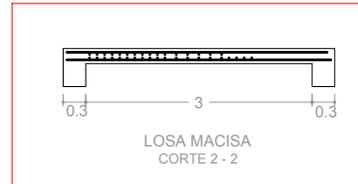
	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA</b> <b>ESCUELA DE POSGRADO</b>		
	TESIS: "COMPARACIÓN DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DE LA I.E. SANTA RAFAELA MARÍA - CHOTA, CONSIDERANDO TRES TIPOS DE REFUERZO ESTRUCTURAL"		
	MAESTRISTA: <b>Bachiller. Carla Tatiana DIAZ TAFUR</b>	ESCALA: <b>INDICADA</b>	
	LOCALIDAD: <b>CHOTA</b>	DISTRITO: <b>CHOTA</b>	PLANO N°: <b>E-02</b>
PROVINCIA: <b>CHOTA</b>		DEPARTAMENTO: <b>CAJAMARCA</b>	
FECHA: <b>AGOSTO 2022</b>			

ESTRUCTURAS-  
PABELLÓN B

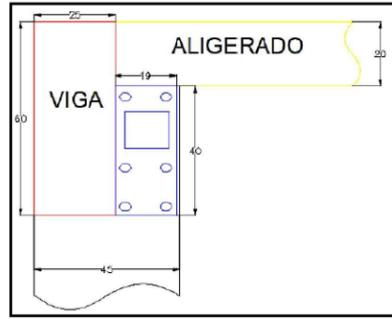


PLANO DE ESTRUCTURA TERCER NIVEL-  
PABELLÓN B

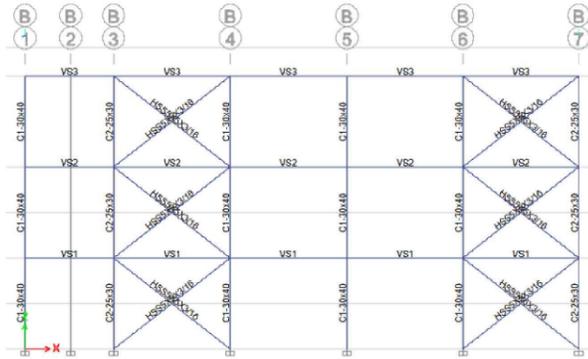
ESCALA: 1/100



	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA</b> <b>ESCUELA DE POSGRADO</b>		
	TESIS: "COMPARACIÓN DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DE LA I.E. SANTA RAFAELA MARÍA - CHOTA, CONSIDERANDO TRES TIPOS DE REFUERZO ESTRUCTURAL"		
PLANO: <b>ESTRUCTURAS- PABELLÓN B</b>	MAESTRISTA: <b>Bachiller. Carla Tatiana DIAZ TAFUR</b>	LOCALIDAD: <b>CHOTA</b>	DISTRITO: <b>CHOTA</b>
	PROVINCIA: <b>CHOTA</b>	DEPARTAMENTO: <b>CAJAMARCA</b>	ESCALA: <b>INDICADA</b>
	FECHA: <b>AGOSTO 2022</b>	PLANO N°: <b>E-03</b>	



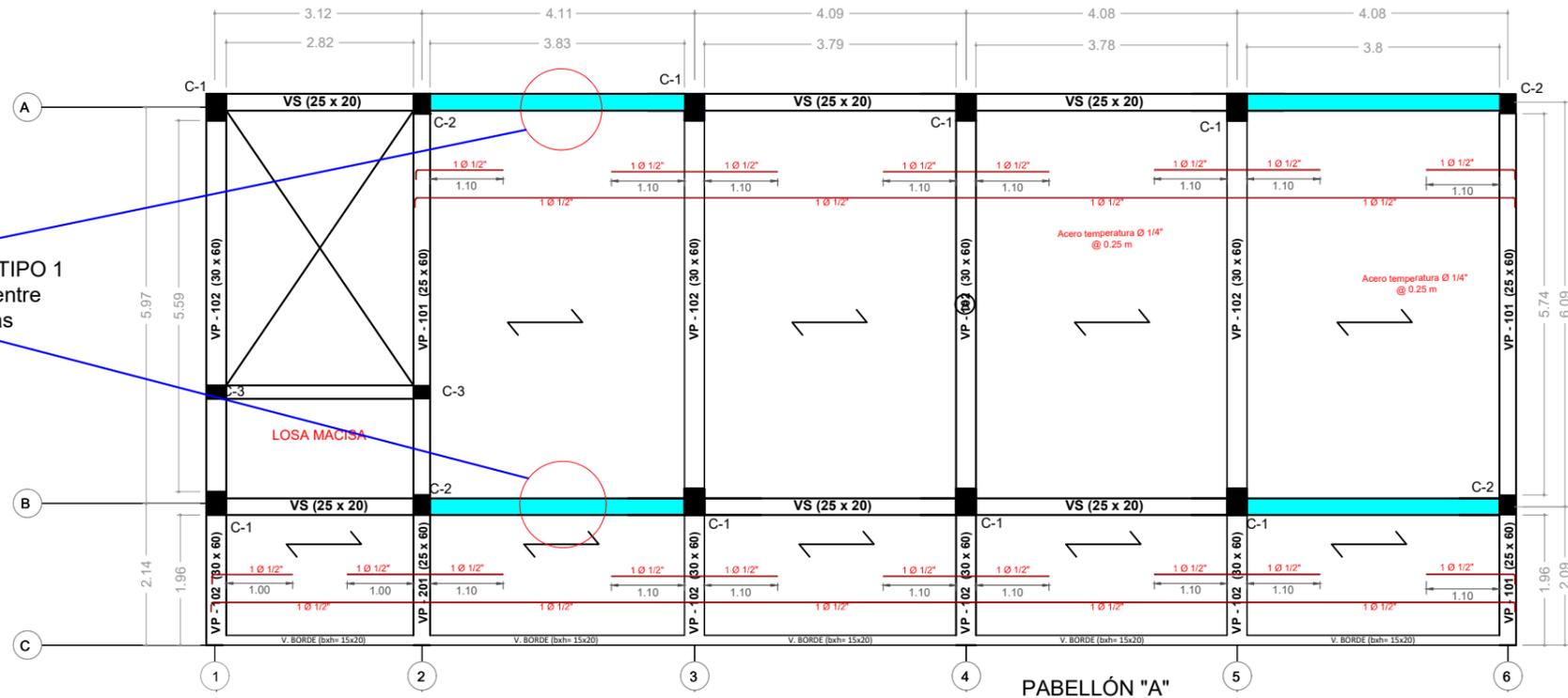
Detalle de la instalación de la plancha de acero en la columna



Ubicación de los arriostres entre columnas en eje "B-B" y "E-E" entre los ejes 3-4 y 6-7. - Pabellón "A"

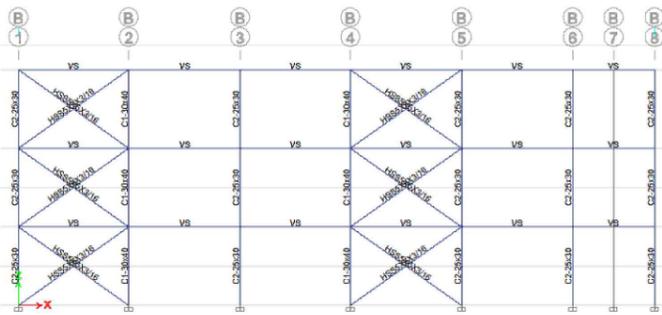
ESCALA: 1/100

REFUERZO TIPO 1  
Arriostres entre columnas



PABELLÓN "A"

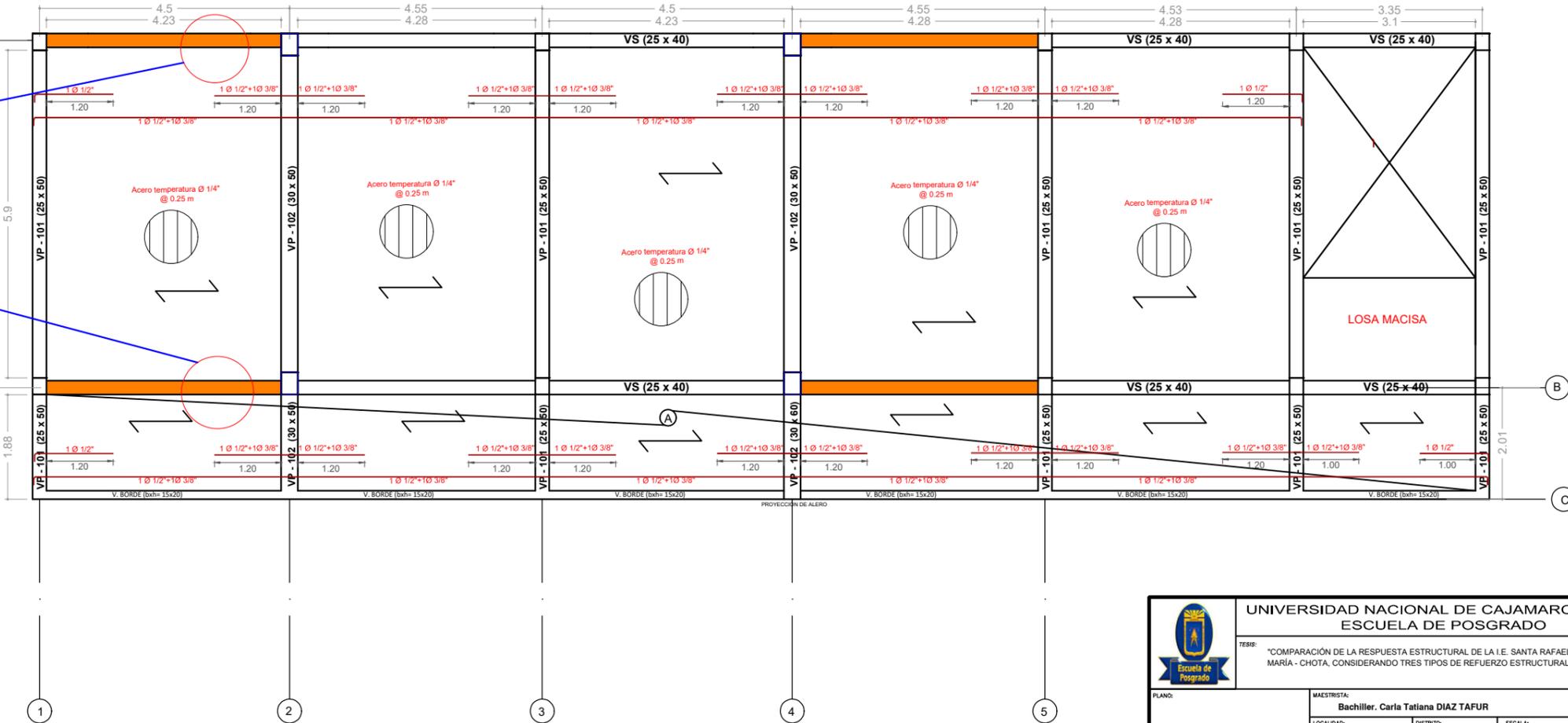
REFUERZO TIPO 1  
Arriostres entre columnas



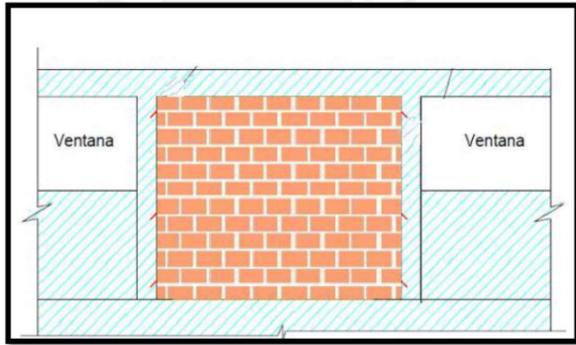
Ubicación de arriostres laterales entre colmnas, en eje "B-B" y "E-E" entre los ejes 1-2 y 4-5. - Pabellón "B"

PABELLÓN "B"

ESCALA: 1/100



	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA</b> <b>ESCUELA DE POSGRADO</b>		
	<small>TESIS:</small> "COMPARACIÓN DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DE LA I.E. SANTA RAFAELA MARÍA - CHOTA, CONSIDERANDO TRES TIPOS DE REFUERZO ESTRUCTURAL"		
<small>PLANO:</small> <b>REFUERZO 01</b> <b>1PABELLÓN "A"</b> <b>PABELLÓN "B"</b>	<small>MAESTRISTA:</small> <b>Bachiller. Carla Tatiana DIAZ TAFUR</b>	<small>LOCALIDAD:</small> <b>CHOTA</b>	<small>DISTRITO:</small> <b>CHOTA</b>
	<small>PROVINCIA:</small> <b>CHOTA</b>	<small>DEPARTAMENTO:</small> <b>CAJAMARCA</b>	<small>ESCALA:</small> <b>INDICADA</b>
	<small>FECHA:</small> <b>AGOSTO 2022</b>	<small>PLANO N°:</small> <b>R1-01</b>	

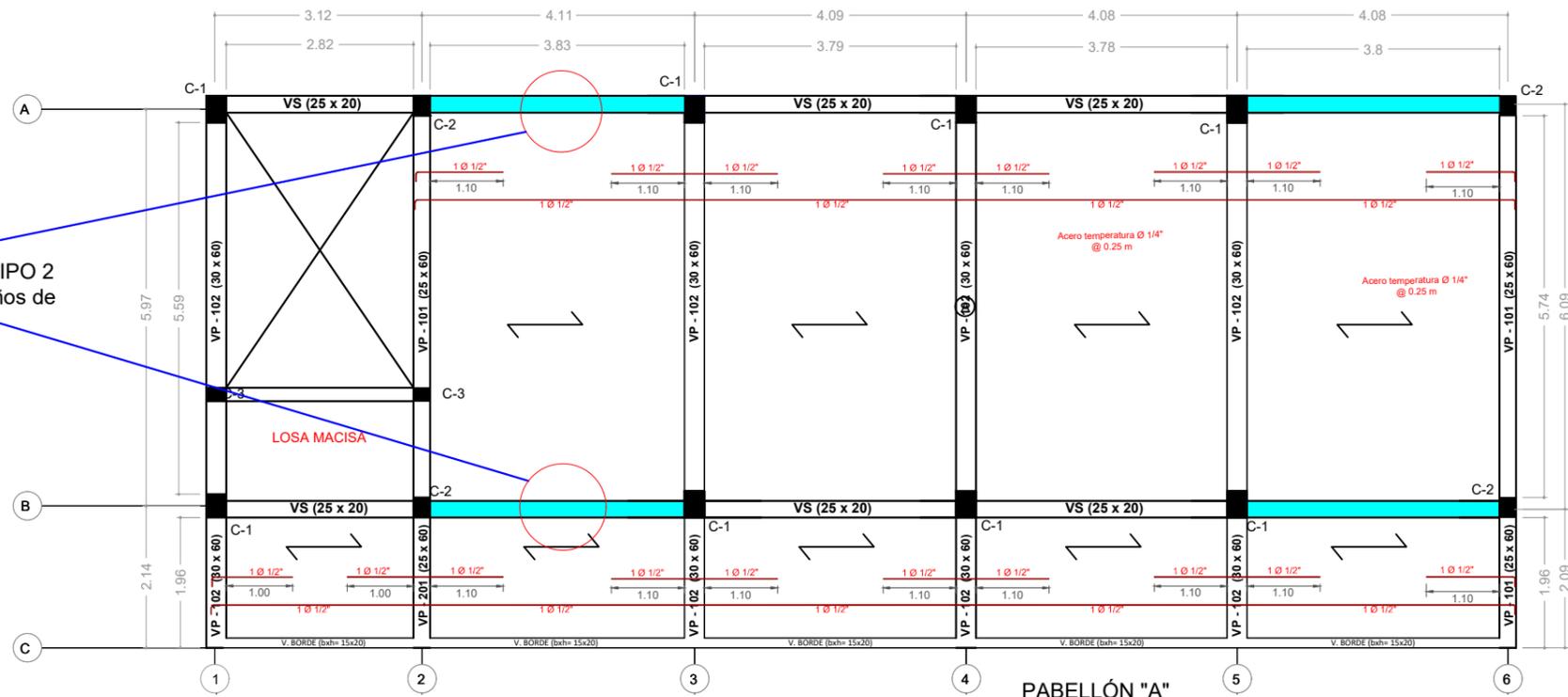


Detalle en elevación del proceso constructivo para cerrar un paño con muro de albañilería de 25 centímetros



Ubicación de muros en eje "B-B" y "E-E" entre los ejes 1-2 y 4-5. - Pabellón "B"

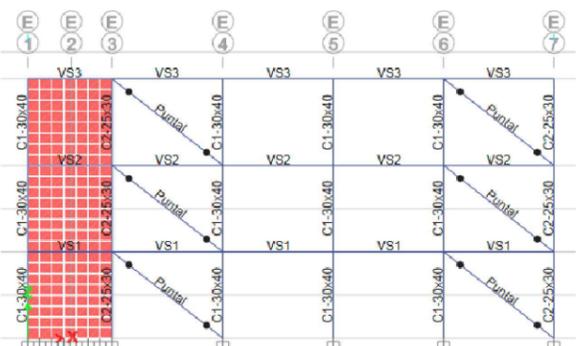
REFUERZO TIPO 2  
Cierre con paños de albañilería



ESCALA: 1/100

PABELLÓN "A"

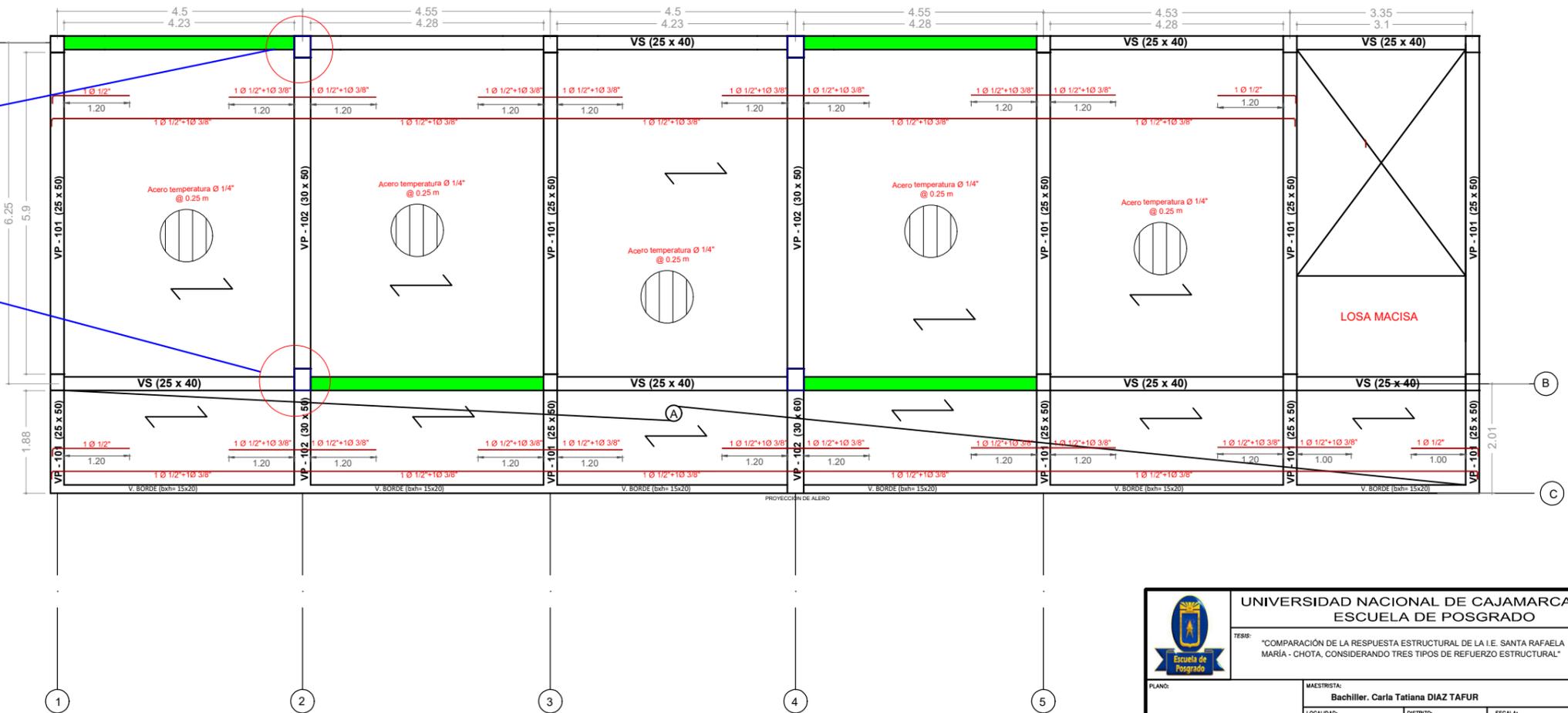
REFUERZO TIPO 2  
Cierre con paños de albañilería



Ubicación de muros en eje "B-B" y "E-E" entre los ejes 3-4 y 6-7. - Pabellón "A"

PABELLÓN "B"

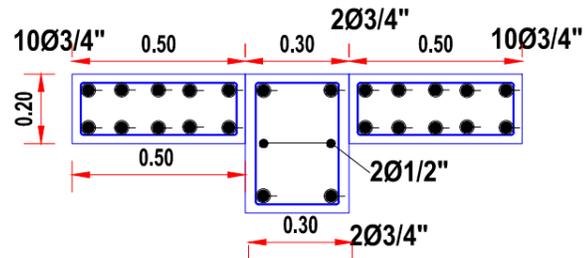
ESCALA: 1/100



	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA		
	ESCUELA DE POSGRADO		
TÍTULO: "COMPARACIÓN DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DE LA I.E. SANTA RAFAELA MARÍA - CHOTA, CONSIDERANDO TRES TIPOS DE REFUERZO ESTRUCTURAL"			
PLANO:	MAESTRISTA: Bachiller, Carla Tatiana DIAZ TAFUR		
REFUERZO 02 - PABELLÓN "A" PABELLÓN "B"	LOCALIDAD:	CHOTA	DISTRITO:
	PROVINCIA:	CHOTA	DEPARTAMENTO:
FECHA:	AGOSTO 2022		ESCALA:
			INDICADA
			PLANO N°:
			R2-01

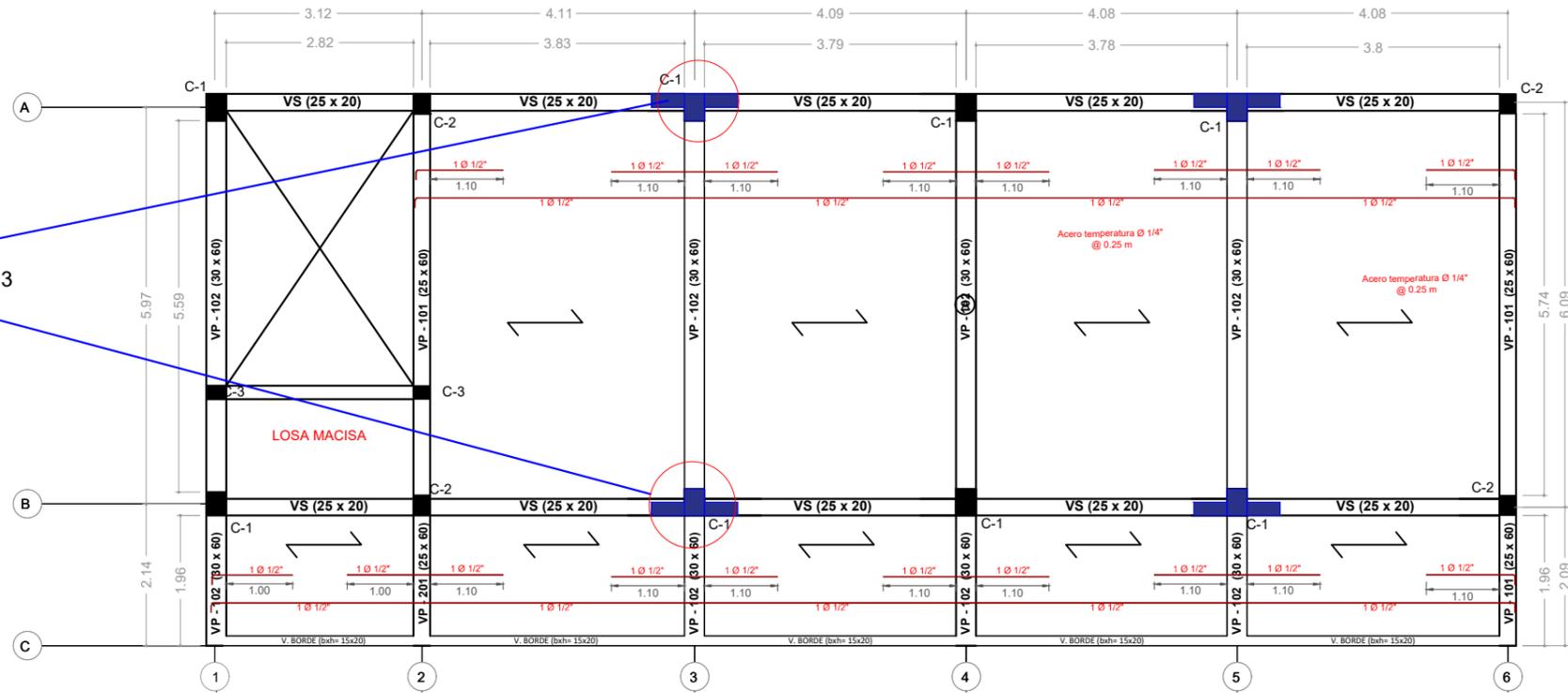
PLANO DE REFUERZO TIPO 3 - PABELLÓN "A"

CUADRO DE COLUMNAS			
TIPO	C-1	C-2	C-3
	0.30 X 0.40	0.30 X 0.25	0.20 X 0.25
A. 5	4 Ø 3/4", 2 Ø 1/2"	4 Ø 5/8", 2 Ø 1/2"	4 Ø 1/2", 2 Ø 3/8"
TIPO	□ O 38: 1 C.O.S 3C.1	□ O 38: 1 C.O.S 3C.1	□ O 38: 1 C.O.S 3C.1



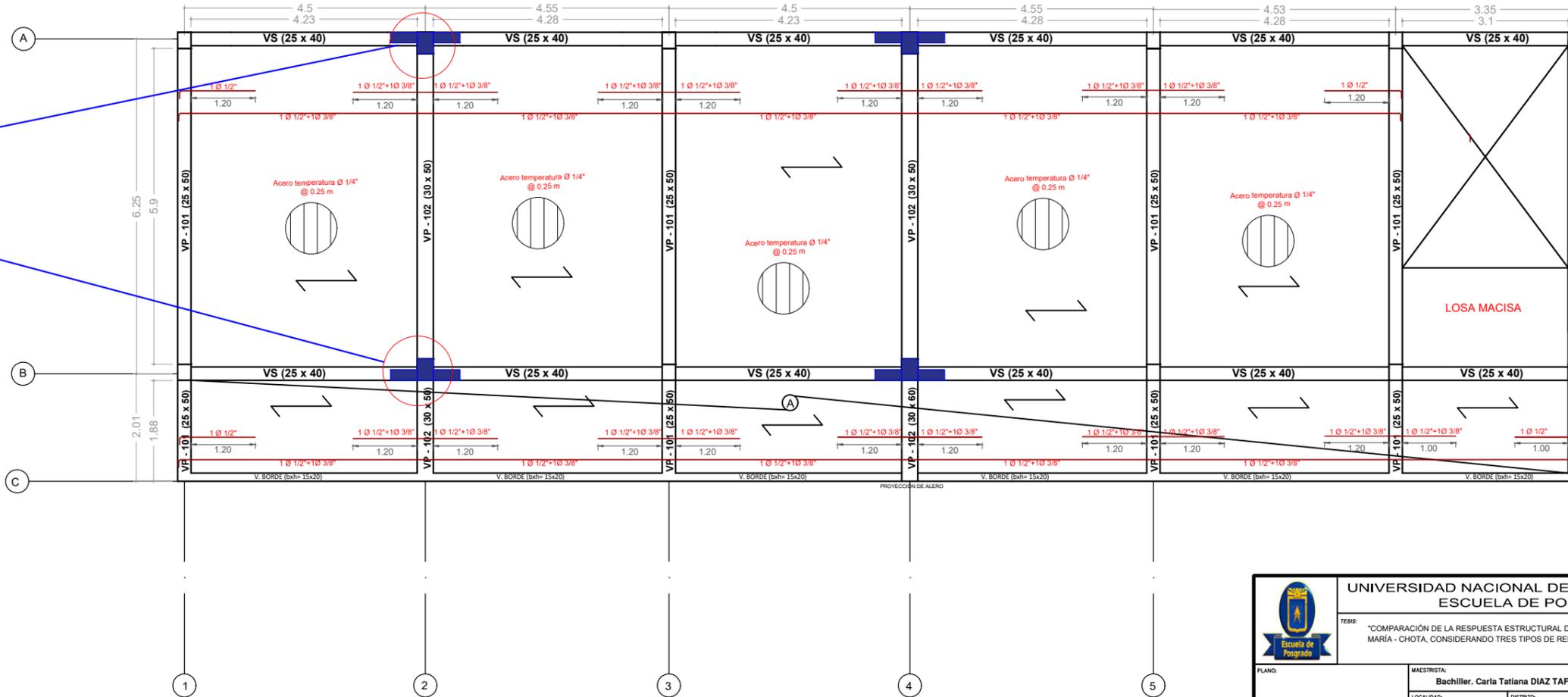
REFUERZO TIPO 3  
Aletas de C°A°

ESCALA: 1/100



REFUERZO TIPO 3  
Aletas de C°A°

ESCALA: 1/100



	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA ESCUELA DE POSGRADO		
	TÍTULO: "COMPARACIÓN DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DE LA I.E. SANTA RAFAELA MARÍA - CHOTA, CONSIDERANDO TRES TIPOS DE REFUERZO ESTRUCTURAL"		
PLANO:	MAESTRISTA: Bachiller. Carla Tatiana DIAZ TAFUR	LOCALIDAD: CHOTA	DISTRITO: CHOTA
REFUERZO 03 - PABELLÓN "A" PABELLÓN "B"	PROVINCIA: CHOTA	DEPARTAMENTO: CAJAMARCA	ESCALA: INDICADA
FECHA:	AGOSTO 2022		PLANO N°: R3-01