

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**DESEMPEÑO SISMORRESISTENTE DEL PABELLÓN “D” DE
EDUCACIÓN SECUNDARIA DE LA INSTITUCIÓN
EDUCATIVA DE SAN RAMON – CAJAMARCA.**

**Para obtener el Título Profesional de:
INGENIERO CIVIL**

Presentada por el Bachiller:
Roiser Altamirano Segura

Asesor:

M.Cs. Ing. Mauro Augusto Centurión Vargas
Cajamarca – Perú

2021

Agradecimientos.

A Dios, por llenar mi vida de muchos caminos y ser mi guía y darme sabiduría para escoger lo mejor.

A mis padres, por darme su amor incondicional, la comprensión y el inquebrantable apoyo que me han entregado, que han sido mi fuente de inspiración y fuerzas para lograr cada meta propuesta, nunca desmayaré en tratar de hacerlos sentir cada vez más orgullosos, gracias por ser ustedes.

A mis hermanos, Nixon, Eldi Flor, Erlita, Berceli, Leny y Berli, por su apoyo incondicional, sin ustedes no habría sido posible.

A la ilustre Universidad Nacional de Cajamarca, a los profesores, compañeros y demás personal, por permitirme formarme como profesional, contribuir con mi desarrollo personal y por brindarme la mejor experiencia universitaria.

A mi asesor, M.Cs. Ing. Mauro Augusto Centurión Vargas, por el tiempo, orientación y la dedicación en cada momento de consulta en el desarrollo de este trabajo de investigación.

Al jurado de esta tesis: M.Cs. Jaime Octavio Amorós Delgado, Ing. Marcos Mendoza Linares, e Ing. Marco Wilder Hoyos Saucedo, por su colaboración en este trabajo de investigación.

Roiser

Dedicatoria

A DIOS TODOPODEROSO: Porque gracias a Él he logrado alcanzar la meta propuesta, porque me oriento mediante los consejos de mis padres y puso en mi camino a todas aquellas personas que mediante su experiencia y generosidad me guiaron para merecer este mérito.

A MI MADRE: Por todos los consejos, sacrificios, muestras de afecto, y amor que me ha dado; por su deseo desmedido para que recibiera una buena educación y así poder alcanzar este nuevo triunfo y que sé que no lograría sin su insistencia en finalizar el trabajo de graduación.

A MI PADRE: Por sus consejos, observaciones, disciplina, y bondad que me ha infundado desde pequeño para superarme cada día más; razón por la cual le dedico gran parte de este logro.

A todos los docentes catedráticos e instructores, que hicieron posible con sus enseñanzas y exigencias, mi formación, tanto profesional como humana. Agradecimientos totales y sinceros en general a todas las personas, compañeros, amigos y familiares que estuvieron a mí alrededor, y que de forma directa o indirecta me brindaron su apoyo (moral, logístico o financiero) durante mi proceso universitario.

Contenido.

| | Página. |
|------------------------------|---------|
| Agradecimientos. | I |
| Dedicatoria | II |
| Contenido..... | III |
| Índice de tablas | VIII |
| Índice de figuras..... | XI |
| Índice de Abreviaturas. | XV |
| Resumen..... | XVI |
| Abstract..... | XVII |

CAPITULO I INTRODUCCIÓN.

| | | |
|--------|--|---|
| 1.1. | Introducción..... | 1 |
| 1.2. | Planteamiento del Problema. | 1 |
| 1.2.1. | Formulación del Problema..... | 2 |
| 1.3. | Hipótesis. | 2 |
| A. | Hipótesis General..... | 2 |
| B. | Hipótesis Específica..... | 3 |
| 1.4. | Alcances. | 3 |
| 1.5. | Delimitación de la Investigación..... | 3 |
| 1.6. | Limitaciones. | 3 |
| 1.7. | Justificación de la Investigación..... | 4 |
| 1.8. | Objetivos. | 4 |
| 1.8.1. | Objetivo General..... | 4 |
| 1.8.2. | Objetivos Específicos. | 4 |
| 1.9. | Organización de la Tesis..... | 5 |

CAPITULO II MARCO TEÓRICO.

| | | |
|------------|---|----|
| 2.1. | Antecedentes Teóricos..... | 6 |
| 2.1.1. | Internacionales..... | 6 |
| 2.1.2. | Nacionales..... | 7 |
| 2.1.3. | Locales..... | 8 |
| 2.2. | Bases Teóricas..... | 9 |
| 2.2.1. | Niveles de Desempeño..... | 9 |
| 2.2.1.1. | Propuesta del Comité Visión 2000 (SEAOC 1995)..... | 9 |
| 2.2.1.2. | Propuesta del ATC-40, FEMA-356..... | 10 |
| 2.2.1.2.1. | Niveles Para los Elementos Estructurales..... | 10 |
| 2.2.1.2.2. | Nivel de Desempeño de Elementos no Estructurales..... | 11 |
| 2.2.2. | Nivel de Desempeño de la Edificación..... | 12 |
| 2.2.3. | Movimiento Sísmico de Diseño..... | 13 |
| 2.2.3.1. | Propuesta del Comité VISION 2000 (SEAOC)..... | 13 |
| 2.2.3.2. | Propuesta del Applied Technology Council (ATC-40)..... | 13 |
| 2.2.3.3. | Adaptación para el Perú..... | 14 |
| 2.2.4. | Objetivo del Diseño por Desempeño..... | 17 |
| 2.2.4.1. | Propuesta del Comité VISION 2000 (SEAOC)..... | 17 |
| 2.2.4.2. | Propuesta del Applied Technology Council (ATC-40)..... | 18 |
| 2.2.5. | Evaluación del Desempeño Sísmico de la Estructura..... | 18 |
| 2.2.5.1. | Propuesta del Comité Visión 2000 (SEAOC)..... | 18 |
| 2.2.6. | Análisis Estático no Lineal de la Estructura (análisis pushover)..... | 20 |
| 2.2.6.1. | Curva de Capacidad..... | 22 |
| 2.2.6.2. | Fluencia Efectiva y Modelo Bilineal..... | 24 |
| 2.2.6.3. | Ductilidad..... | 26 |
| 2.2.6.4. | Sobre Resistencia..... | 27 |

| | | |
|----------|---|----|
| 2.2.7. | Espectro de Capacidad. | 28 |
| 2.2.8. | Espectro de Demanda. | 29 |
| 2.2.9. | Estimación del Punto de Desempeño. | 31 |
| 2.2.9.1. | Respuesta Elástica de Estructuras. | 31 |
| 2.2.9.2. | Respuesta Inelástica de la Estructura. | 31 |
| 2.2.9.3. | Procedimiento Para Determinar el Punto de Desempeño. | 35 |
| 2.3. | Definición de Términos Básico. | 35 |

CAPITULO III MATERIALES Y MÉTODOS.

| | | |
|--------|---|----|
| 3.1. | Ubicación Geográfica. | 38 |
| 3.2. | Época de la Investigación. | 39 |
| 3.3. | Metodología. | 39 |
| 3.3.1. | Método de la Investigación. | 39 |
| 3.3.2. | Población de Estudio. | 39 |
| 3.3.3. | Muestra. | 39 |
| 3.3.4. | Tipo de Muestreo. | 39 |
| 3.3.5. | Tipo de Investigación. | 39 |
| 3.3.6. | Tipo de Análisis. | 40 |
| 3.4. | Recolección de Datos. | 40 |
| 3.4.1. | Elección del Área Para Recolección de Datos. | 40 |
| 3.4.2. | Descripción de la Estructura. | 40 |
| 3.4.3. | Característica de los Materiales. | 41 |
| 3.5. | Modelo Estructural. | 43 |
| 3.6. | Procedimiento de la Información. | 43 |
| 3.6.1. | Medido de Cargas. | 44 |
| 3.7. | Diagramas de Momento Giro. | 44 |
| 3.7.1. | Diagramas Momento-Giro Para Columnas. | 48 |

| | | |
|----------|---|----|
| 3.7.2. | Diagramas Momento-Giro Para Vigas..... | 52 |
| 3.8. | Espectro de Respuesta | 70 |
| 3.9. | Curva de Capacidad de la Estructura..... | 76 |
| 3.9.1. | Curva de Capacidad Para el Sismo en la Dirección X..... | 77 |
| 3.9.1.1. | Modelo Bilineal y Sectorización de la Curva de Capacidad en la Dirección “X”..... | 79 |
| 3.9.2. | Curva de Capacidad Para el Sismo en la Dirección Y..... | 80 |
| 3.9.2.1. | Modelo Bilineal y Sectorización de la Curva de Capacidad en la Dirección “Y”..... | 82 |
| 3.10. | Determinación de los Puntos de Desempeño Sísmico..... | 83 |
| 3.10.1. | Punto de Desempeño Sísmico de la Estructura para la Dirección “X”... .. | 84 |
| 3.10.2. | Punto de Desempeño Sísmico de la Estructura para la Dirección “Y”... .. | 87 |
| 3.11. | Desplazamiento Laterales y Derivas..... | 90 |
| 3.11.1. | Desplazamiento y Derivas Para los Sismos en la Dirección X..... | 90 |
| 3.11.2. | Desplazamiento y Derivas Para los Sismos en la Dirección Y..... | 94 |

CAPITULO IV ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

| | | |
|----------|---|-----|
| 4.1. | Análisis y Discusión de Resultados..... | 99 |
| 4.1.1. | Calificación del Desempeño Sísmico Alcanzado de la Estructura Según SEAOC..... | 99 |
| 4.1.2. | Nivel de Desempeño Alcanzado..... | 100 |
| 4.1.2.1. | Niveles de Desempeño Alcanzados Para los Sismos Aplicados en la Dirección “X” y la Dirección “Y”. | 100 |
| 4.1.2.2. | Análisis del Daño Sísmico Alcanzado..... | 103 |
| 4.1.2.3. | Deriva de Entrepiso de la Estructura. | 104 |

CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

| | | |
|------|----------------------------------|-----|
| 5.1. | Conclusiones..... | 105 |
| 5.2. | Recomendaciones..... | 106 |
| | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS. | 107 |
| | ANEXOS | 110 |

Índice de tablas

Página.

CAPITULO II MARCO TEÓRICO.

| | |
|---|----|
| Tabla 2.1. Daños y niveles de desempeño de la estructura..... | 10 |
| Tabla 2.2. Combinación de niveles de comportamiento elementos estructural Y No estructural..... | 12 |
| Tabla 2.3. Movimientos sísmicos de diseño..... | 13 |
| Tabla 2.4. Niveles de movimiento sísmico..... | 14 |
| Tabla 2.5. Aceleración máxima en roca para los sismos de diseño de estructuras en la costa oeste de América del Sur..... | 15 |
| Tabla 2.6. Muestra los valores de C_a y C_v para cada uno de los sismos..... | 17 |
| Tabla 2.7. Niveles recomendados de desempeños esperados..... | 17 |
| Tabla 2.8. Objetivo de seguridad básica para estructuras convencionales..... | 18 |
| Tabla 2.9. Descripción de daños asociados a cada nivel de desempeño..... | 19 |
| Tabla 2.10. Descripción de los daños de cada nivel de desempeño estructural..... | 20 |
| Tabla 2.11. Valores del factor que modifica el amortiguamiento "k". | 33 |
| Tabla 2.12. Tipos de comportamiento estructural..... | 33 |
| Tabla 2.13. Valores mínimos admisibles para SRA y SRv..... | 34 |
| Tabla 3.1. Valores de rigidez efectiva recomendados por el ATC empleados en el Modelo..... | 43 |

CAPITULO III MATERIALES Y MÉTODOS.

| | |
|--|----|
| Tabla 3.2. Datos de la relación del momento curvatura y obtención del giro en las columnas de forma de L..... | 49 |
| Tabla 3.3. Datos de la relación momento curvatura y obtención del giro en las columnas de forma de T..... | 51 |
| Tabla 3.4. Datos de la relación momento curvatura y obtención del giro en las vigas principales..... | 53 |

| | |
|--|----|
| Tabla 3.5. Datos de la relación momento curvatura y obtención del giro en las vigas principales..... | 55 |
| Tabla 3.6. Datos de la relación momento curvatura y obtención del giro en las vigas principales..... | 57 |
| Tabla 3.7. Datos de la relación momento curvatura y obtención del giro en las vigas principales..... | 59 |
| Tabla 3.8. Datos de la relación momento curvatura y obtención del giro en las vigas principales VP2..... | 61 |
| Tabla 3.9. Datos de la relación momento curvatura y obtención del giro en las vigas principales VP2..... | 63 |
| Tabla 3.10. Datos de la relación momento curvatura y obtención del giro en las vigas principales VP2..... | 65 |
| Tabla 3.11. Datos de la relación momento curvatura y obtención del giro en las vigas principales VS1..... | 67 |
| Tabla 3.12. Datos de la relación momento curvatura y obtención del giro en las vigas principales VS1..... | 69 |
| Tabla 3.13 Valores representativos de la curva de capacidad para el sismo en la dirección X..... | 77 |
| Tabla 3.14. Colores designados por el SAP2000 para niveles de desempeño..... | 78 |
| Tabla 3.15. Principales puntos de la curva de capacidad, dirección “X”..... | 79 |
| Tabla 3.16. Valores de desplazamiento para cada nivel de desempeño..... | 80 |
| Tabla 3.17. Valores curva de capacidad para el sismo en la dirección Y..... | 81 |
| Tabla 3.18. Principales puntos de la curva de capacidad, dirección “Y”..... | 82 |
| Tabla 3.19. Valores de desplazamiento para cada nivel de desempeño..... | 83 |
| Tabla 3.20. Coeficiente sísmico C_a y C_v para cada nivel de movimiento sísmico, Ingeniería Antisísmica..... | 84 |
| Tabla 3.21. Puntos de desempeño sísmico para los movimientos sismos en la dirección “X”..... | 84 |
| Tabla 3.22. Valores de desplazamiento para cada nivel de desempeño sísmico en la dirección “X”..... | 85 |
| Tabla 3.23. Comparación entre los niveles de desempeños alcanzados y los niveles esperados según el SEAOC. Dirección X..... | 87 |

| | |
|--|----|
| Tabla 3.24. Puntos de desempeño para los movimientos sísmos indicados, en la dirección “Y” | 87 |
| Tabla 3.25. Valores de desplazamiento para cada nivel de desempeño sísmico en la dirección “Y” | 88 |
| Tabla 3.26. Comparación entre los niveles de desempeños alcanzados y los niveles esperados según el SEAOC dirección “Y” | 90 |
| Tabla 3.27. Desplazamiento y deriva para el espectro calculado según el sismo frecuente en la dirección “X” | 90 |
| Tabla 3.28. Desplazamiento y deriva calculado según el sismo ocasional en la dirección “X” | 91 |
| Tabla 3.29. Desplazamiento y deriva calculado según la NTP E-030-2018 (sismo raro) en la dirección X” | 92 |
| Tabla 3.30. Desplazamiento y deriva calculado según el sismo muy raro en la dirección “X” | 93 |
| Tabla 3.31. Desplazamiento y deriva calculado según el sismo frecuente en la dirección “Y” | 94 |
| Tabla 3.32. Desplazamiento y deriva calculado según el sismo ocasional en la dirección “Y” | 95 |
| Tabla 3.33. Desplazamiento y deriva calculado según la NTP E-030-2018 (sismo raro) en la dirección “Y” | 96 |
| Tabla 3.34. Desplazamiento y deriva calculado según el sismo muy raro en la dirección “Y” | 97 |

CAPITULO IV ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

| | |
|--|-----|
| Tabla 4.1. Calificación del desempeño sísmico de la estructura según el SEAOC 1995, para la dirección “X” | 99 |
| Tabla 4.2 Calificación del desempeño sísmico de la estructura según el SEAOC 1995, para la dirección “Y” | 100 |

Índice de figuras.

CAPITULO I INTRODUCCIÓN.

| | Página. |
|---|---------|
| Figura 1.1. Mapa de zonificación sísmica del Perú..... | 2 |

CAPITULO II MARCO TEÓRICO.

| | |
|--|----|
| Figura 2.1. Espectro de la Uniform Building Code (UBC). | 15 |
| Figura 2.2. Espectro de la norma técnica peruana. | 16 |
| Figura 2.3. Espectro de la UBC para sismo raro. | 16 |
| Figura 2.4. Sectorización de la curva de capacidad. | 20 |
| Figura 2.5. Representación del pushover y de la curva de capacidad..... | 21 |
| Figura 2.6. Modelo de distribución de cargas laterales..... | 22 |
| Figura 2.7. Modelos de desplazamientos y nudo de control de una estructura | 23 |
| Figura 2.8. Representación del análisis pushover y curva de capacidad. | 23 |
| Figura 2.9. Ubicación del punto de fluencia efectiva de la estructura..... | 24 |
| Figura 2.10. Criterio de las rigideces tangentes..... | 24 |
| Figura 2.11. Criterio de áreas iguales..... | 25 |
| Figura 2.12. Puntos notables en el cálculo de la ductilidad estructural..... | 26 |
| Figura 2.13. Desplazamiento demanda del sismo frecuente, ocasional y raro. | 27 |
| Figura 2.14. Cortantes asociadas a los sismos de demanda. | 28 |
| Figura 2.15. Espectro de capacidad. | 29 |
| Figura 2.16. Espectro de demanda de la norma peruana..... | 30 |
| Figura 2.17. Espectro de demanda sísmica. | 30 |
| Figura 2.18. Intersección de espectro de respuesta en zona elástica. | 31 |
| Figura 2.19. Intersección de espectros de respuesta en la zona inelástica. | 32 |
| Figura 2.20. Reducción del espectro de demanda elástica. | 35 |

CAPITULO III MATERIALES Y MÉTODOS.

| | |
|---|----|
| Figura 3.1. Ubicación geográfica de la institución educativa secundaria San Ramón de Cajamarca | 38 |
| Figura 3.2 Longitud plástica..... | 44 |
| Figura 3.3. Obtención del diagrama momento- giro apartar del momento curvatura | 45 |
| Figura 3.4. Diagrama momento - giro según códigos del FEMA 356. | 46 |
| Figura 3.5. Identificación de respuestas límites en una Columna..... | 47 |
| Figura 3.6. Identificación de respuestas límites en una Viga..... | 47 |
| Figura 3.7. Modelado de rótulas plásticas en vigas y columnas..... | 48 |
| Figura 3.9. Diagrama de momento giro de las rotulas en las columnas en L. . | 50 |
| Figura 3.10. Diagrama de curvatura de columna en T..... | 51 |
| Figura 3.11. Diagrama de momento giro de las rotulas en las columnas en T. | 52 |
| Figura 3.12. Ubicación de las rotulas a analizar en los extremos de las vigas descritas en el ítem “a” | 53 |
| Figura 3.13. Diagrama de curvatura de la viga VP1 de 35x50 cm..... | 53 |
| Figura 3.14. Diagrama de momento giro de rotulas en vigas principal VP1. ... | 54 |
| Figura 3.15. Ubicación de la rótula a analizar en el extremo de las vigas de los ejes descritos en el ítem “a”. | 54 |
| Figura 3.16. Diagrama de curvatura de la viga VP1 de 35x50 cm..... | 55 |
| Figura 3.17. Diagrama de momento giro de rotula en vigas principal VP1. | 56 |
| Figura 3.18. Ubicación de la rótula a analizar en el centro de las vigas de los ejes descritos en el ítem “a” | 56 |
| Figura 3.19. Diagrama de curvatura de la viga VP1 de 0.35x50 cm..... | 57 |
| Figura 3.20. Diagrama de momento giro de rotula en vigas principal VP1. | 58 |
| Figura 3.21. Ubicación de la rótula a analizar en el centro de las vigas de los ejes descritos en el ítem “a” | 58 |

| | |
|---|----|
| Figura 3.22. Diagrama de curvatura de la viga VP1 de 35x50 cm..... | 59 |
| Figura 3.23. Diagrama de momento giro de rotula en vigas principal VP1 | 60 |
| Figura 3.24. Ubicación de la rótula a analizar en los extremos de las vigas de los ejes descritos en el ítem “b” | 60 |
| Figura 3.25. Diagrama de curvatura de la viga VP2 de 35x50 cm..... | 61 |
| Figura 3.26. Diagrama de momento giro de rotula en vigas principal VP2 | 62 |
| Figura 3.27. Ubicación de la rótula a analizar en los extremos de las vigas de los ejes descritos en el ítem “b” | 62 |
| Figura 3.28. Diagrama de curvatura de la viga VP2 de 35x50 cm..... | 63 |
| Figura 3.29. Diagrama de momento giro de rotula en vigas principal VP2 | 64 |
| Figura 3.30. Ubicación de la rótula a analizar en el centro de las vigas de los ejes descritos en el ítem “b”..... | 64 |
| Figura 3.31. Diagrama de curvatura de la viga VP2 de 35x50 cm..... | 65 |
| Figura 3.32. Diagrama de momento giro de rotula en vigas principal VP2..... | 66 |
| Figura 3.33. Ubicación de la rótula a analizar en el centro de las vigas de los ejes descritos en el ítem “c” | 66 |
| Figura 3.34. Diagrama de curvatura de la viga VS1de 35x50 cm..... | 67 |
| Figura 3.35. Diagrama de momento giro de rotulas en viga secundaria VS1.. | 68 |
| Figura 3.36. Ubicación de la rótula a analizar en el centro de las vigas de los ejes descritos en el ítem “c” | 68 |
| Figura 3.37. Diagrama de curvatura de la viga VS1 de 35x50 cm..... | 69 |
| Figura 3.38. Diagrama de momento giro de rotulas en viga secundaria VS1 .. | 70 |
| Figura 3.39. Espectro de respuesta calculado..... | 76 |
| Figura 3.40. Curva de capacidad (sismo en la dirección X)..... | 78 |
| Figura 3.41. Estructura deflectada, rotulas plásticas y nudo de control para sismo en dirección X..... | 79 |
| Figura 3.42. Sectorización y representación de la curva de capacidad para el Sismo en la dirección “X” | 80 |

| | |
|--|----|
| Figura 3.43. Curva de capacidad (sismo en la dirección Y)..... | 81 |
| Figura 3.44. Estructura deflectada, rotulas plásticas y nudo de control para sismo en dirección Y..... | 82 |
| Figura 3.45. Representación Bilineal y Sectorización de la Curva de Capacidad para el Sismo en Y | 83 |
| Figura 3.46. Niveles de desempeño sísmico alcanzado por la estructura en la dirección “X” | 86 |
| Figura 3.47. Niveles de desempeño sísmico alcanzado por la estructura en la dirección “Y” | 89 |
| Figura 3.48. Desplazamiento laterales y derivas del entre piso para el espectro de respuesta para sismo frecuente en la dirección “X” | 91 |
| Figura 3.49. Desplazamiento laterales y derivas del entre piso para el sismo ocasional en la dirección “X” | 92 |
| Figura 3.50. Desplazamiento laterales y derivas del entre piso para el espectro de respuesta según la norma E-030 en la dirección “X”..... | 93 |
| Figura 3.51. Desplazamiento laterales y derivas del entre piso para el sismo muy raro en la dirección “X” | 94 |
| Figura 3.52. Desplazamiento laterales y derivas del entre piso para el sismo frecuente en la dirección “Y”..... | 95 |
| Figura 3.53. Desplazamiento laterales y derivas del entre piso para el sismo ocasional en la dirección “Y” | 96 |
| Figura 3.54. Desplazamiento laterales y derivas del entre piso para el espectro de respuesta según la norma E-030 en la dirección “Y”..... | 97 |
| Figura 3.55. Desplazamiento laterales y derivas del entre piso para el sismo muy raro en la dirección “Y” | 98 |

Índice de Abreviaturas.

| | |
|-----------------|--|
| FEMA: | Federal Emergency Management Agency - Agencia Federal de Manejo de Emergencia. |
| ATC: | Applied Technology Council - Consejo de Tecnología Aplicada. |
| ASCE: | American Society Of Civil Engineers - Sociedad Americana de Ingenieros Civiles. |
| SEAOC: | Structural Engineers Association Of California - Asociación de ingenieros estructurales de california. |
| NP: | Nonstructural Performance- rendimiento no estructural. |
| FE: | Fluencia efectiva. |
| SR: | Sobre resistencia. |
| ADRS: | Spectrum of Acceleration - Displacement Response-Espectro de Respuesta Aceleración-Desplazamiento |
| EDAV: | Espectro de Demanda para Amortiguamiento Variable |
| AENL. | Análisis estático no lineal. |
| NTE.030: | Norma Técnica, Estructuras, Diseño Sismorresistente. |

Resumen

Los centros educativos son instituciones que albergan gran cantidad de personas de diferentes edades, por lo tanto, sus estructuras requieren un buen diseño estructural y sismoresistente por ser estructuras de uso esencial en caso de cualquier emergencia. La I.E. San Ramón de Cajamarca se encuentra ubicada en la región con más alta actividad sísmica del Perú (Zona III, según la NTE. 030, 2018) y está expuesto a un alto peligro sísmico, que tiene como consecuencia pérdidas de vidas humanas y daños materiales, debido a ello que esta investigación presenta el Nivel de Desempeño Sismorresistente del pabellón "D" de la Institución Educativa Secundaria San Ramón de Cajamarca, aplicando el espectro de capacidad propuesto por la Applied Technology Council (ATC -40) 1996 y el desempeño sísmico según el comité visión 2000 SEAOC 1995. Para realizar el desempeño sismorresistente del edificio, se realizó ensayos de esclerometría y se verificó la resistencia del diseño del concreto y luego se realizó el modelamiento en el software SAP 2000 usando información de los planos estructurales y se observó la como la estructura incurrió dichos sismos, el nivel de desempeño de la estructura se obtiene superponiendo las gráficas del espectro de demanda y el espectro de capacidad (representación de la curva de capacidad en coordenadas aceleración versus desplazamiento). El desempeño sísmico alcanzado por la estructura para el sismo raro (NTP E.030-2018) y sismo muy raro se encuentra dentro del rango seguridad de vida y cerca del colapso por lo que **NO CUMPLE** con los lineamientos estipulados en el comité VISIÓN 2000 SEAOC 1995 para desempeño sísmico esperados para edificaciones esenciales, la estructura presentara daños severos en los elementos estructurales y no estructurales, poniendo en peligro la vida de sus ocupantes.

Palabras Clave: Nivel de Desempeño de la estructura, Curva de Capacidad y punto de desempeño.

Abstract.

Educational centers are institutions that house a large number of people of different ages; therefore, their structures require a good structural and seismic-resistant design because they are essential structures in case of any emergency. The I.E. San Ramón de Cajamarca is located in the region with the highest seismic activity in Peru (Zone III, according to NTE. 030, 2018) and is exposed to a high seismic hazard, which results in loss of human lives and material damage, due to this that this research presents the Seismic Resistant Performance Level of building "D" of the San Ramon de Cajamarca Secondary Educational Institution, applying the capacity spectrum proposed by the Applied Technology Council (ATC -40) 1996 and the seismic performance according to the committee vision 2000 SEAOC 1995. To perform the seismic-resistant performance of the building, sclerometry tests were performed and the resistance of the concrete design was verified and then the modeling was performed in the SAP 2000 software using information from the structural plans and it was observed how the structure would incur these earthquakes, the level of performance of the structure is obtained by superimposing the graphs of the demand spectrum and the capacity spectrum (representation of the capacity curve in acceleration versus displacement coordinates). The seismic performance achieved by the structure for the rare earthquake (NTP E.030-2018) and very rare earthquake is within the life safety range and close to collapse so it DOES NOT COMPLY with the guidelines stipulated in the VISION 2000 SEAOC 1995 committee for seismic performance expected for essential buildings, the structure will present severe damage in the structural and non-structural elements, endangering the lives of its occupants.

Keywords: Performance Level of the structure, Capacity Curve and performance poin.

CAPITULO I.

INTRODUCCIÓN

1.1. Introducción.

Los colegios y escuelas educativas albergan gran cantidad de estudiantes, profesores y personal durante largo tiempo del día, y es sumamente importante garantizar que estas estructuras permanezcan de pie luego de un sismo severo para preservar la vida de sus ocupantes. Debido a ello se debe conocer cómo se comportaría los elementos estructurales y los elementos no estructurales que conforman la estructura ante los eventos sísmicos que ocurren en el territorio nacional y también se debe conocer los daños que ocasionarían a la estructura. El método del Consejo de Tecnología Aplicada tiene la filosofía del diseño fundamentado en el desempeño sísmico.

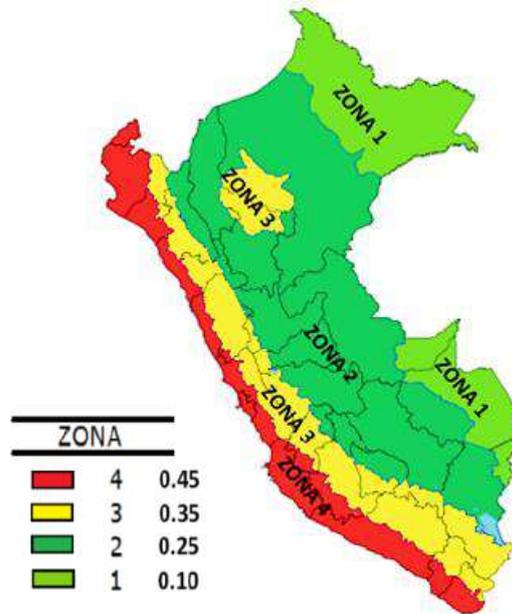
En el trabajo de investigación se verifico el comportamiento sismorresistente del Pabellón "D" de Educación Secundaria de la Institución Educativa San Ramón de Cajamarca, esto se logró determinado el punto de desempeño propuesto en ATC-40 y la forma en que la estructura incurso en el rango plástico aplicando cada uno de los niveles de desempeño tomados de instituciones como el ATC-40 y del comité VISION 2000 SEAOC 1995.

1.2. Planteamiento del Problema.

La institución educativa San Ramón se encuentra ubicado en el distrito de Cajamarca, el mismo que se encuentra en una zona de alta sismicidad del territorio nacional, de acuerdo a la zonificación sísmica se encuentra dentro de la zona sísmica 3 (Reglamento Nacional de Edificaciones E.030 Diseño Sismorresistente, 2018) como se muestra en la figura 1.1. Por tal motivo es necesario conocer el Desempeño Sismorresistente del Pabellón "D" de Educación Secundaria de la Institución Educativa de San Ramón – Cajamarca, esta edificación forma parte de la infraestructura educativa que tiene el estado para inculcar valores conocimientos a la población y la estructura pertenece a

edificaciones esenciales que son capaces de salvaguardar la vida de sus ocupantes después de ocurrir un sismo.

Figura 1.1. Mapa de zonificación sísmica del Perú



Fuente: Norma E 030, Diseño Sismorresistente (2018)

Factor Z asignado a cada zona sísmica de acuerdo a la Figura N° 1.1. el valor de Z es la aceleración máxima horizontal de un suelo rígido que tiene probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años. (NTE.030-2018).

1.2.1. Formulación del Problema.

¿Cuál es el Desempeño Sismorresistente del pabellón D de educación secundaria de la Institución Educativa San Ramón de la Ciudad de Cajamarca?

1.3. Hipótesis.

A. Hipótesis General.

- El Desempeño Sismorresistente del pabellón D de educación secundaria de la Institución Educativa San Ramón de la Ciudad de Cajamarca, es satisfactorio para los niveles de movimiento sísmico propuestos por el Comité VISION 2000 SEAOC.

B. Hipótesis Específica.

- Desempeño estructural del pabellón D de educación secundaria de la Institución Educativa San Ramón de la Ciudad de Cajamarca, es Satisfactorio
- Desempeño no estructural del pabellón D de educación secundaria de la Institución Educativa San Ramón de la Ciudad de Cajamarca, es Satisfactorio.
- Desempeño funcional del pabellón D de educación secundaria de la Institución Educativa San Ramón de la Ciudad de Cajamarca, es Satisfactorio.

1.4. Alcances.

El trabajo de investigación demuestra la forma en la que la estructura del pabellón D de educación secundaria de la Institución Educativa San Ramón de la Ciudad de Cajamarca, se comportaría ante cualquier suceso sísmico, y conocer la forma de incursionamiento de la estructura en el rango inelástico o plástico y así conocer la secuencia de agrietamiento y la presencia de la primera rotula plástica. El desempeño de la estructura se basa en los criterios tomados de procedimientos propuestos por la ATC y el comité VISION 2000 SEAOC, 1995.

1.5. Delimitación de la Investigación.

La investigación se enmarca en el desempeño sismorresistente del pabellón D de la institución educativa San Ramón de la Ciudad de Cajamarca, distrito, provincia y departamento de Cajamarca. El pabellón D construido bajo el sistema estructural aperticado y está ubicado en una zona de alta sismicidad.

1.6. Limitaciones.

La limitación de la investigación fue que el director de la institución educativa nos limitó hacer ensayos en todo el pórtico del eje 6, debido a que la Unidad de Gestión Educativa Local - UGEL, supervisaría la infraestructura.

1.7. Justificación de la Investigación.

En el presente trabajo se determinó el desempeño sismorresistente del pabellón D de educación secundaria de la Institución Educativa San Ramón de la Ciudad de Cajamarca, debido a que es una edificación esencial y acoge a gran número de estudiantes de la ciudad de Cajamarca y de otras ciudades y se debe garantizar la vida de los ocupantes.

Se determinó el desempeño estructural y los daños que sufriría la estructura, por ser una estructura existente y conociendo la geometría y las propiedades de los materiales se realizó el modelamiento mediante el software SAP200.

El análisis se realizó mediante el procedimiento propuesto por el ATC y los criterios de evaluación de desempeño sísmico propuesto por Comité VISION 2000 – SEAOC, 1995.

1.8. Objetivos.

1.8.1. Objetivo General.

- Determinar el nivel de desempeño sismorresistente del pabellón D de educación secundaria de la Institución Educativa San Ramón de la Ciudad de Cajamarca.

1.8.2. Objetivos Específicos.

- Determinar el punto de Desempeño Sísmico pabellón D de educación secundaria de la Institución Educativa San Ramón de la Ciudad de Cajamarca, mediante el Método del Espectro de Capacidad- Procedimiento B del ATC – 40 (APPLIED TECHNOLOGY COUNCIL), y los criterios del SEAOC, propuestos por el comité VISIÓN 2000.
- Verificar si los desplazamientos de entrepiso obtenidos se encuentran dentro de los límites permisibles propuestos por la Norma E-030.
- Determinar la capacidad estructural y el desempeño sísmica de la edificación, utilizando el Análisis Estático No Lineal (Análisis “Pushover”)

1.9. Organización de la tesis.

La tesis está organizada en cinco capítulos como se indica a continuación.

- **CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.** Se presenta la introducción, el planteamiento del problema y la hipótesis, la justificación, los alcances de la justificación y sus objetivos.
- **CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.** Contiene antecedentes teóricos de la investigación, bases teóricas y las definiciones de términos básico en relación con el desempeño sísmico y sus componentes estructurales y no estructurales. También se explica el método ATC- 40 y el comité VISIÓN 2000 – SEAOC 1995.
- **CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS.** Se indica la ubicación geográfica de la institución educativa secundaria San Ramón de Cajamarca, describe la metodología y el procedimiento, análisis de datos y la presentación de los resultados.
- **CAPITULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.** Describe, explica y discute los resultados de la investigación.
- **CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.** Se presenta las conclusiones y se propone recomendaciones para complementar los conocimientos sobre esta investigación.
- **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.**
- **ANEXOS.**

CAPITULO II.

MARCO TEÓRICO.

2.1. Antecedentes Teóricos.

2.1.1. Internacionales.

Sánchez Aguilar, MAR. 2010. En su estudio realizado en la república mexicana sobre el “DISEÑO SÍSMICO BASADO EN DESEMPEÑO PARA UNA EDIFICACION ESENCIAL DE CONCRETO REFORZADO”, realizó la evaluación del comportamiento sísmico de edificaciones categoría A “esenciales”, de concreto reforzado, aplicando los criterios sísmicos en base a su desempeño. Y obtuvo que el diseño por desempeño es más preciso que el método por resistencia del RCDF, las distorsiones obtenidas demuestran que el procedimiento de diseño sísmico de RCDF provee un comportamiento adecuado al colapso y es muy conservador, lo mismo para el estado límite de servicio.

Alvear J. y Ruales JS. (2014). Realizaron en la república del ecuador el “DISEÑO POR DESEMPEÑO DE EDIFICACIONES DE HORMIGÓN ARMADO, DE ACERO ESTRUCTURAL Y MIXTO”, mediante la metodología dinámico modal espectral, de Diseño Sísmico Por Desempeño Con la Normativa Chilena NCH 433 Of.96 “Diseño Sísmico de Edificios”. Llegando a la conclusión que la estructura presenta un desempeño mejor de lo esperado aplicando la norma chilena de diseño sísmico de edificios NCH. 433.Of.96, específicamente usando el método modal espectral y diseñando los elementos usando el código de diseño ACI318-05, ya que la estructura permanecerá Operacional durante un Sismo Frecuente y un Sismo Ocasional, y garantizará la Seguridad de Vida luego de un Sismo Raro y un Sismo Muy Raro. La estructura de hormigón armado no cumplió con los requerimientos de desplazamiento del nudo de control establecidos por la norma FEMA 273, para el nivel de seguridad básico, debido a su relación de aspecto.

Sinisterra Bonilla, H. (2017). Realizó en la república de Colombia la “DETERMINACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO PARA EDIFICACIONES EN PÓRTICOS DE CONCRETO REFORZADO DISEÑADOS BAJO LA NORMA DE DISEÑO SISMO RESISTENTE C.C.C.S.R. 84”, Mediante la siguiente metodología. Mediante el método del espectro de capacidad para edificios de pórticos de concreto de reforzado diseñado bajo la norma C.C.C.S.R-84, procedimiento que permitió elaborar las curvas de capacidad y obtener los espectros de demanda sísmica y puntos de desempeño para los suelos C, D y E de la NSR-10 y el espectro de demanda para suelos S2. Llegando a la conclusión que para un suelo tipo S2, correspondiente a la norma C.C.C.S.R-84, los edificios se mantienen en el nivel de desempeño en los rangos de ocupación inmediata (IO) y seguridad de vida (LS), para el suelo tipo D, de las NSR-10, los edificios alcanzaron niveles de desempeño en los rangos de prevención del colapso (CP) y seguridad de vida, para suelos de tipo E, de la NSR-10, ningún edificio alcanzo el nivel de desempeño esperado.

2.1.2. Nacionales.

Albarracín PJ. y Gallo EJ (2010). Realizaron el “DESEMPEÑO SÍSMICO DE UN EDIFICIO APORTICADO DE SIETE PISOS DISEÑADO CON EL REGLAMENTO NACIONAL DE CONSTRUCCIONES Y ACEPTANDO UNA DERIVA MÁXIMA DEL 1%”. Empleando la Metodología: De la norma técnica peruana (E-0.30 y E-0.60), para el análisis inelástico se realizó en función de las incursiones presentado por el Comité Visión 2000, SEAOC y concluyen diciendo: Al mantener la deriva por debajo de 10 por mil se obtienen dimensiones de 45x45 cm para columnas, siendo dimensiones mucho menores a las que se hubieran obtenido con un diseño basado en el actual código peruano sismo resistente. Asimismo, el punto de demanda no se encontrará en un solo espacio del diagrama de capacidad (zona funcional); sino se ubicará en los diferentes sectores de la clasificación del SEAOC.

Calcina Peña, RM (2017). Realizó la “EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE UN EDIFICIO DE ONCE PISOS, MEDIANTE LA METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS ESTÁTICO Y DINÁMICO NO LINEAL”, utilizando el programa

ETABS 2016 versión 16.0.3 y el análisis por desempeño fue realizado de acuerdo al procedimiento y análisis de resultados presentado por la norma FEMA 273. Se siguió la metodología propuesta por los códigos FEMA y ATC-40, la edificación se encuentra en el rango de ocupación inmediata para el análisis estático no lineal y para el análisis dinámico incremental la edificación puede sufrir daños leves en el sistema estructural y no estructural

Flores Jaimes, GC. (2018). Realizó el “DESEMPEÑO SÍSMICO DE UN EDIFICIO DE CONCRETO ARMADO UBICADO EN EL JIRÓN MANUEL RUIZ MANZANA 32 LOTE 10 – 10A –1A DISTRITO DE CHIMBOTE” Mediante el análisis sísmico lineal se desarrolló en base a la norma técnica de diseño sismorresistente (E-0.30), asimismo para el análisis sísmico no lineal se utilizó los procedimientos que establecen las normas ATC – 40 y el FEMA – 440, que se base en la reducción del espectro de aceleraciones hasta intersectar la curva de capacidad y se obtuvo que el nivel de desempeño del edificio se encuentra entre Funcional y seguridad de vida, siendo este método un instrumento útil para comprobar la conformidad del diseño el desempeño sísmico del edificio para un sismo de diseño que tiene el 10% de excedencia en 50 años es de funcional a seguridad de vida, establecido por el ATC-40. La cual para un edificio de uso básico cumple con lo establecido en dicha norma.

2.1.3. Locales.

Ramírez Quispe, J. (2014). Realizó el “DESEMPEÑO SISMORRESISTENTE DEL MÓDULO C, DEL MERCADO DE ABASTOS DE LOS BAÑOS DEL INCA CAJAMARCA”, empleo la metodología usado es el Análisis Estático No Lineal, AENL, acorde con las normativas recientes ASCE/SEI 7-10, ASCEISEI 41-06, el ATC-40, la estructura se analizó aplicando el método de Análisis Modal espectral de respuesta en el software SAP 2000, obtuvo que el Desempeño Sísmico alcanzados por el edificio no satisfacen los criterios del SEAOC para Niveles de Movimiento Sísmico Ocasionales, Sismo Muy raro y satisface para el nivel de Movimiento Sísmico Raro y sufriría daños que afecten sus sistema estructural, las derivas calculadas son menores al 0.7% para sismos ocasionales en la dirección X e Y estando acorde con la norma técnica peruana E 030-2018.

Bolaños Tauma, MI. (2015). Realizó el “DESEMPEÑO SISMORRESISTENTE DEL EDIFICIO 4F DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA”, utilizando la metodología del ATC- 40 (APPLIED TECHNOLOGY COUNCIL), y los criterios del SEAOC, propuesta del Comité VISION 2000, la edificación alcanza niveles de desempeño sismorresistente que no están acorde con los criterios del SEAOC, la edificación sufrirá daños que afecten su sistema estructural.

2.2. Bases Teóricas.

2.2.1. Niveles de Desempeño.

Es el comportamiento de la estructura ante cualquier suceso sísmico y si los daños estructurales posterior al evento sísmico comprometen la seguridad de la edificación y de sus ocupantes (ATC-40,1996).

2.2.1.1. Propuesta del Comité Visión 2000 (SEAOC 1995)

El comité VISION 2000 propone cuatro niveles de desempeño sísmico.

a. Totalmente operacional.

La estructura no sufre ningún tipo de daño en sus elementos estructurales y elementos no estructurales y es completamente segura para sus ocupantes (SEAOC 1995).

b. Operacional.

La estructura sufre daños moderados en su sistema estructural y puede ser ocupada luego de haber ocurrido un suceso sísmico y se necesita reparaciones menores para optimizar su funcionamiento (SEAOC 1995).

c. Seguridad.

Existen daños moderados en los elementos estructurales y no estructurales luego de un suceso sísmico, la estructura pierde rigidez lateral y tiene todavía un rango de seguridad antes del colapso, los daños ocasionados a la estructura dificultan que sea ocupada después del suceso sísmico, su rehabilitación estaría sujeta a la evaluación económica (SEAOC 1995).

d. Próximo al colapso.

La pérdida de la rigidez lateral y de la capacidad resistente del sistema estructural aproximan a la estructura al colapso. La estructura luego de un suceso sísmico es insegura para sus ocupantes, la rehabilitación económicamente no es factible (SEAOC 1995).

Tabla 2.1. Daños y niveles de desempeño de la estructura.

| Estado del Daño | Nivel de Desempeño | Características Principales. |
|------------------------|---------------------------|---|
| Despreciable. | Totalmente ocupacional. | La edificación presenta daños insignificantes en todo su sistema estructural. |
| Leve | operacional | La edificación tiene daños leves y moderados luego de un suceso sísmico |
| Moderado | Seguridad | La edificación presenta pérdidas moderadas de la rigidez del sistema estructural, es necesario la reparación del edificio. |
| Severo | Pre - Colapso | La edificación presenta daños severos en el sistema estructural y no estructural, posiblemente es necesario la demolición del edificio. |
| Completo | Colapso | Colapso parcial o total del sistema estructural, imposible reparar la edificación. |

Fuente: Comité Visión 2000 SEAOC,1995.

2.2.1.2. Propuesta del ATC-40, FEMA-356.

El ATC-40 y FEMA-356 presenta una combinación de los niveles utilizados para el sistema estructural y para el sistema no estructural, ambos definidos de forma independiente.

2.2.1.2.1. Niveles Para los Elementos Estructurales.

Describe los posibles daños sobre los elementos estructurales del edificio, son cinco estados de daño tres principales y dos intermedios. Los tres principales son: ocupación inmediata, seguridad y estabilidad estructural. Los dos rangos intermedios son: daño controlado y seguridad de vida (Boneit, 2003).

- a. **Ocupación inmediata, SP-1.** Presenta daños insignificantes en el sistema estructural y no compromete la seguridad de sus ocupantes (ATC-40, FEMA-356).
- b. **Daño controlado, SP-2.** El estado de daño se encuentra entre ocupación inmediata y seguridad de vida (ATC-40, FEMA-356).
- c. **Seguridad de vida, SP-3.** El daño ocasionado por un suceso sísmico no causa la pérdida parcial de la rigidez de la estructural, los ocupantes de la edificación pueden verse afectados por falla de los elementos no estructurales, se debe reparar la edificación para ser ocupada, teniendo en cuenta el criterio económico (ATC-40, FEMA-356).
- d. **Seguridad limitada, SP-4.** Elementos del sistema estructural de la edificación necesitan reforzamiento para que sus ocupantes no presenten riesgo en sus vidas (ATC-40, FEMA-356).
- e. **Estabilidad estructural o prevención del colapso, SP-5.** La edificación presenta una pérdida total de la rigidez del sistema estructural y está próximo a colapsar debido a replicas, se requiere reforzar el sistema estructural (ATC-40, FEMA-356).

2.2.1.2.2. Nivel de Desempeño de Elementos no Estructurales.

Se presenta cuatro niveles de desempeño.

- a. **Operacional NP-A.** Después del sismo, la edificación funciona con normalidad. Todos los equipos y maquinarias deben permanecer operativos, aunque algunos servicios externos no estén del todo disponibles, sin que comprometa la ocupación de la edificación, (ATC-40, FEMA-356).
- b. **Ocupación inmediata NP-B.** La edificación no presenta daños significantes, pero si existe interrupciones en el correcto funcionamiento de maquinaria y equipos que se encuentra en su interior (ATC-40, FEMA-356).

c. **Seguridad NP-C.** En el sistema no estructural de la edificación se observa daños severos, pero no llegan a colapsar (ATC-40, FEMA-356).

d. **Amenaza reducida NP-D.** En todo el contenido del sistema no estructural se observa daños severos y ocasionando lesiones a sus ocupantes (ATC-40, FEMA-356).

2.2.2. Nivel de Desempeño de la Edificación.

El desempeño de los elementos estructurales y no estructurales forman en conjunto las posibles variantes para los estados de daño del edificio. Las posibles combinaciones de los cuatro niveles de desempeño de un edificio se muestran en la Tabla 2.2.

Tabla 2.2. Combinación de niveles de comportamiento elementos estructural Y No estructural.

| Niveles de Comportamiento No estructural | Niveles de comportamiento Estructural | | | | | |
|--|---------------------------------------|-------------------------|------------------------------|----------------------------|------------------------------------|------------------------|
| | SP-1 Ocupación Inmediata | SP-2 Control de Daño | SP-3 Seguridad de Vida | SP-4 Seguridad Limitada | SP-5 Estabilidad Estructural | SP-6 No Considerado |
| NP-A Operacional | 1- A Operacional | 2-A | NR | NR | NR | NR |
| NP-B Ocupación inmediata | 1-B Ocupación Inmediata. | 2-B | 3-B | NR | NR | NR |
| NP-C Peligro Vida | 1-C | 2-C | 3-C seguridad de vida | 4-C | 5-C | 6-C |
| NP-D Peligro Reducido | NR | NR | 3-D | 4-D | 5-D | 6-D |
| NP-E No Considerado | NR | NR | 3-E | 4-E | 6-E Estabilidad estructural | No Aplicable |

Fuente: Niveles de desempeño de la edificación (ATC, 1996), (FEMA-356, 2000).

2.2.3. Movimiento Sísmico de Diseño.

El movimiento sísmico de diseño varía de un lugar a otro dependiendo la zona sísmica donde se encuentra ubicada la edificación (Bertero, 1997).

2.2.3.1. Propuesta del Comité VISION 2000 (SEAOC)

El periodo medio de retorno y la probabilidad de excedencia se relacionan directamente como en la ecuación N° 01 (SEAOC 1995).

$$T_R = -\frac{t}{\ln(1 - p_e)} \quad \text{Ec.....N° 01}$$

Donde.

T_R : Periodo medio de retorno (en años).

p_e : Probabilidad de excedencia.

t : tiempo de exposición en años.

A continuación, se muestra los cuatro movimientos sísmicos propuestos por el comité VISIÓN 2000 SEAOC, 1995.

Tabla 2.3. Movimientos sísmicos de diseño.

| Movimiento sísmico de diseño | Intervalo de recurrencia | Probabilidad de excedencia |
|------------------------------|--------------------------|----------------------------|
| Frecuente | 43 años | 50 % en 30 años |
| Ocasional | 72 años | 50 % en 50 años |
| Raro | 475 años | 10 % en 50 años |
| Muy raro | 950 años | 10 % en 100 años |

Fuente: Comité Visión 2000 SEAOC, 1995.

2.2.3.2. Propuesta del Applied Technology Council (ATC-40)

Los movimientos sísmicos utilizados por el ATC-40 se describe a continuación.

a. Sismo de servicio, SE. Corresponde a un suceso sísmico que tiene una probabilidad del 50 % de ser excedido en un período de 50 años, o un tiempo de

retorno de 72 años. Éste se califica como un sismo frecuente ya que puede ocurrir más de una vez durante la vida útil de la estructura, (ATC-40).

b. Sismo de diseño, DE. Corresponde a un suceso sísmico poco frecuente con una probabilidad del 10 % de ser excedido en 50 años, con un tiempo de retorno de 475 años, (ATC-40).

c. Sismo máximo, ME. Corresponde a un suceso sísmico que tiene una probabilidad del 5 % de ser excedido en 50 años, con un tiempo de retorno de 975 años, (ATC-40).

Tabla 2.4. Niveles de movimiento sísmico.

| Nivel del Movimiento Sísmico | Intensidad | Ocurrencia | Periodo Medio de Retorno T (años) | Probabilidad de Excedencia p (%)- t (años) |
|---|-------------------|-------------------|--|---|
| SS Sismo de Servicio | Baja - Moderada | Frecuente | 72 | 50% - 50 |
| SD Sismo de Diseño (Códigos Actuales) | Moderada - Severa | Poco frecuente | 475 | 10% - 50 |
| SM Sismo Máximo (Edificaciones Esenciales) | Severa-Muy severa | Rara | 975 | 5% - 50 |

Fuente: ATC-40, 1996

2.2.3.3. Adaptación Para el Perú.

Empleando la información con que se cuenta respecto a la sismicidad del país, es posible estimar las aceleraciones asociadas a los cuatro sismos de diseño para la costa del Perú (Muñoz; Tinman y Quiun, 2001)

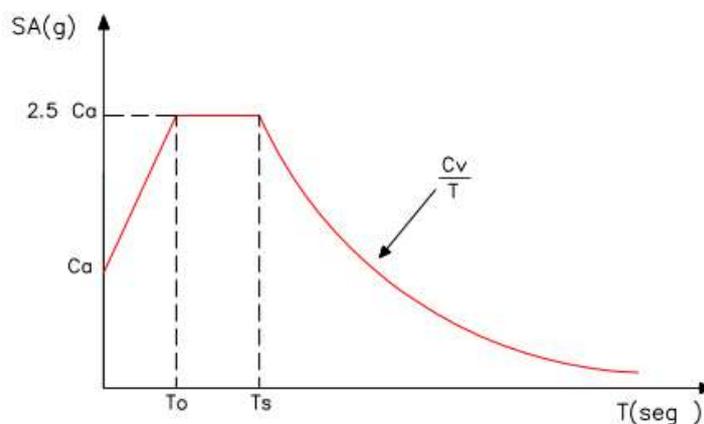
Tabla 2.5. Aceleración máxima en roca para los sismos de diseño de estructuras en la costa oeste de América del Sur.

| Sismo de Diseño | Aceleración esperada (g) | Periodo de retorno |
|--------------------|--------------------------|--------------------|
| Sismos frecuentes | 0.20 | 45 |
| Sismos Ocasionales | 0.25 | 75 |
| Sismos raros | 0.40 | 500 |
| Sismos muy raros | 0.50 | 1000 |

Fuente: Muñoz; Tinman y Quiun, 2001

En la figura 2.1 se muestra los espectros de aceleración según la propuesta del Uniform Building Code UBC correspondiente a terremotos de subducción, cuya forma se utilizó para la construcción de los espectros de demanda.

Figura 2.1. Espectro de la Uniform Building Code (UBC).



Fuente: Soto, 2015.

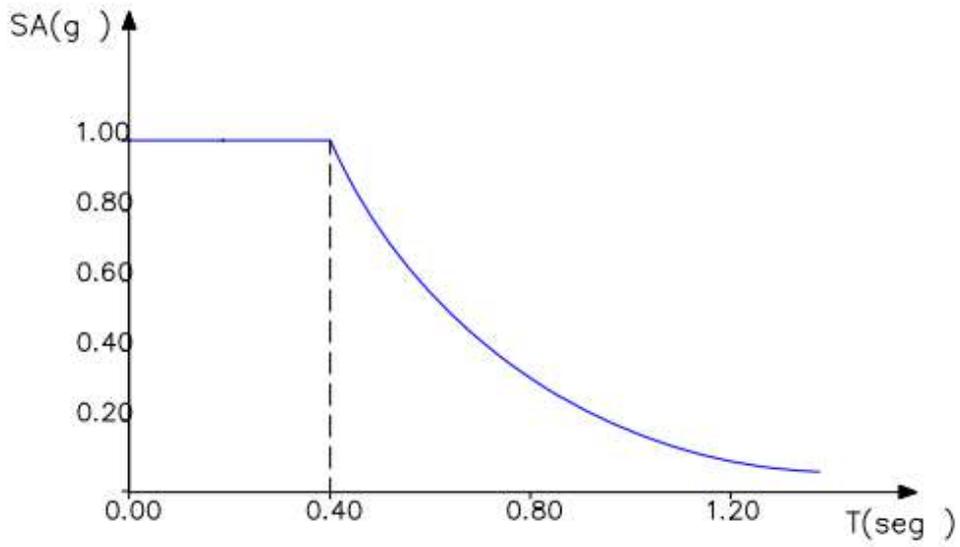
En la figura anterior C_a y C_v son los términos libres, T_o y T_s satisfacen las siguientes ecuaciones

$$T_s = \frac{C_a}{2.5C_v} \quad \text{Ec.....N}^\circ 02$$

$$T_o = 2T_s \quad \text{Ec.....N}^\circ 03$$

La norma técnica peruana presenta un espectro para un suceso sísmico raro que tiene un tiempo de retorno de 500 años la aceleración pico 0.4g para un suelo bueno de la costa peruana (Bolaños, 2015).

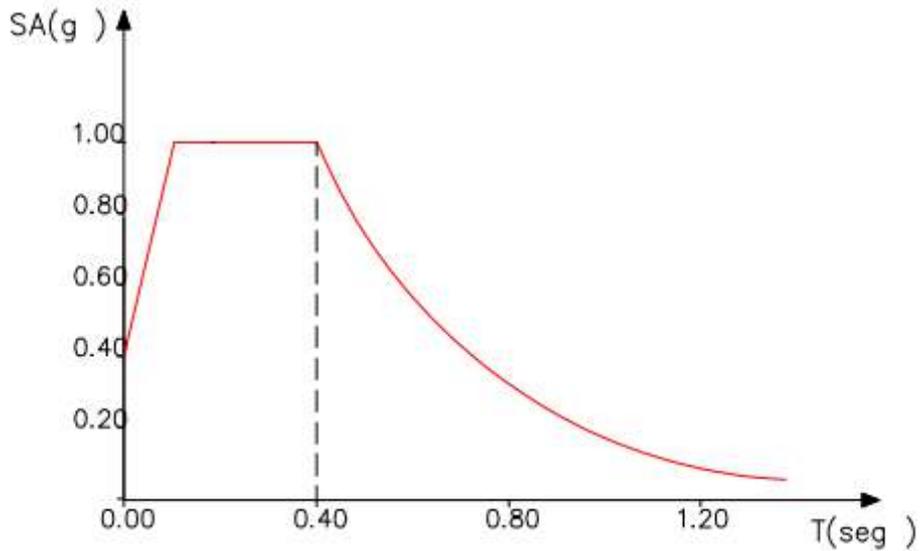
Figura 2.2. Espectro de la norma técnica peruana.



Fuente: Bolaños, 2015.

La relación espectral del UBC se calcula con los valores C_a y C_v iguales a 0.4 que son para un suceso sísmico raro.

Figura 2.3. Espectro de la UBC para sismo raro.



Fuente: Soto, 2015.

Tabla 2.6. Muestra los valores de Ca y Cv. para cada uno de los sismos.

| Sismo de Diseño | Aceleración esperada (g) | Ca | Cv |
|--------------------|--------------------------|------|------|
| Sismos frecuentes | 0.20 | 0.20 | 0.20 |
| Sismos Ocasionales | 0.25 | 0.25 | 0.25 |
| Sismos raros | 0.40 | 0.40 | 0.40 |
| Sismos muy raros | 0.50 | 0.50 | 0.50 |

Fuente: Norma peruana con la propuesta de la UBC.

2.2.4. Objetivo del Diseño por Desempeño.

El objetivo del diseño por desempeño se base en la funcionalidad de la edificación, la ocupación y los niveles de desempeño de la estructura ante la ocurrencia de un suceso sísmico. También costo de reparación antes los posibles daños ocasionados por los sismos es uno de los factores en tener en cuenta para el diseño por desempeño (Bertero, 1997).

2.2.4.1. Propuesta del Comité VISION 2000 (SEAOC)

En su propuesta el comité visión 2000 SEAOC agrupa a las estructuras en tres grandes grupos en función a su comportamiento antes, durante y después de haber ocurrido el sismo.

Tabla 2.7. Niveles recomendados de desempeños esperados.

| 1. Edificaciones Básicas 2. Edificaciones Esenciales 3. Edificaciones de Seguridad Critica 0. Desempeño Inaceptable | | NIVEL DE DESEMPEÑO SÍSMICO | | | |
|--|---------------------------------|----------------------------|-----------|-----------|--------------|
| | | Operacional | Funcional | Seguridad | Pre- Colapso |
| NIVEL DEL MOVIMIENTO SÍSMICO | Frecuente (T=43 años) | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | Ocasional (T=72 años) | 2 | 1 | 0 | 0 |
| | Raro (T=475 años) | 3 | 2 | 1 | 0 |
| | Muy Raro (T=43 años) | - | 3 | 2 | 1 |

Fuente: Comité visión 2000 SEAOC, 1995.

a. Edificaciones Esenciales.

En este grupo están las edificaciones esenciales que después de haber ocurrido un evento sísmico sigan funcionando con normalidad.

b. Edificaciones de Seguridad Crítica.

Están conformado por las edificaciones que sirven como almacén de materiales peligrosos.

c. Edificaciones Básicas.

En este grupo están las viviendas.

2.2.4.2. Propuesta del Applied Technology Council (ATC-40)

El consejo de tecnología aplicada define al objetivo de diseño por desempeño como una combinación de los niveles de desempeño estructural en función a la magnitud de los sismos. El objetivo de diseño se asigna a las estructuras teniendo en cuenta su funcionalidad y el criterio económico.

Tabla 2.8. Objetivo de seguridad básica para estructuras convencionales.

| Movimiento Sísmico de Diseño | Nivel de desempeño del edificio. | | | |
|------------------------------|----------------------------------|---------------------|-----------|-------------------------|
| | Operacional | Ocupación Inmediata | Seguridad | Estabilidad Estructural |
| Sismo de Servicio | | | | |
| Sismo de diseño | | | √ | |
| Sismo Máximo | | | | √ |

Fuente: ATC, 1996.

2.2.5. Evaluación del Desempeño Sísmico de la Estructura.

2.2.5.1. Propuesta del Comité Visión 2000 (SEAOC).

Según la propuesta del Comité Visión 2000 SEAOC 1995, el desempeño se define en función de la severidad del sismo y del comportamiento de la edificación, como se explica a continuación.

✓ Eventuales daños físicos en elementos estructurales y no estructurales, cuando se compromete la seguridad de los ocupantes de la edificación, producto de estos daños, a operatividad de la edificación luego del evento sísmico (SEAOC, 1995).

Los niveles del desempeño sísmico propuestos por el comité VISION 2000 SEAOC 1995

Tabla 2.9. Descripción de daños asociados a cada nivel de desempeño.

| NIVEL DE DESEMPEÑO | DESCRIPCION |
|---------------------------|--|
| TOTALMENTE OPERACIONAL | Daño estructural y no estructural despreciable o nulo. Los sistemas de evacuación y todas las instalaciones continúan prestando servicios. |
| FUNCIONAL. | Agrietamiento en elementos estructurales. Daño leve y moderado en elementos arquitectónicos. Los sistemas de evacuación y seguridad funcionan con normalidad. |
| RESGUARDO DE VIDAS. | Daño moderado en algunos elementos. Perdida de resistencia y rigidez del sistema resistencia de cargas laterales. El sistema permanece funcional. Algunos elementos no estructurales pueden dañarse. |
| CERCA AL COLAPSO | Daños severos en elementos estructurales. Fallo de elementos secundarios, no estructurales y contenidos. Pueden llegar a ser necesario demoler el edificio. |
| COLAPSO | Pérdida parcial o total de soporte. Colapso parcial o total. No es posible la reparación. |

Fuente: Comité visión 2000 SEAOC, 1995.

Para realizar la sectorización de la curva de capacidad primero se encuentra el punto de fluencia efectiva y luego se define los tramos elástico y plástico de la estructura, en el tramo plástico de la curva de capacidad se divide en cuatro partes las cuales están en función al nivel de desempeño de la estructura. (Ramírez, 2014)

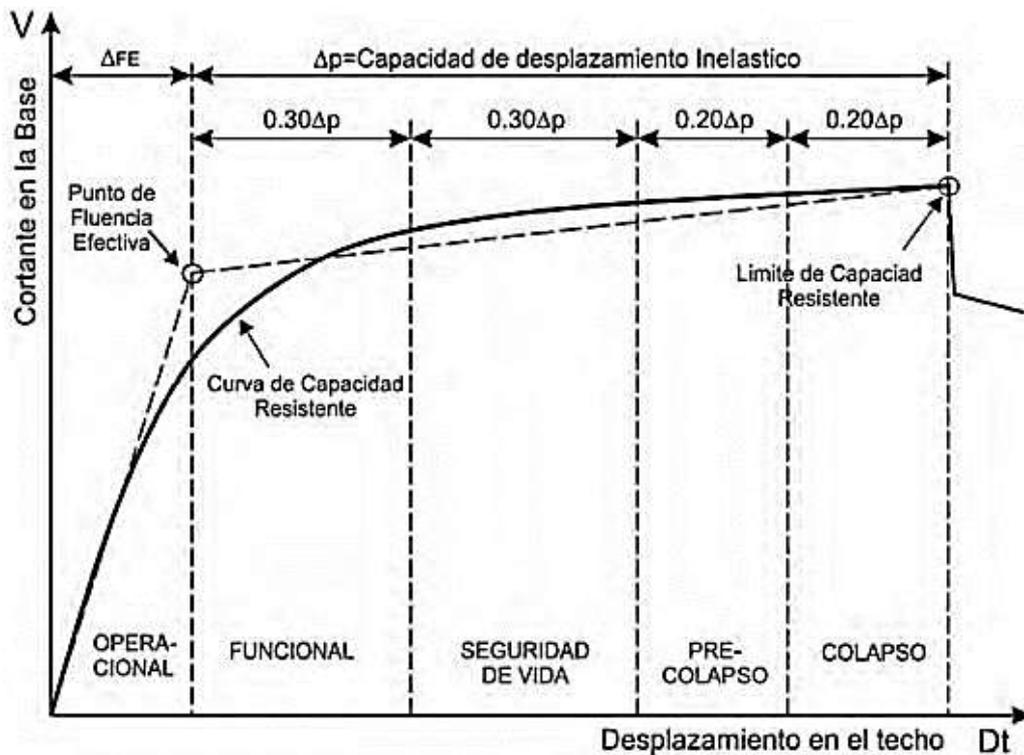
Tabla 2.10. Descripción de los daños de cada nivel de desempeño estructural.

| NIVEL DE DESEMPEÑO | RANGO DE DESPLAZAMIENTO |
|--------------------|---|
| Operacional. | 0 - ΔFE |
| Funcional. | $\Delta FE - \Delta FE + 0.30\Delta p$ |
| Seguridad de Vida. | $\Delta FE + 0.30\Delta p - \Delta FE + 0.60\Delta p$ |
| Cerca al Colapso. | $\Delta FE + 0.60\Delta p - \Delta FE + 0.80\Delta p$ |
| Colapso. | $\Delta FE + 0.80\Delta p - \Delta FE + \Delta p$ |

ΔFE : Desplazamiento correspondiente al punto de Fluencia Efectiva. Es el desplazamiento en el rango elástico de la estructura.
 Δp : Rango Plástico.

Fuente: Comité visión 2000 SEAOC, 1995

Figura 2.4. Sectorización de la curva de capacidad.



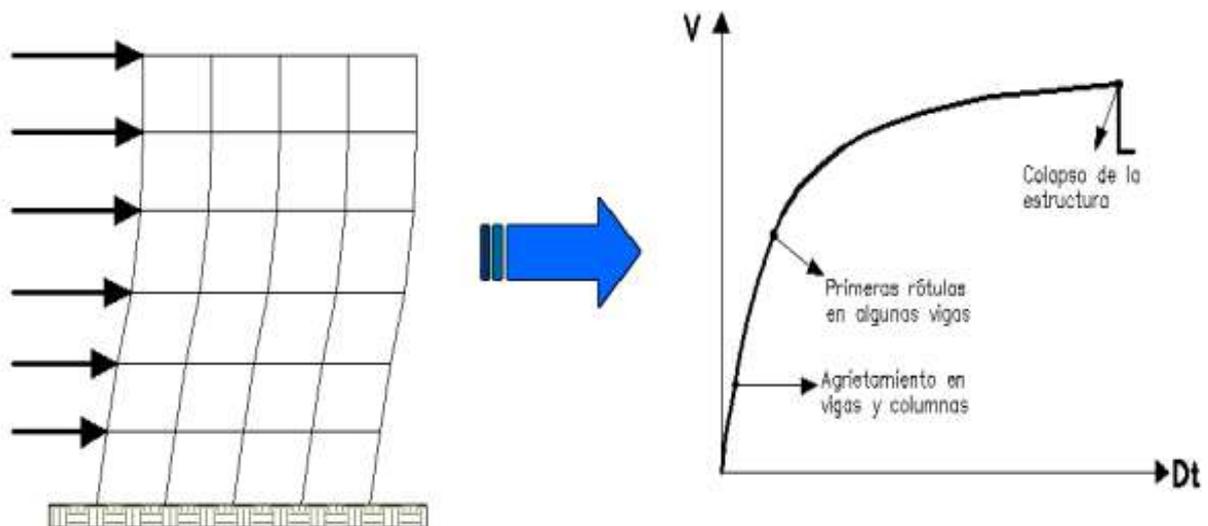
Fuente: Comité visión 2000 SEAOC, 1995.

2.2.6. Análisis Estático no Lineal de la Estructura (análisis pushover).

El análisis estático no lineal de carga incremental, evalúa el comportamiento de la estructura cuantificando el desplazamiento en el techo y el cortante en la base, cuando esta se ve sometida a un patrón de fuerzas horizontales que varían con la altura. El valor de la fuerza horizontal se va incrementado hasta que se sobre

pase algún criterio de respuesta fijada con anterioridad, en el que se considera que la estructura llega a su punto de colapso. Este método permite calcular el cortante que se produce en la base de la estructura al aplicar el patrón de cargas seleccionado, relacionando el valor del cortante en la base con el desplazamiento en el techo de la estructura se obtiene lo que se conoce como curva de capacidad. (Tavárez, 2016).

Figura 2.5. Representación del pushover y de la curva de capacidad.



Fuente: Navarro y Fernández, 2006.

La información necesaria para realizar el Análisis Estático No Lineal es la siguiente.

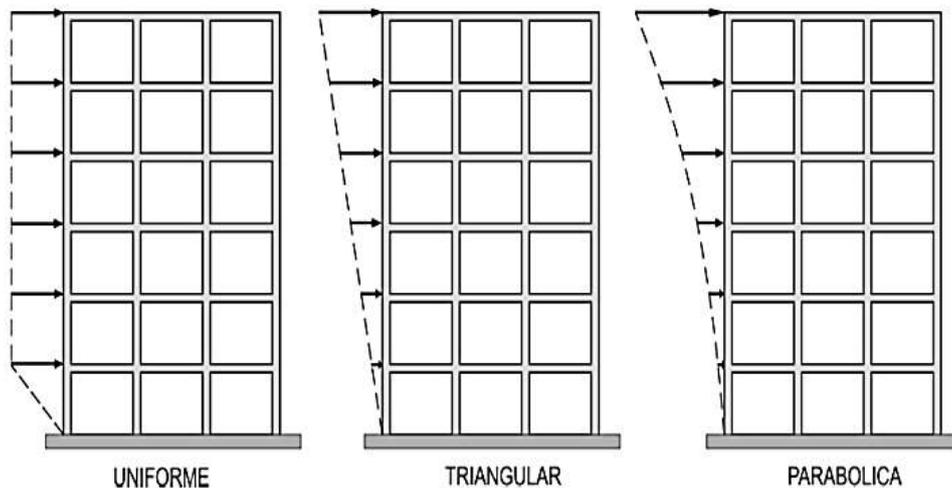
- ✓ Características de los materiales con los que está construido la edificación.
- ✓ Dimensiones de los elementos estructurales y ubicación del acero de refuerzo, longitudinal y transversal y detalles.
- ✓ Las cargas gravitacionales.
- ✓ Resistencia de los elementos estructurales vigas y columnas.
- ✓ Definir la ubicación de las rotulas plásticas en el sistema estructural.

2.2.6.1. Curva de Capacidad.

La curva de capacidad es la representación de una estructura frente a fuerza laterales que ocasionan el deterioro secuencial de la estructura (Navarro y Fernández, 2006).

La estructura se somete a fuerzas laterales que se van incrementando de manera secuencial hasta que la estructura alcance su desplazamiento máximo (Chunque 2013).

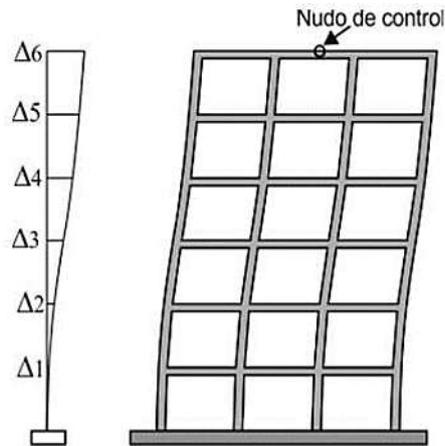
Figura 2.6. Modelo de distribución de cargas laterales.



Fuente: Bonett 2003

El análisis de las fuerzas laterales que se van incrementando se rige mediante un nudo control ubicado en el centro de masa del techo de la edificación (ver Figura 2.7).

Figura 2.7. Modelos de desplazamientos y nudo de control de una estructura

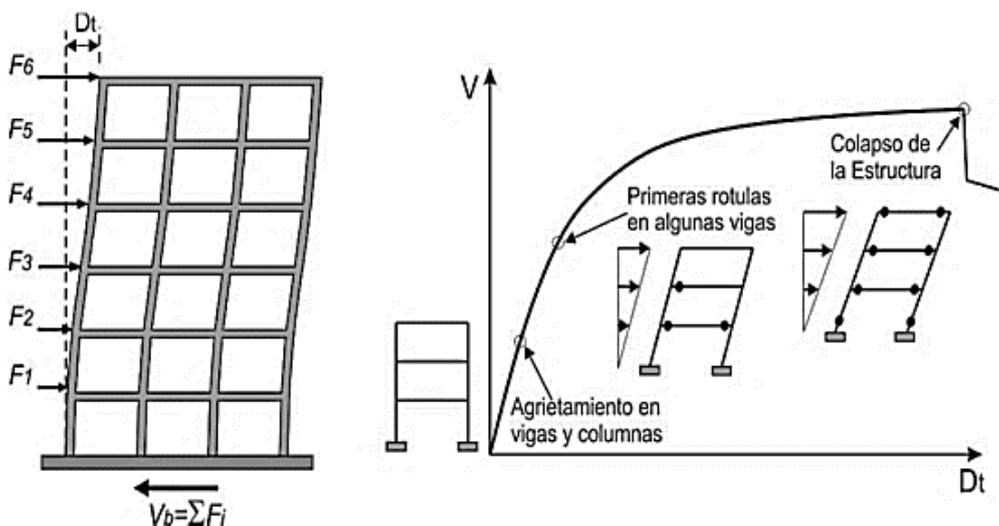


Fuente: Bonett 2003.

Cuando se realiza el incremento de las fuerzas laterales, el desplazamiento del nudo de control aumenta y se registra los valores de la fuerza cortante (V) en la base del edificio hasta que la estructura obtenga el desplazamiento lateral máximo (Chunque 2013).

Como producto de las fuerzas incrementales de halla la curva de capacidad de la estructura.

Figura 2.8. Representación del análisis pushover y curva de capacidad.

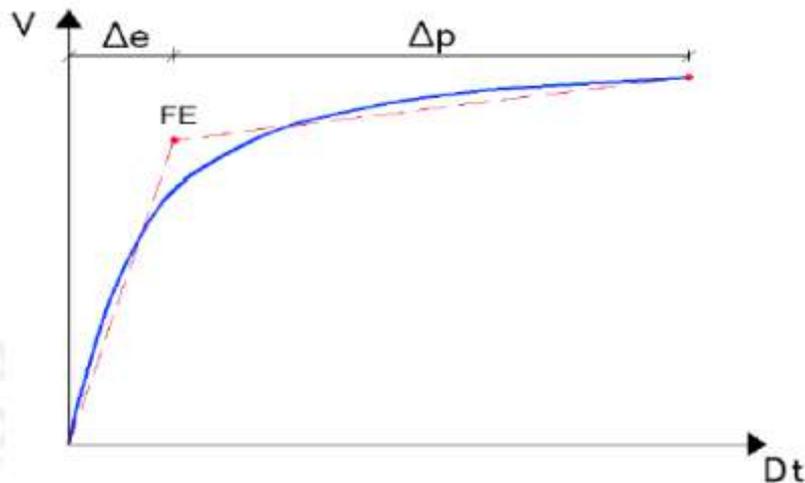


Fuente: Navarro y Fernández, 2006.

2.2.6.2. Fluencia Efectiva y Modelo Bilineal.

Es el punto donde se presenta el cambio de la rigidez de los elementos estructurales es decir es el límite entre el rango elástico y el rango inelástico (Orrillo 2014)

Figura 2.9. Ubicación del punto de fluencia efectiva de la estructura

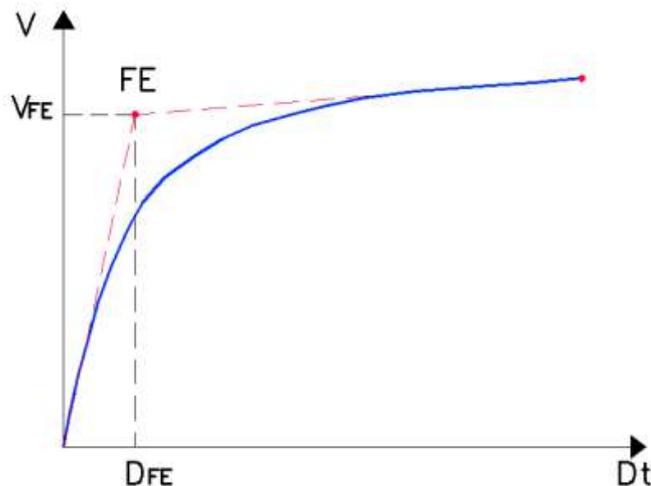


Fuente: Navarro y Fernández, 2006.

A. Criterio de las Rigideces Tangentes.

Consiste en trazar dos rectas tangentes a la curva de capacidad, la primera en el rango elástico y la segunda en el punto del cortante ultimo V_u y donde se intersecan las dos rectas es el punto de fluencia de la estructura (Aguiar 2003).

Figura 2.10. Criterio de las rigideces tangentes.

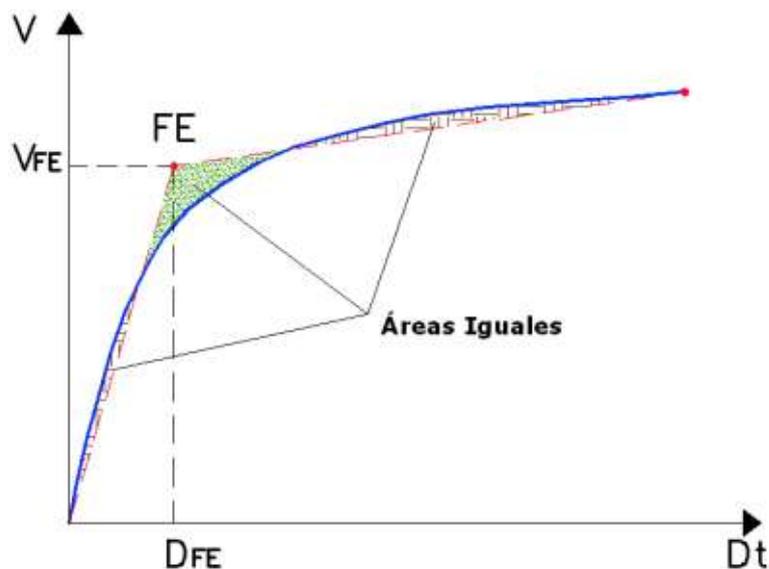


Fuente: Navarro y Fernández, 2006.

B. Criterio de las Áreas Iguales.

Consiste en trazar dos rectas de tal manera que se logre tener áreas iguales tanto exteriores como interiores en la curva de capacidad del sistema estructural (Aguiar 2003).

Figura 2.11. Criterio de áreas iguales.



Fuente: Navarro y Fernández, 2006

C. Ajuste de Mínimos Cuadrados.

La ecuación que rige a la recta que une el origen de coordenadas con el punto de fluencia es la siguiente (Orrillo 2014)

$$V = b_1 * Dt \quad \text{Ec...N}^\circ 04$$

Ecuación de la recta en tramo no lineal es la siguiente:

$$V = a_2 + b_2 * Dt \quad \text{Ec...N}^\circ 05$$

Los valores de b_1 , b_2 y a_2 se hallan mediante el método de los mínimos cuadrados. El punto de fluencia Dt_y es el punto en común de las dos rectas por lo tanto satisfacen las dos ecuaciones (Orrillo 2014)

$$Dt_y = \frac{a_2}{b_1 - b_2} \quad \text{Ec...N}^\circ 06$$

2.2.6.3. Ductilidad.

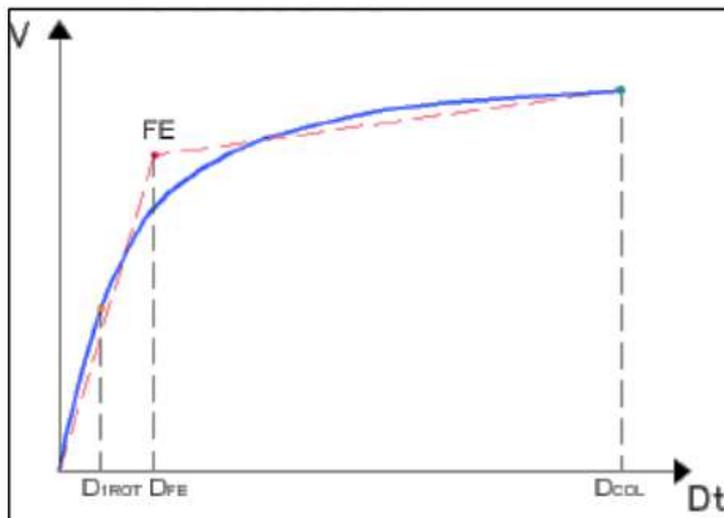
A. Ductilidad Disponible.

Se calcula comparando el desplazamiento de colapso (D_{COL}) respecto al desplazamiento de la formación de la primera rótula plástica (D_{1ROT}) o a la fluencia efectiva (Δt_{fe}). (Navarro y Fernández, 2006) Se usa las siguientes ecuaciones:

$$u_{COL/1ROT} = \frac{D_{COL}}{D_{1ROT}} \quad \text{Ec...N}^\circ 07$$

$$u_{COL/FE} = \frac{D_{COL}}{D_{FE}} \quad \text{Ec...N}^\circ 08$$

Figura 2.12. Puntos notables en el cálculo de la ductilidad estructural.



Fuente: Navarro y Fernández, 2006

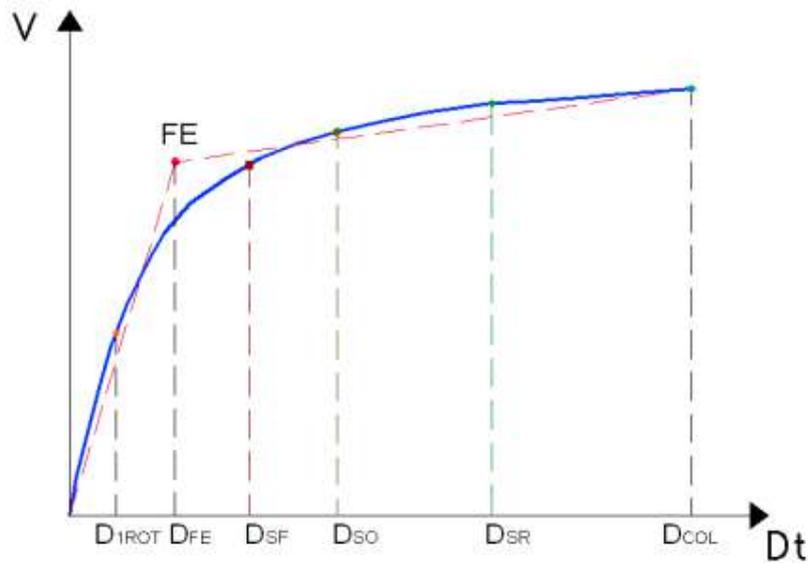
B. Ductilidad Demandada.

Son los puntos que existen en la curva de capacidad que representa la respuesta del sistema estructural frente a los diferentes sismos como son Sismo Frecuente, Sismo Ocasional, Sismo Raro y Sismo Muy raro (Navarro y Fernández, 2006).

$$u_{(SISMO)/1rot} = \frac{\Delta t_{(SISMO)}}{\Delta t_{1rot}} \quad \text{Ec...N}^\circ 09$$

$$u_{(SISMO)/fe} = \frac{\Delta t_{(SISMO)}}{\Delta t_{fe}} \quad \text{Ec...N}^\circ 10$$

Figura 2.13. Desplazamiento demanda del sismo frecuente, ocasional y raro.



Fuente: Navarro y Fernández, 2006

2.2.6.4. Sobre Resistencia.

La sobre resistencia del sistema estructural se cuantifica como el cociente de la fuerza asociada a los sismos (Sismo Frecuente, Ocasional, Raro y Muy Raro) y un divisor que es la fuerza cortante de diseño (V_D), la fuerza cortante asociada a la primera rotula plástica (V_{1ROT}) o la fuerza cortante de la fluencia efectiva. (Navarro y Fernández, 2006)

$$SR_{(SISMO)/1rot} = \frac{V_{(SISMO)}}{V_{1rot}} \quad \text{Ec...N}^\circ 11$$

$$SR_{(SISMO)/fe} = \frac{V_{(SISMO)}}{V_{fe}} \quad \text{Ec...N}^\circ 12$$

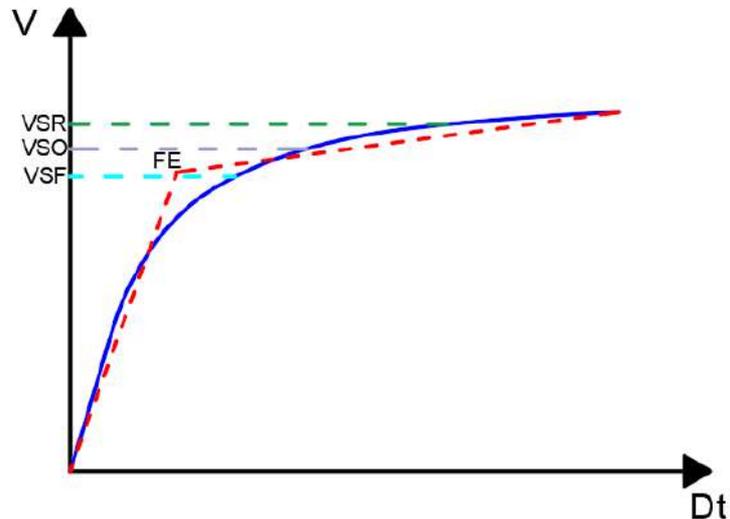
$$SR_{fe/1rot} = \frac{V_{fe}}{V_{1rot}} \quad \text{Ec...N}^\circ 13$$

$$SR_{1rot/fe} = \frac{V_{1rot}}{V_{fe}} \quad \text{Ec...N}^\circ 14$$

$$SR_{max/1rot} = \frac{V_{max}}{V_{1rot}} \quad \text{Ec...N}^\circ 15$$

$$SR_{max/fe} = \frac{V_{max}}{V_{fe}} \quad \text{Ec...N° 16}$$

Figura 2.14. Cortantes asociadas a los sismos de demanda.



Fuente: Navarro y Fernández, 2006.

2.2.7. Espectro de Capacidad.

En la curva de capacidad del sistema estructural de una edificación se muestra la relación de la fuerza del cortante basal y el desplazamiento lateral del último nivel de la estructura (Navarro y Fernández, 2006).

Para transformar la curva de capacidad al formato ADRS (siglas del inglés Acceleration-Displacement Response Spectra) que significa Espectro de Respuesta Aceleración-Desplazamiento se utilizan modelos asociados al modo fundamental de vibración, representando la aceleración espectral (S_A) versus el desplazamiento espectral (S_D) según las siguientes fórmulas. (Bolaños, 2015).

$$S_{Di} = \frac{\Delta_{ni}}{(\beta_1 \times \varphi_{1,n})} \quad \text{Ec...N° 17}$$

$$S_{Ai} = \frac{V_i}{\alpha_1} \quad \text{Ec...N° 18}$$

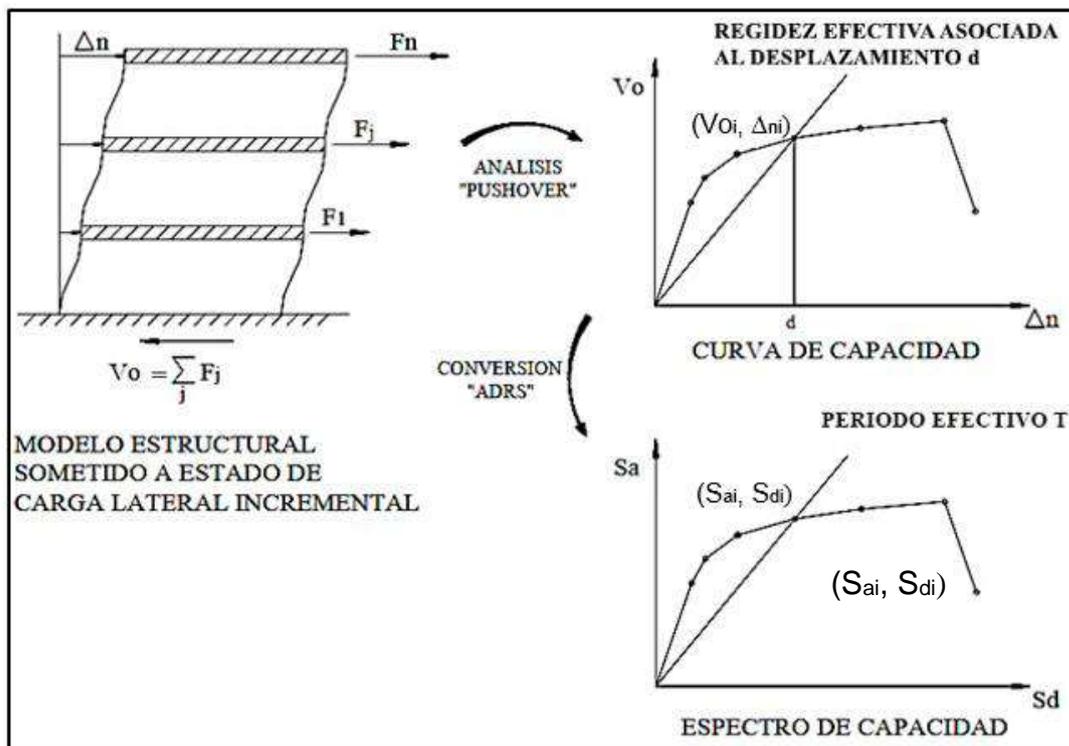
Donde:

α_1 : Masa modal asociada al modo fundamental o primer modo de vibración.

β_1 : Factor de participación asociado al modo fundamental.

$\varphi_{1,n}$: Amplitud en el nivel "n", de la forma de vibración del modo fundamental.

Figura 2.15. Espectro de Capacidad.

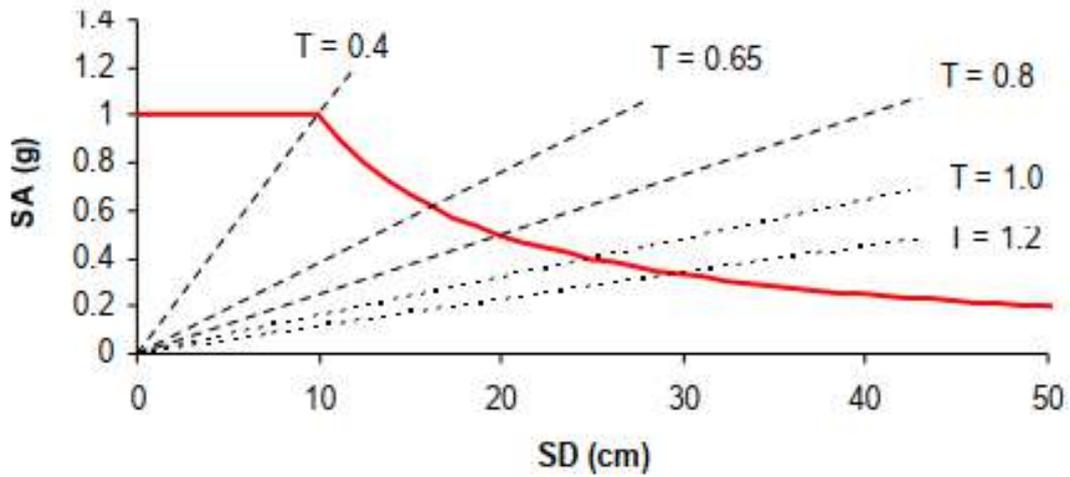


Fuente: (Bolaños, 2015)

2.2.8. Espectro de Demanda.

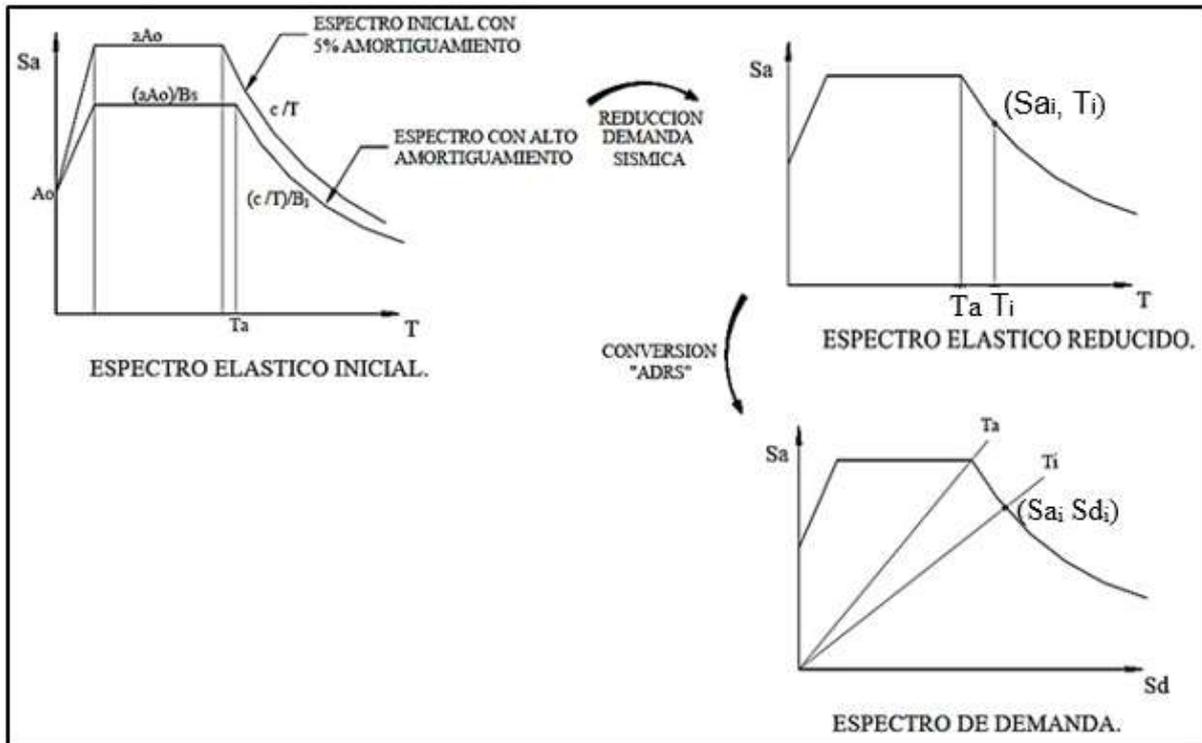
Es la representación en un solo gráfico de manera simultánea de la aceleración y desplazamiento, donde sus ejes tanto vertical como horizontal representan a los valores del desplazamiento espectral y de la Aceleración Espectral (S_A) respectivamente. (Chunque 2013).

Figura 2.16. Espectro de demanda de la norma peruana.



Fuente: Navarro y Fernández, 2006.

Figura 2.17. Espectro de demanda sísmica.



Fuente: Bolaños, 2015

La demanda sísmica inicialmente se caracteriza usando el espectro de respuesta elástico de aceleración típicamente que tiene un amortiguamiento del 5% el cual se transforma mediante el formato ADRS, de Aceleración Espectral una fracción

de la aceleración de la gravedad en función al Desplazamiento Espectral (S_D) mediante la siguiente ecuación (Bolaños. 2015).

$$S_{Di} = \frac{T_i^2}{4\pi^2} S_{Ai} \times g \quad \text{Ec...N}^\circ 19$$

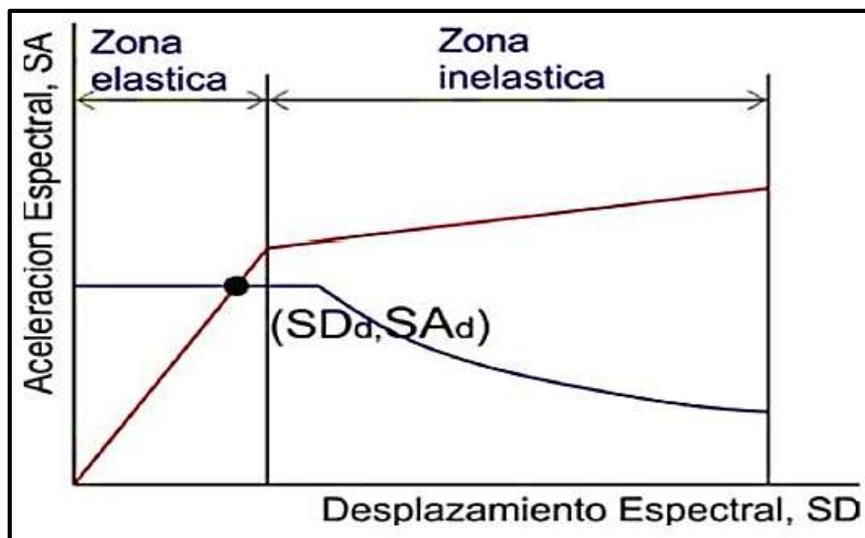
De manera que el Espectro de Demanda es una representación gráfica de la aceleración máxima de respuesta respecto del desplazamiento máximo para un tiempo y nivel de amortiguamiento dado (Bolaños. 2015).

2.2.9. Estimación del Punto de Desempeño.

2.2.9.1. Respuesta Elástica de Estructuras.

Es cuando el punto de intersección del desplazamiento espectral y de la aceleración espectral se encuentra en el tramo elástico del espectro de respuesta del sistema estructural (Navarro y Fernández, 2006).

Figura 2.18. Intersección de espectro de respuesta en zona elástica.

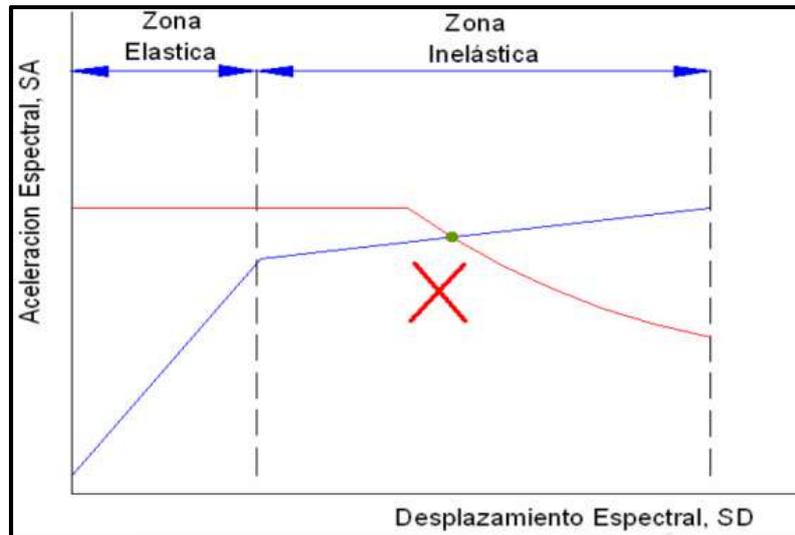


Fuente: Navarro y Fernández, 2006.

2.2.9.2. Respuesta Inelástica de la Estructura.

Es cuando la intersección del desplazamiento espectral y de la aceleración espectral se encuentra en la zona plástica o inelástica del espectro de respuesta del sistema estructural (Bolaños, 2015).

Figura 2.19. Intersección de espectros de respuesta en la zona inelástica.



Fuente: Navarro y Fernández, 2006.

A. Reducción del Espectro de Demanda

Conociendo las características de los elementos que conforman el sistema estructural y el tiempo de duración de los sucesos sísmicos, se utiliza un factor de amortiguamiento K que afecta al amortiguamiento hysterético, mediante la siguiente fórmula se calcula el amortiguamiento efectivo (Orrillo, 2014)

$$\beta_{EFF} = K\beta_0 + \beta_{ELÁSTICO} = \frac{0.637(S_{Ay}S_{Di} - S_{Dy}S_{Ai})}{S_{Ai} \times S_{Di}} + 0.05 \quad \text{Ec...N}^\circ 20$$

$S_{Ay}S_{Di}$: Coordenadas del punto escogido del Espectro de Capacidad.

$S_{Dy}S_{Ai}$: Coordenadas del punto de fluencia efectiva.

K : Factor de reducción del amortiguamiento.

$\beta_{ELSTICO}$: Amortiguamiento elástico (normalmente se asume 5%).

El valor de K está en función al tipo de amortiguamiento hysterético (β_0) y el tipo de comportamiento del sistema estructural. (Orrillo, 2014)

Tabla 2.11. Valores del factor que modifica el amortiguamiento "k".

| Tipo de Comportamiento Estructural | β (%) | K | |
|------------------------------------|-----------------|---|------------|
| Tipo A | ≤ 16.25 | 1.00 | Ec...N° 21 |
| | > 16.25 | $1.13 - \frac{0.51(S_{Ay}S_{Di} - S_{Dy}S_{Ai})}{S_{Ai} \times S_{Di}}$ | |
| Tipo B | ≤ 25.00 | 0.67 | Ec...N° 22 |
| | > 25.00 | $0.845 - \frac{0.466(S_{Ay}S_{Di} - S_{Dy}S_{Ai})}{S_{Ai} \times S_{Di}}$ | |
| Tipo C | Cualquier Valor | 0.33 | |

Fuente: ATC-40 1996

Tabla 2.12. Tipos de comportamiento estructural.

| Comportamiento Estructural | Característica |
|----------------------------|---|
| Tipo A | En esta categoría están las estructuras que tienen un comportamiento estable frente a los sismos de corta duración. |
| Tipo B | En esta categoría están todas aquellas estructuras que tienen un buen sistema sismo sismorresistente frente a la acción de sucesos sísmicos con un periodo de duración largo. |
| Tipo C | Conformado por las estructuras que tienen un pobre comportamiento estructural y un sistema sismorresistente intermedio frente a la acción de sismos con un periodo de duración largo. |

Fuente: ATC-40 1996.

Para reducir el espectro de demanda se debe tener en cuenta que el valor del amortiguamiento equivalente se a mayor que el amortiguamiento original empleado y se usan factores de reducción para las zonas de aceleraciones y velocidades del espectro (SR_A y SR_V respectivamente) los valores están en

función al nivel de amortiguamiento efectivo y se calcula mediante las siguientes formulas (ATC-40 1996).

$$SR_A = \frac{3.21 - 0.68 \times \ln(\beta_{EFF})}{2.12} \quad \text{Ec...N}^\circ 23$$

$$SR_V = \frac{2.31 - 0.41 \times \ln(\beta_{EFF})}{1.65} \quad \text{Ec...N}^\circ 24$$

Los valores de SR_A y SR_V calculados con estas ecuaciones, deben tener un valor mayores o iguales a los dados en la Tabla 2.13.

Tabla 2.13. Valores mínimos admisibles para SR_A y SR_V .

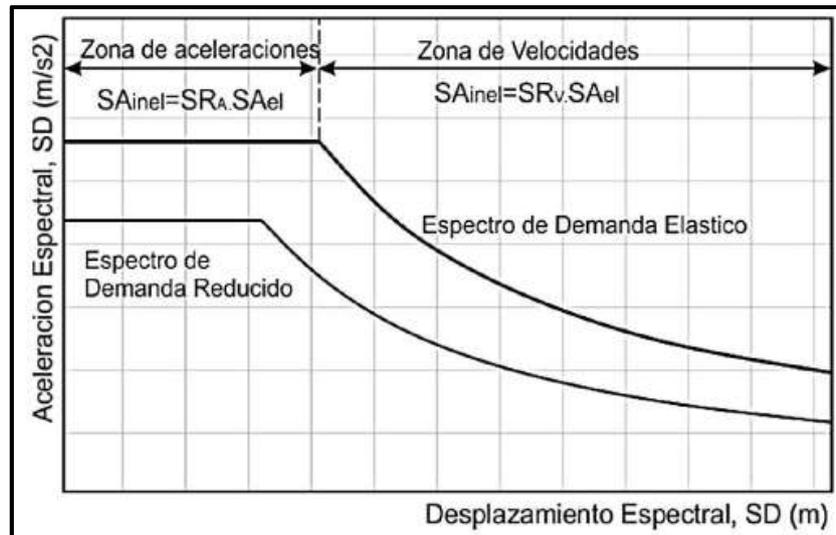
| Tipo de Comportamiento Estructural | SR_A | SR_V |
|------------------------------------|--------|--------|
| Tipo A | 0.33 | 0.50 |
| Tipo B | 0.44 | 0.56 |
| Tipo C | 0.56 | 0.67 |

Fuente: ATC-40 1996.

Los factores SR_A y SR_V son de la zona de aceleraciones y de la zona de velocidades respectivamente, multiplicando estos factores a la aceleración espectral al espectro elástico original se halla las aceleraciones espectrales inelásticas, el valor de T'_P se calcula mediante la siguiente formula (Navarro, 2014)

$$T'_P = T_P \left(\frac{SR_V}{SR_A} \right) \quad \text{Ec...N}^\circ 22$$

Figura 2.20. Reducción del espectro de demanda elástica.



Fuente: Navarro y Fernández, 2006.

2.2.9.3. Procedimiento Para Determinar el Punto de Desempeño.

El ATC-40 1996, propone tres procedimientos de análisis espectral inelástico para calcular el punto de desempeño sísmico de la estructura, el software SAP200 v15 educational utiliza el procedimiento B para halla el punto de desempeño estructural (Chunque 2013).

2.3. Definición de Términos Básico.

Capacidad. Es la resistencia de la estructura en el punto de rendimiento de los elementos estructurales o la curva de la capacidad del sistema estructural (ATC, 1996).

Colapso. La estructura ha perdido casi toda o toda su rigidez y resistencia original. (Muñoz, 2004).

Diagrama momento giro. Es una representación gráfica de los valores de la relación Momento Curvatura de un elemento estructural, el giro se calcula multiplicando el valor de la curvatura por la longitud (L_p) de la rótula plástica. (ATC-40, 1996)

Espectro. Son los valores máximos o picos de la respuesta estructural, fuerza restitutiva, el desplazamiento o la aceleración para todo un grupo de estructuras de igual periodo y amortiguamiento. (Muñoz, 2004).

Estructura. Son los elementos que dan forma a un edificio, lo sostiene, fija al suelo y hace que las cargas se transmitan a éste. La estructura hace resistente a una edificación ante movimientos sísmicos (Villarreal, 2013).

Elementos estructurales: Son aquellos elementos que soportan los esfuerzos y deformaciones que tiene una determinada estructura, siendo parte de ella (Villarreal 2013).

Elementos no estructurales: Son aquellos que no forman parte integrante de la estructura y no contribuyen a su resistencia y rigidez, así como aquellos elementos desligados adecuadamente de ella. (Villarreal 2013).

Edificaciones esenciales. Son las edificaciones cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de haber ocurrido un suceso sismo, tales como hospitales, centrales de comunicaciones, cuarteles de bomberos y policía, subestaciones eléctricas, reservorios de agua, centros educativos son edificaciones que pueden utilizarse como refugio después de cualquier desastre. (Norma Técnica E-030)

Grados de libertad: Los movimientos que puede realizar son desplazamientos laterales en x e y, rotación alrededor del eje vertical z. (Villarreal 2013).

Nivel de desempeño. Se cuantifica mediante la cantidad de daño que ocasiona un suceso sísmico a un edificio. (CALCINA 2017)

Nudo de control de desplazamiento Es el nudo que se encuentra ubicado en el centro de masa del techo de una edificación que se utiliza en el Análisis Estático No Lineal para cuantificar los efectos originados por los movimientos sísmicos en la estructura. (FEMA-356 2000)

Rótula plástica. Es la zona donde se concentra el daño de toda la deformación inelástica y donde la curvatura es constante (Paulay y Priestley 1992).

Punto de desempeño Es la intersección del Espectro de Capacidad con el Espectro de Demanda en el Método del Espectro de Capacidad y representa el máximo desplazamiento estructural esperado por el movimiento sísmico demandado (ATC-40 1996.)

3.2. Época de la Investigación.

El estudio de Desempeño Sismo Resistente de la Institución Educativa Secundaria San Ramón de Cajamarca, desde el mes de marzo del 2019, hasta el mes de setiembre del 2021.

3.3. Metodología

3.3.1. Método de la Investigación.

El método utilizado en la investigación es tipo aplicativo, proyectivo, descriptivo y analítico que nos permite conocer las características físicas de los elementos estructurales del edificio en estudio. También se verifico la resistencia del concreto del edificio, utilizando el ensayo del esclerometría, en coordinación con el Laboratorio de ensayo de Materiales de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca. (Anexo N° 02)

3.3.2. Población de Estudio.

Se considera como población en estudio a todos los pabellones de la Institución Educativa Secundaria San Ramón de Cajamarca.

3.3.3. Muestra.

La muestra es el Edificio "D", de la Institución Educativa Secundaria San Ramón de Cajamarca.

3.3.4. Tipo de Muestreo.

El muestreo es no probabilístico es por conveniencia o intencional.

3.3.5. Tipo de Investigación.

El tipo de investigación es descriptiva, que tiene como objetivo calcular, explicar y comparar el nivel de desempeño sismorresistente de los elementos estructurales, después de haber sido sometido a los distintos tipos de movimientos sísmicos.

3.3.6. Tipo de Análisis.

Análisis cuantitativo es decir obtenemos y ordenada cuidadosamente los datos sobre la base de la hipótesis. Luego se analiza los resultados con el fin de dar respuesta a la hipótesis planteada.

3.4. Recolección de Datos.

La información para realizar la investigación corresponde al Expediente Técnico de la Edificación, al cual se tiene acceso, a los elementos de relevancia como son: planos de construcción (plano de arquitectura, plano de estructuras), especificaciones técnicas y características de los materiales empleados, así como las características de la fundación.

3.4.1. Elección del Área Para Recolección de Datos.

Para realizar la investigación se tomó la estructura del pabellón "D" o también llamado Pabellón Yanacocha de la Institución Educativa Secundaria San Ramón Cajamarca como área de estudio, en dicho lugar se comparten conocimientos a muchos niños, la ciudad de Cajamarca se halla situado en una zona de alta sismicidad (Zona 3).

Para el ensayo de esclerometría que se realizó a la estructura del pabellón "D" de la Institución Educativa Secundaria, se realizó en:

- ✓ El ensayo se realizó en el pórtico central del primer nivel (en dos columnas y una viga)
- ✓ El director de la I.E. nos limitó hacer ensayos, debido a que la Unidad de Gestión Educativa Local - UGEL, supervisaría la infraestructura.

3.4.2. Descripción de la Estructura

La estructura en estudio es la del pabellón de "D" de la institución Educativa Secundaria del Colegio San Ramón de Cajamarca que construido hace 16 años, es una estructura que tiene tres pisos y construido por un sistema de pórticos de concreto armado, tiene una junta de dilatación de tres centímetros entre los pórticos 9 y 10 respectivamente, tienen un tipo de tabiquería que es

muros de ladrillo de arcilla en todo el perímetro del edificio, en la separación entre aulas y en ambiente de servicios higiénicos, los entrepisos están contruidos por losas aligeradas armadas en una sola dirección. La estructura del techo de este pabellón está formada por tijerales y correas de madera con coberturas de teja andina de fibro-cemento de dimensiones 1.14 x 0.72 m. de 5 mm de espesor, la conexión entre niveles se realiza con dos escaleras en “U” contruidas de concreto armado

Primer Nivel: Está conformado por cuatro ambientes distribuidos de la siguiente manera una sala para profesores y tres ambientes pedagógicos y servicios higiénicos.

Segundo Nivel. Está conformado por cuatro aulas pedagógicas, pasadizo y servicios higiénicos.

Tercer Nivel. Está conformado por cuatro aulas pedagógicas, pasadizo y servicios higiénicos.

El techo. Está constituido por una cobertura de teja andina de fibro-cemento de dimensiones 1.14 x 0.72 m. de 5 mm de espesor, apoyado sobre tijerales y correas de madera que estan fijadas sobre los pórticos de concreto armado del tercer piso.

3.4.3. Característica de los Materiales.

a. Ensayo esclerométrico.

Es un ensayo no destructivo usado para calcular la resistencia a la compresión del concreto de los elementos estructurales.

Los valores del ensayo de esclerometría se encuentra detallados **en el anexo N° 02.**

b. Propiedades y especificaciones técnicas del concreto.

La resistencia a la compresión de los elementos estructurales se determinó con los ensayos de esclerometría.

- **Resistencia a la compresión de vigas:**

$$f'c = 294.00 \text{ kg/cm}^2$$

- **Módulo de elasticidad:**

$$E = 15000\sqrt{f'c}$$

$$E = 257196.42 \text{ Kg/cm}^2$$

$$E = 2571964.23 \text{ Tn/m}^2$$

- **Resistencia a la compresión de columnas:**

$$f'c = 293.00 \text{ kg/cm}^2$$

- **Módulo de elasticidad:**

$$E = 15000\sqrt{f'c}$$

$$E = 256758.64 \text{ Kg/cm}^2$$

$$E = 2567586.42 \text{ Tn/m}^2$$

- **Peso unitario:**

$$\gamma = 2400 \text{ Kg/m}^3$$

$$\gamma = 2.40 \text{ Tn/m}^3$$

c. Propiedades y especificaciones técnicas del acero.

- **Esfuerzo de fluencia:**

$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

- **Peso unitario:**

$$\gamma = 7850 \text{ Kg/m}^3$$

- **Módulo de elasticidad:**

$$E = 21 \times 10^6 \text{ Tn/m}^2$$

3.5. Modelo Estructural.

Con la información recopilada del pabellón “D” se modelo en el software SAP2000 v15.00 Educational, conociendo las propiedades de los materiales y los valores del metrado de cargas y las recomendaciones del comité VISIÓN SEAOC 1995, ATC-40 y de la NTP E.030 (RNE 2018)

- a. Para las cargas sísmicas se considera que los elementos estructurales estan fijados en la base (SEAOC 1995).
- b. El peso de la estructura se calcula mediante la siguiente formula (E.030/18).

$$P = PP + CM + 0.50 CV + 0.25 CVT. \quad Ec...N^{\circ} 25$$

Tabla 3.1. Valores de rigidez efectiva recomendados por el ATC empleados en el modelo.

| Componente | Rigidez a Flexión | Rigidez a Corte | Rigidez Axial |
|------------|-------------------|-----------------|---------------|
| Vigas | $0.50E_cI_g$ | $0.40E_cI_w$ | E_cA_g |
| Columnas | $0.70E_cI_g$ | $0.40E_cI_w$ | E_cA_g |

Fuente· ATC-40 1996.

- c. Los elementos estructurales vigas y columnas deben modelarse con una rigidez del 0% en vigas y 100% de la rigidez de las columnas (SEAOC 1995)

3.6. Procedimiento de la Información.

Para la evaluación del desempeño sismorresistente la estructura del Pabellón “D” se utilizaron los criterios del Comité VISION 2000 (SEOAC, 1995) y el Procedimiento B del ATC - 40

Se define las rotulas plásticas en los elementos estructurales vigas y columnas según lo indicado en el FEMA 356.

El procesamiento de datos se realizó en forma computarizada en softwares el SAP2000, AutoCAD, Microsoft Word, Microsoft Excel.

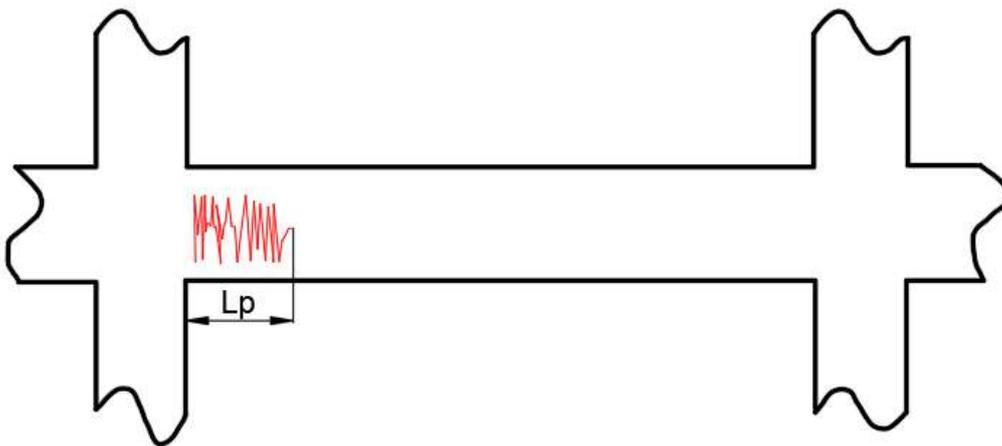
3.6.1. Metrado de Cargas.

En el metrado de cargas la estructura se consideró las cargas muertas y vivas, cargas vivas de techo las cuales se obtuvieron de la Norme Técnica Peruana E.020 del reglamento nacional de edificaciones y se detalla en el Anexo N° 01.

3.7. Diagramas de Momento Giro.

Es la ubicación de la rótula plástica que se encuentra que se encentra ubicado a una longitud L_p , según se indica en la figura 3.2.

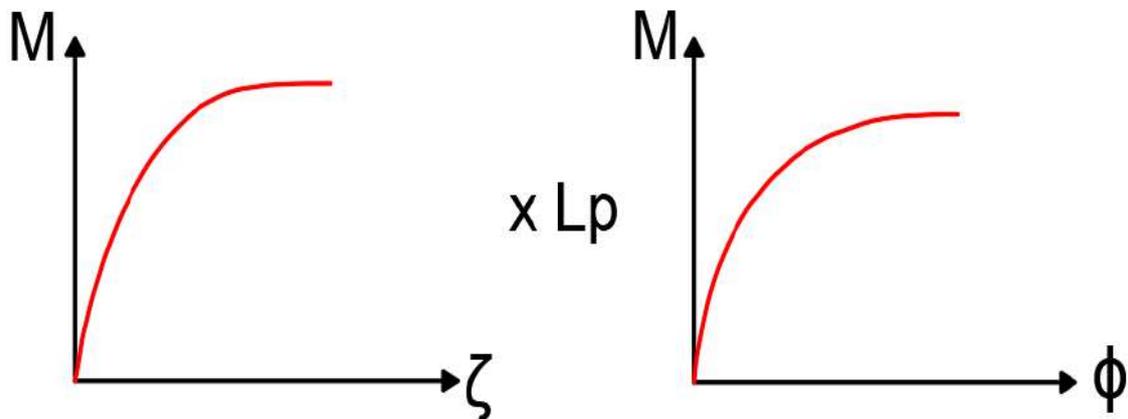
Figura 3.2 Longitud plástica.



Fuente: Navarro y Fernández, 2006.

Se considera la ubicación de la rótula plástica a una longitud de 0.4 o 0.5 del peralte del elemento estructural (Paulay y Priestley 1992), este nos ayuda a pasar de la relación Momento-Curvatura a la relación Momento-Giro multiplicando el valor de curvatura por la longitud efectiva de la rótula plástica.

Figura 3.3. Obtención del diagrama momento giro apartar del momento curvatura



Fuente: Navarro y Fernández, 2006

En el presente trabajo, se considera que la longitud de las rótulas plásticas L_p , 0.5 del peralte del elemento estructural.

$$L_p = 0.5 \times h$$

Dónde:

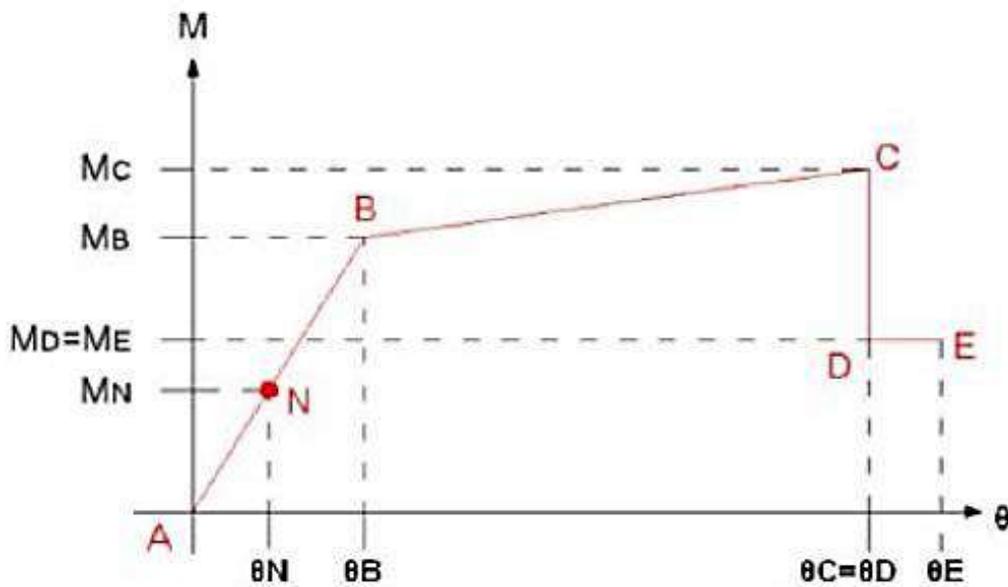
L_p : Longitud de rótula plástica

h : Peralte del elemento

Con la función Section Designer del software SAP2000 se calcula los diagramas del momento giro que guardan relación con los valores del momento curvatura, que están ubicados en los elementos estructurales vigas y columnas.

El código FEMA 356 (FEMA 2000) se halla un Diagrama Momento-Giro trazos con rectos definidos por los puntos notables A, B, C, D, y E como se muestra en la figura 3.4.

Figura 3.4. Diagrama momento - giro según códigos del FEMA 356.

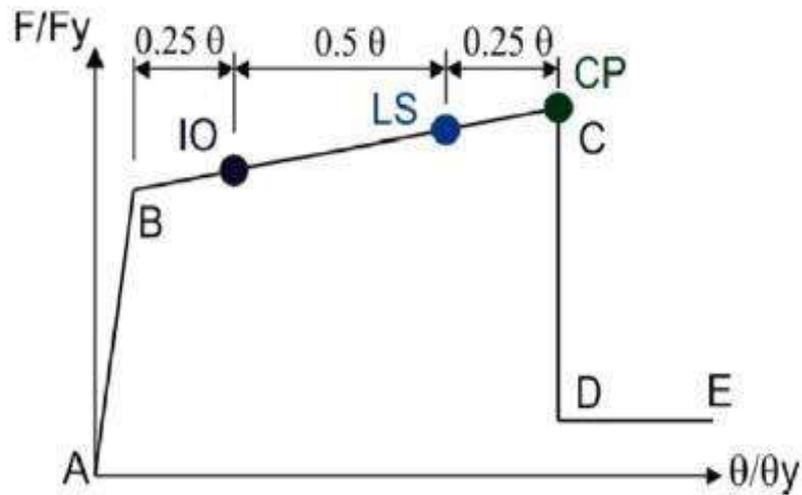


Fuente: Navarro y Fernández, 2006.

El punto N es el punto del momento último hallado con las combinaciones de carga establecidas en la Norma Técnica Peruana E-030; el punto B muestra la Fluencia Efectiva de los elementos estructurales; el punto C muestra a la capacidad máxima resistente de la rótula plástica, después de lograr la capacidad máxima se produce una disminución rápida de momento (hasta el 40%), conformando el punto D. El momento se sigue constante por un tramo muy corto de deformación (10% del valor hallado en el punto C) y vienen la rotura, punto E (Navarro y Fernández, 2006).

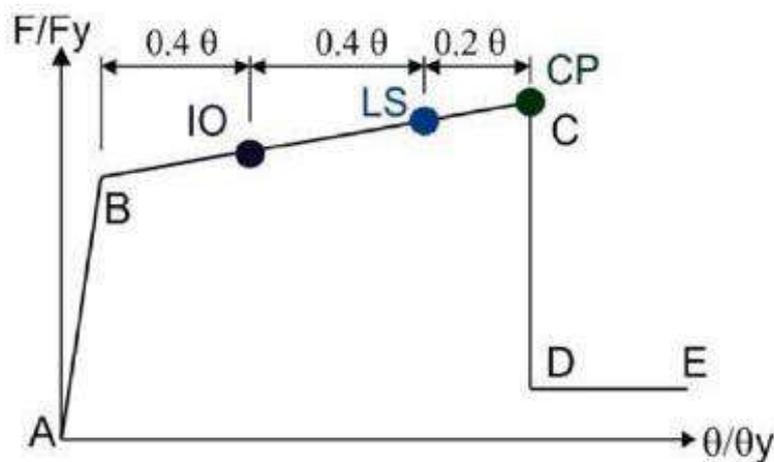
Los puntos utilizados por el FEMA 36 para precisar los criterios de aceptación de las articulaciones son Ocupación Inmediata (IO), Seguridad de Vida (LS) y Prevención del Colapso (CP)

Figura 3.5. Identificación de respuestas límites en una columna.



Fuente: FEMA 2000

Figura 3.6. Identificación de respuestas límites en una viga.



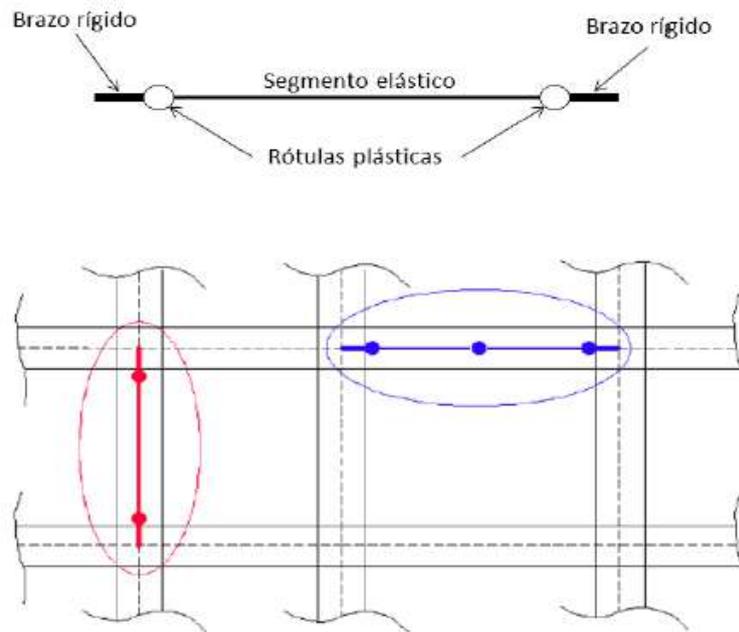
Fuente: FEMA 2000.

las rótulas plásticas se ubican en los elementos estructurales como se indica a continuación:

- ✓ Columnas: En los extremos de los elementos.
- ✓ Vigas: En los extremos y en la zona central.

Para nuestro modelo se definieron dos tipos de rótulas plásticas para columnas siete rotulas plásticas, dos para vigas principales y dos para vigas secundarias. En total se emplearon 11 rótulas plásticas.

Figura 3.7. Modelado de rótulas plásticas en vigas y columnas.



Fuente: Navarro y Fernández, 2006.

3.7.1. Diagramas Momento-Giro Para Columnas

A continuación, se presenta los diagramas la relación de momento curvatura y los diagramas de momento giro de las columnas que se usaron para modelar las rotulas plásticas en el software SAP2000.

a) Diagrama de momento giro para la columna tipo L.

Se agrupo bajo esta denominación de columna tipo L, debido a que las columnas tienen la misma sección.

- Las columnas del eje 3, eje 9, eje 10 y eje 15 del primer, segundo y tercer nivel.

| Columna en L. | Dimensiones |
|---------------|-------------------------|
| | $b = 0.55 \text{ m.}$ |
| | $h = 0.55 \text{ m.}$ |
| | $br = 0.30 \text{ m}$ |
| | $hr = 0.30 \text{ m}$ |
| | $Lp = 0.275 \text{ m.}$ |

- Diagrama Momento Curvatura y Giro de las columnas en L del eje 3, eje 9, eje 10 y eje 15 del primer, segundo y tercer nivel.

Figura 3.8. Diagrama de momento curvatura de columnas en L.

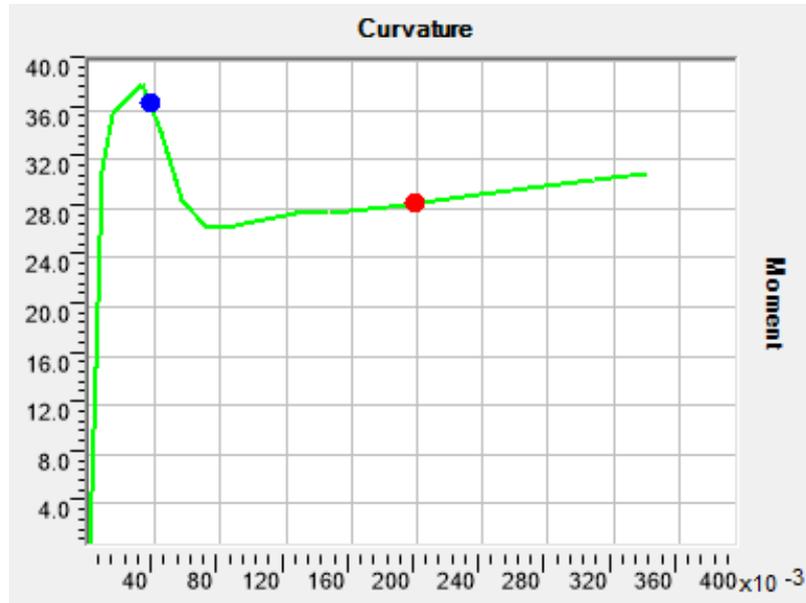


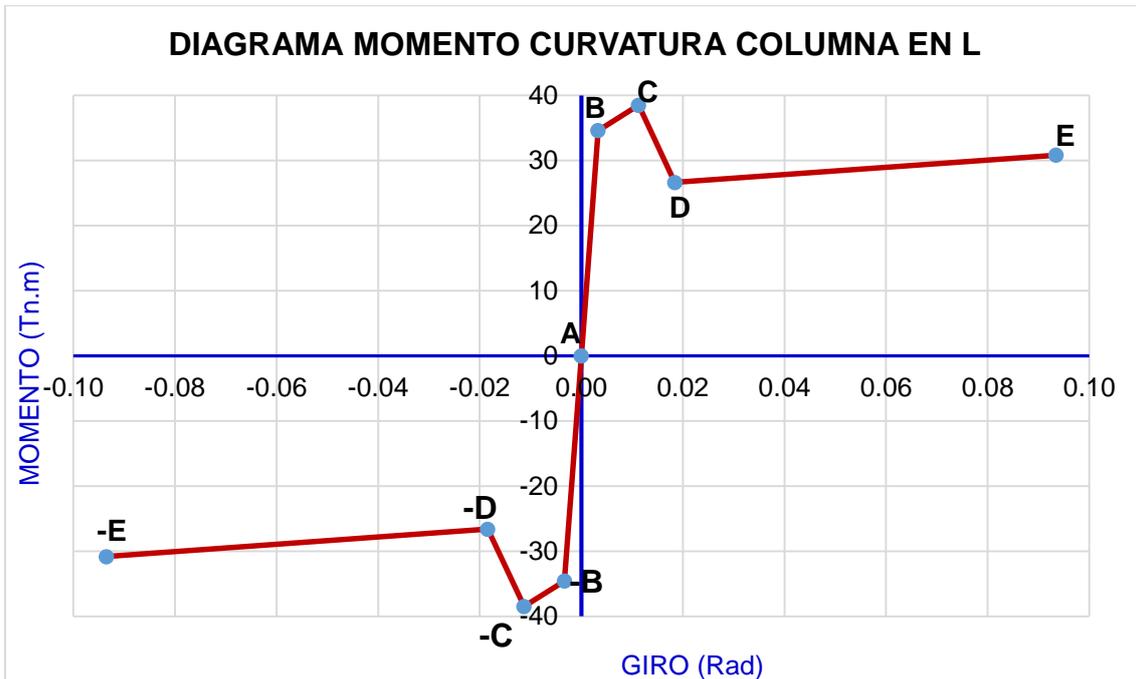
Tabla 3.2. Datos de la relación del momento curvatura y obtención del giro en las columnas de forma de L.

| SECCIÓN DE LA COLUMNA | Punto | Momento (tn - m) | Curvatura (1/m) | Lp (m) | Giro (rad) | M/My |
|-----------------------|-------|------------------|-----------------|--------|------------|--------|
| | -E | -30.830 | -0.340 | 0.275 | -0.094 | -0.891 |
| | -D | -26.620 | -0.067 | 0.275 | -0.018 | -0.770 |
| | -C | -38.482 | -0.041 | 0.275 | -0.011 | -1.113 |
| | -B | -34.589 | -0.012 | 0.275 | -0.003 | -1.000 |
| | A | 0.000 | 0.000 | 0.275 | 0.000 | 0.000 |
| | B | 34.589 | 0.012 | 0.275 | 0.003 | 1.000 |
| | C | 38.482 | 0.041 | 0.275 | 0.011 | 1.113 |
| | D | 26.620 | 0.067 | 0.275 | 0.018 | 0.770 |
| | E | 30.830 | 0.340 | 0.275 | 0.094 | 0.891 |

Criterios de aceptación para la articulación de columnas en L.

| IO | LS | CP |
|--------|--------|--------|
| 0.0053 | 0.0093 | 0.0113 |

Figura 3.9. Diagrama de momento giro de las rotulas en las columnas en L.



b) Diagrama de momento giro para la columna tipo T.

Se agrupo bajo esta denominación de columna tipo T, debido a que las columnas tienen la misma sección.

- Las columnas del eje 4, eje 5, eje 6, eje 7, eje 8, eje 11, eje 12, eje 13 y eje 14 del primer, segundo y tercer nivel.

Columna en T. Dimensiones
 $b = 0.55 \text{ m.}$
 $h = 0.55 \text{ m.}$
 $br = 0.30 \text{ m}$
 $hr = 0.30$
 $L_p = 0.275 \text{ m.}$

- Diagrama Momento Curvatura y Giro de las columnas en T del eje 4, eje 5, eje 6, eje 7, eje 8, eje 11, eje 12, eje 13 y eje 14 del primer, segundo y tercer nivel.

Figura 3.10. Diagrama de curvatura de columna en T.

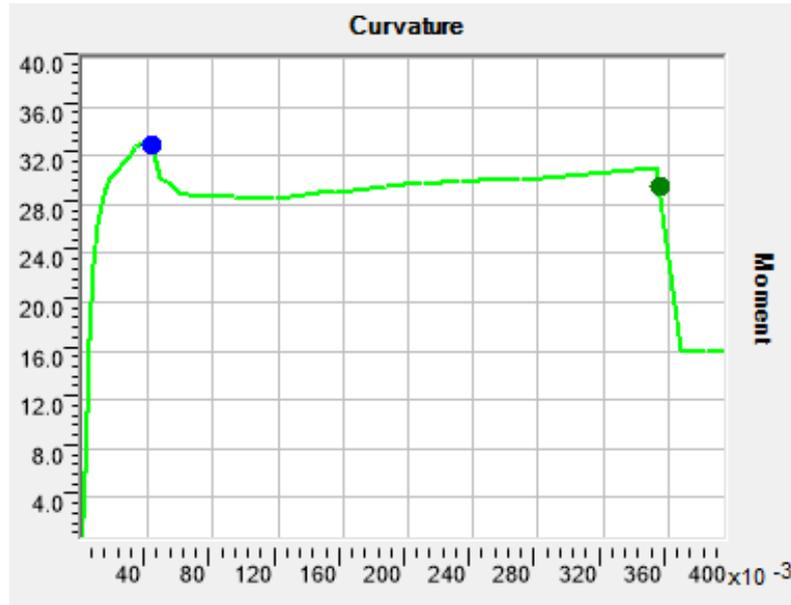


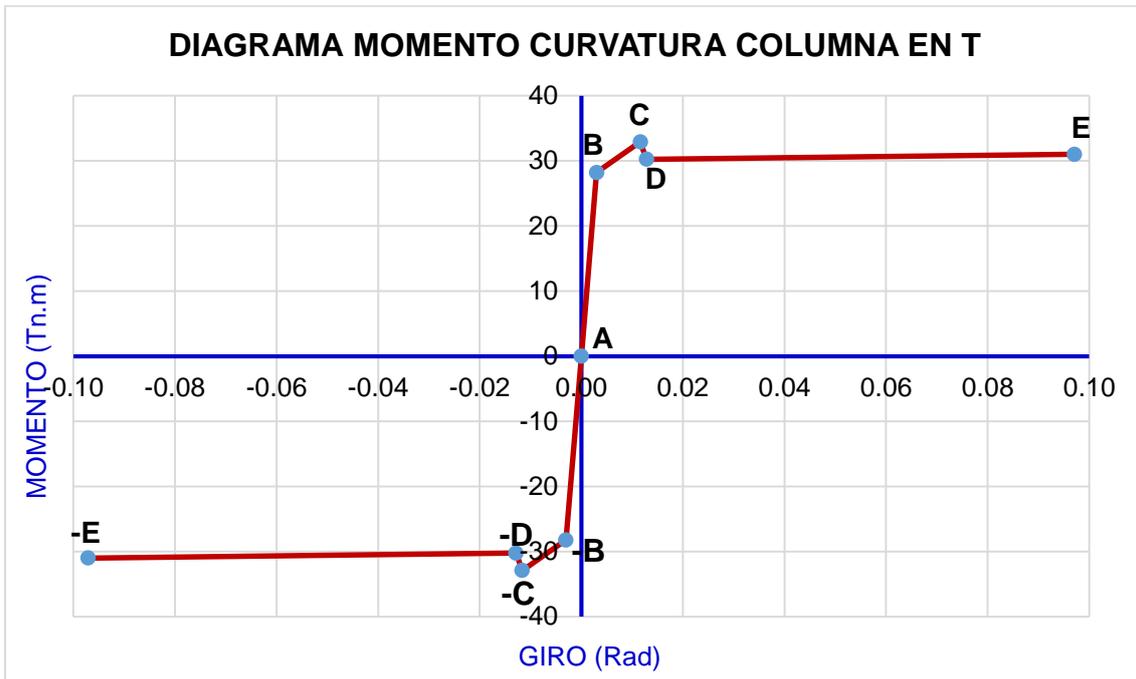
Tabla 3.3. datos de la relación momento curvatura y obtención del giro en las columnas de forma de T.

| SECCIÓN DE LA COLUMNA | Punto | Momento (tn - m) | Curvatura (1/m) | Lp (m) | Giro (rad) | M/My |
|-----------------------|-------|------------------|-----------------|--------|------------|--------|
| | -E | -31.003 | -0.353 | 0.275 | -0.097 | -0.896 |
| | -D | -30.248 | -0.047 | 0.275 | -0.013 | -0.874 |
| | -C | -32.910 | -0.042 | 0.275 | -0.012 | -0.951 |
| | -B | -28.220 | -0.011 | 0.275 | -0.003 | -0.816 |
| | A | 0.000 | 0.000 | 0.275 | 0.000 | 0.000 |
| | B | 28.220 | 0.011 | 0.275 | 0.003 | 0.816 |
| | C | 32.910 | 0.042 | 0.275 | 0.012 | 0.951 |
| | D | 30.248 | 0.047 | 0.275 | 0.013 | 0.874 |
| | E | 31.003 | 0.353 | 0.275 | 0.097 | 0.896 |

Criterios de aceptación para la articulación de columnas en T.

| IO | LS | CP |
|--------|--------|--------|
| 0.0052 | 0.0095 | 0.0116 |

Figura 3.11. Diagrama de momento giro de las rotulas en las columnas en T.



3.7.2. Diagramas Momento-Giro Para Vigas.

Se presenta los diagramas la relación de momento curvatura y los diagramas de momento giro de las vigas principales y secundarias que se usaron para hallar las rotulas plásticas en el software SAP2000.

a) Diagrama de momento giro en vigas principales.

Se agrupo bajo esta denominación las vigas principales VP1 de los ejes 4, eje 5, eje 6, eje 7, eje 8, eje 11, eje 12, eje 13 y eje 14 del primer, segundo y tercer nivel.

1. Rotulas ubicadas en los extremos de la viga VP1.

Figura 3.12. Ubicación de las rotulas a analizar en los extremos de las vigas descritas en el ítem "a".

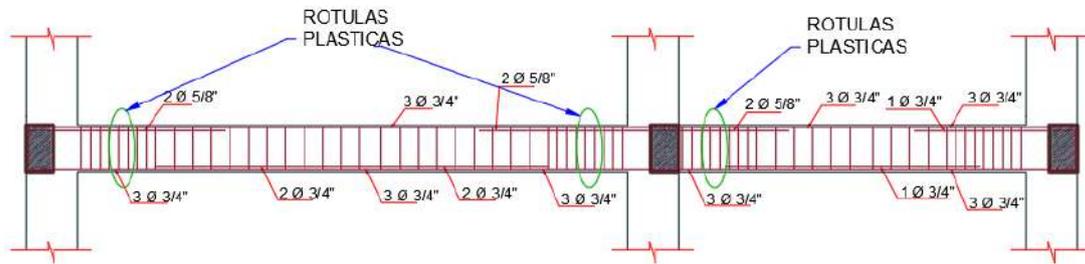


Figura 3.13. Diagrama de curvatura de la viga VP1 de 35x50 cm.

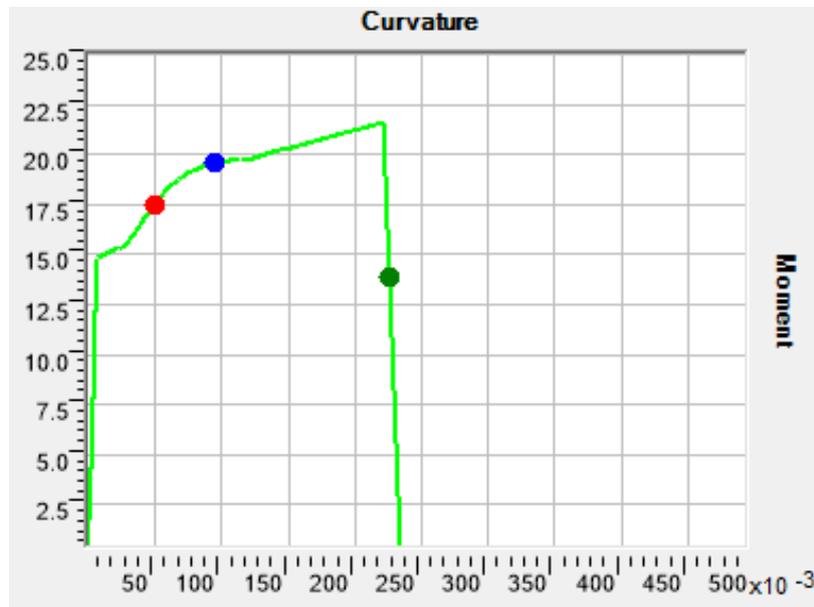


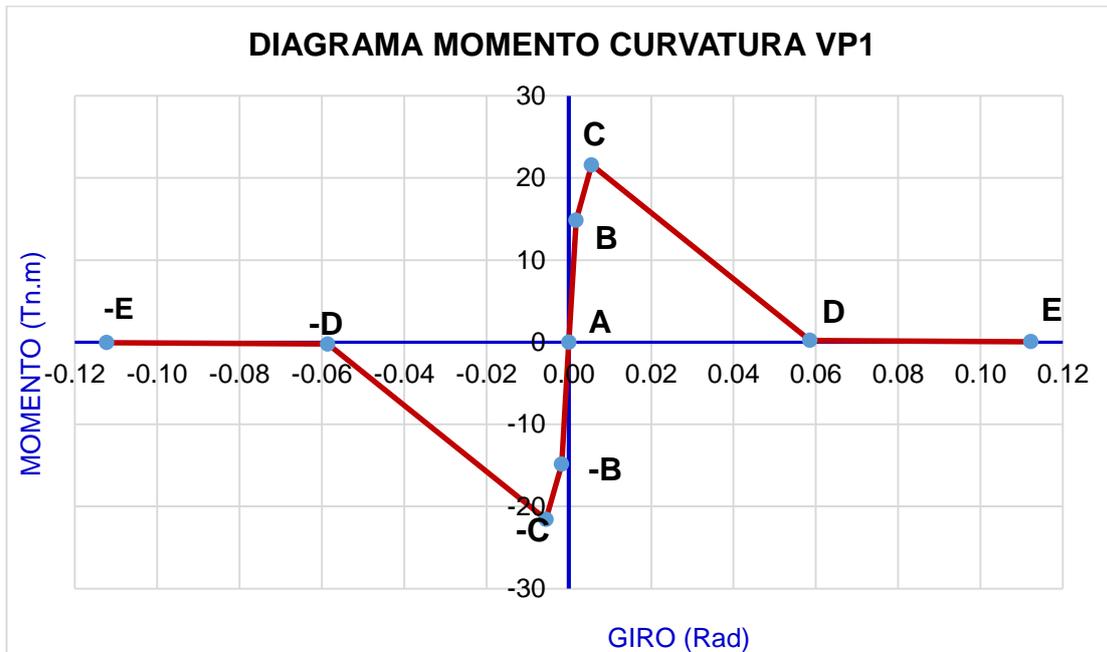
Tabla 3.4. Datos de la relación momento curvatura y obtención del giro en las vigas principales.

| Sección de Vigas transversal VP1 (extremos) | Punto | Momento (tn - m) | Curvatura (1/m) | Lp (m) | Giro (rad) | M/my |
|---|-------|------------------|-----------------|--------|------------|--------|
| | -E | -0.055 | -0.449 | 0.275 | -0.123 | -0.004 |
| | -D | -0.223 | -0.234 | 0.275 | -0.064 | -0.015 |
| | -C | -21.579 | -0.022 | 0.275 | -0.006 | -1.452 |
| | -B | -14.864 | -0.007 | 0.275 | -0.002 | -1.000 |
| | A | 0.000 | 0.000 | 0.275 | 0.000 | 0.000 |
| | B | 14.864 | 0.007 | 0.275 | 0.002 | 1.000 |
| | C | 21.579 | 0.022 | 0.275 | 0.006 | 1.452 |
| | D | 0.223 | 0.234 | 0.275 | 0.064 | 0.015 |
| | E | 0.055 | 0.449 | 0.275 | 0.123 | 0.004 |

Criterios de aceptación para la articulación de vigas.

| IO | LS | CP |
|--------|--------|--------|
| 0.0036 | 0.0053 | 0.0061 |

Figura 3.14. Diagrama de momento giro de rotulas en vigas principal VP1.



2. Rotula ubicada en el extremo de las vigas VP1.

Figura 3.15. Ubicación de la rótula a analizar en el extremo de las vigas de los ejes descritos en el ítem "a".

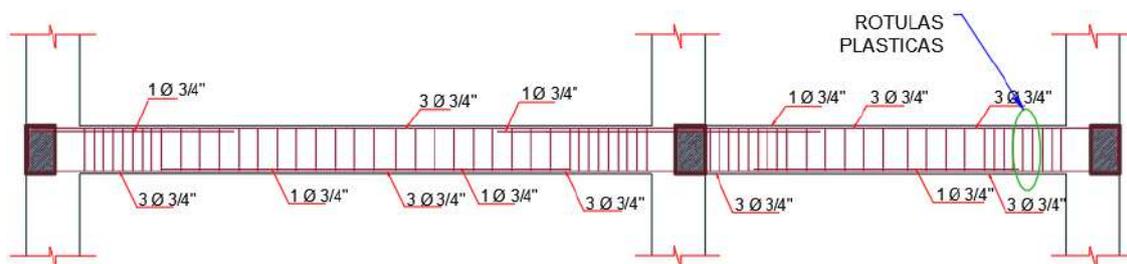


Figura 3.16. Diagrama de curvatura de la viga VP1 de 35x50 cm.

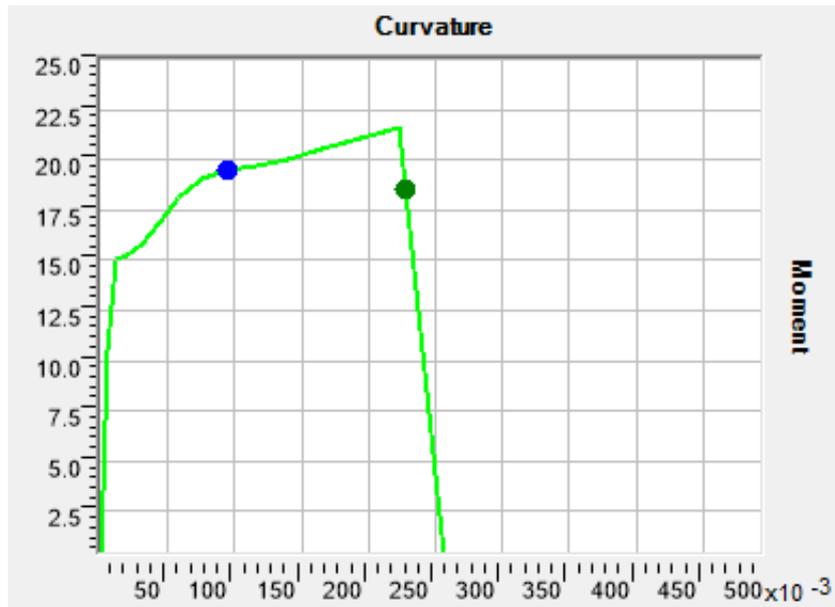


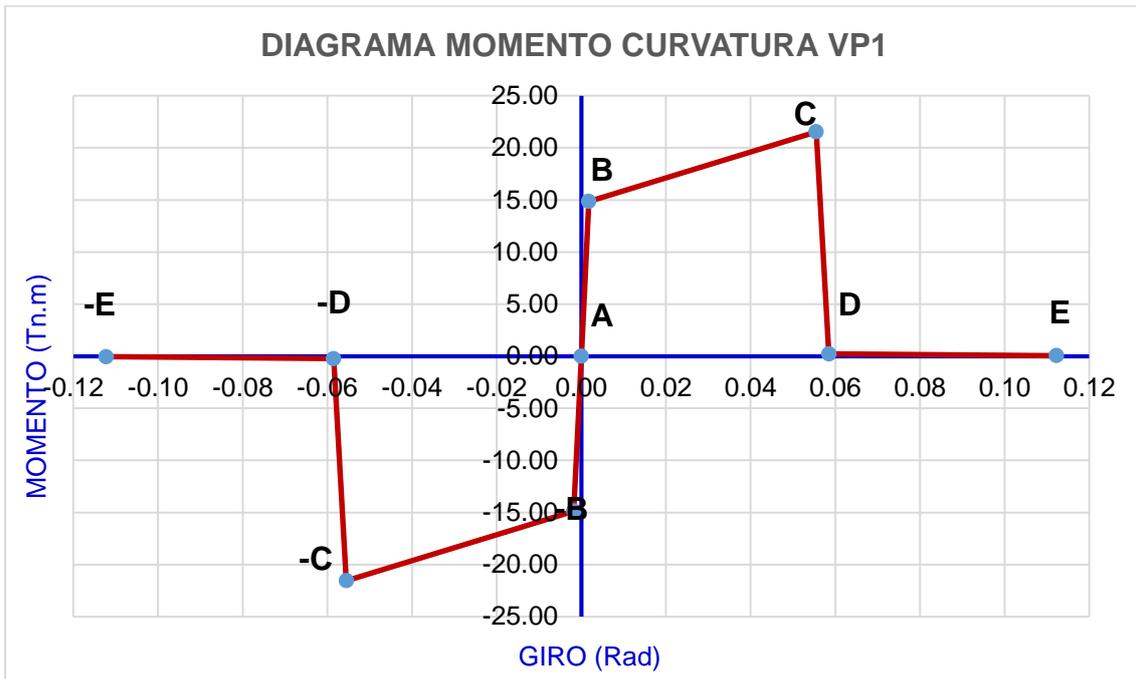
Tabla 3.5. Datos de la relación momento curvatura y obtención del giro en las vigas principales.

| Sección de Vigas transversal VP1 (extremos) | Punto | Momento (tn - m) | Curvatura (1/m) | Lp (m) | Giro (rad) | M/My |
|---|-------|------------------|-----------------|--------|------------|--------|
| | -E | -0.055 | -0.449 | 0.250 | -0.112 | -0.004 |
| | -D | -0.230 | -0.234 | 0.250 | -0.059 | -0.015 |
| | -C | -21.541 | -0.222 | 0.250 | -0.056 | -1.449 |
| | -B | -14.861 | -0.007 | 0.250 | -0.002 | -1.000 |
| | A | 0.000 | 0.000 | 0.250 | 0.000 | 0.000 |
| | B | 14.861 | 0.007 | 0.250 | 0.002 | 1.000 |
| | C | 21.541 | 0.222 | 0.250 | 0.056 | 1.449 |
| | D | 0.230 | 0.234 | 0.250 | 0.059 | 0.015 |
| | E | 0.055 | 0.449 | 0.250 | 0.112 | 0.004 |

Criterios de aceptación para la articulación de vigas.

| IO | LS | CP |
|--------|--------|--------|
| 0.0233 | 0.0448 | 0.0555 |

Figura 3.17. Diagrama de momento giro de rotula en vigas principal VP1.



3. Rotula ubicada en el centro de las vigas VP1.

Figura 3.18. Ubicación de la rótula a analizar en el centro de las vigas de los ejes descritos en el ítem "a".

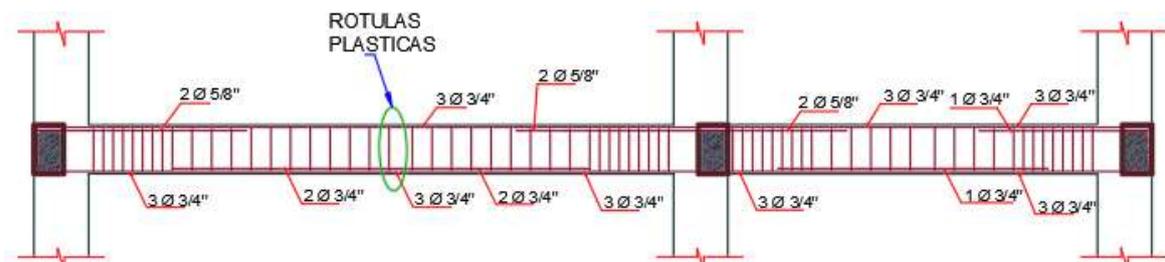


Figura 3.19. Diagrama de curvatura de la viga VP1 de 0.35x50 cm

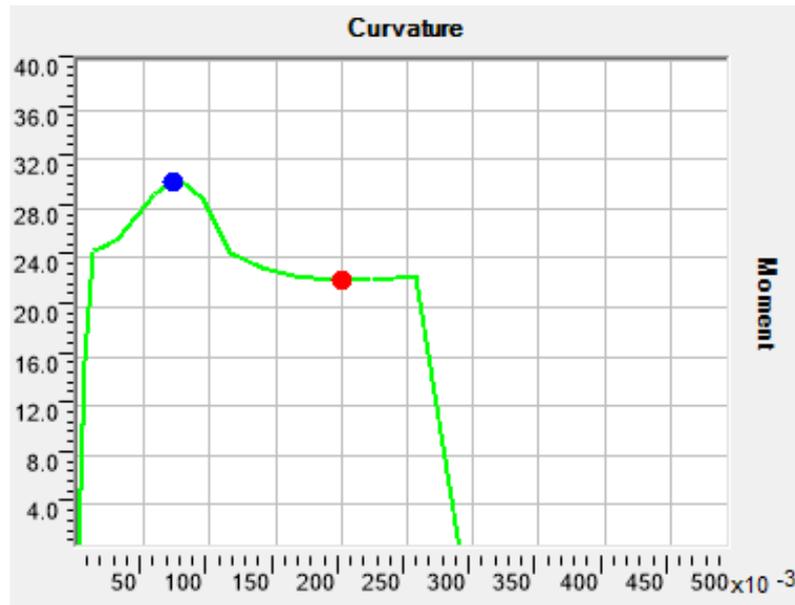


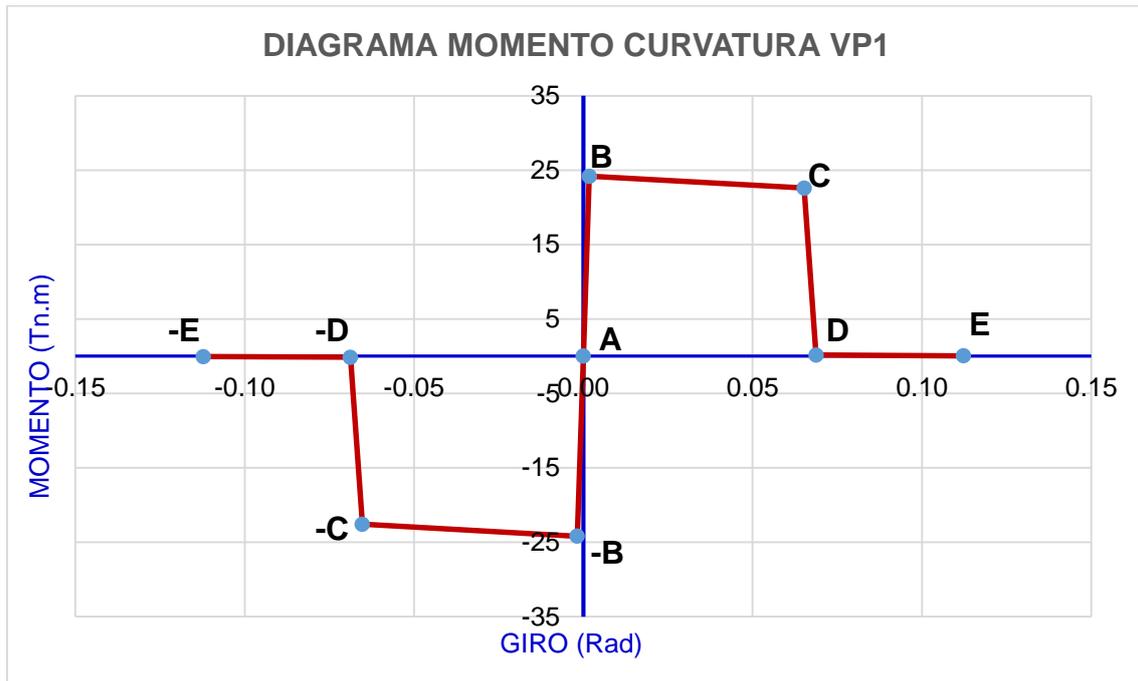
Tabla 3.6. Datos de la relación momento curvatura y obtención del giro en las vigas principales.

| Sección de Vigas transversal VP1 (Centro) | Punto | Momento (tn - m) | Curvatura (1/m) | Lp (m) | Giro (rad) | M/My |
|---|-------|------------------|-----------------|--------|------------|--------|
| | -E | -0.051 | -0.449 | 0.250 | -0.112 | -0.003 |
| | -D | -0.143 | -0.275 | 0.250 | -0.069 | -0.010 |
| | -C | -22.583 | -0.261 | 0.250 | -0.065 | -1.519 |
| | -B | -24.188 | -0.007 | 0.250 | -0.002 | -1.627 |
| | A | 0.000 | 0.000 | 0.250 | 0.000 | 0.000 |
| | B | 24.188 | 0.007 | 0.250 | 0.002 | 1.627 |
| | C | 22.583 | 0.261 | 0.250 | 0.065 | 1.519 |
| | D | 0.143 | 0.275 | 0.250 | 0.069 | 0.010 |
| | E | 0.051 | 0.449 | 0.250 | 0.112 | 0.003 |

Criterios de aceptación para la articulación de vigas.

| IO | LS | CP |
|--------|--------|--------|
| 0.0272 | 0.0526 | 0.0653 |

Figura 3.20. Diagrama de momento giro de rotula en vigas principal VP1.



4. Rotula ubicada en el centro de las vigas VP1.

Figura 3.21. Ubicación de la rótula a analizar en el centro de las vigas de los ejes descritos en el ítem "a".

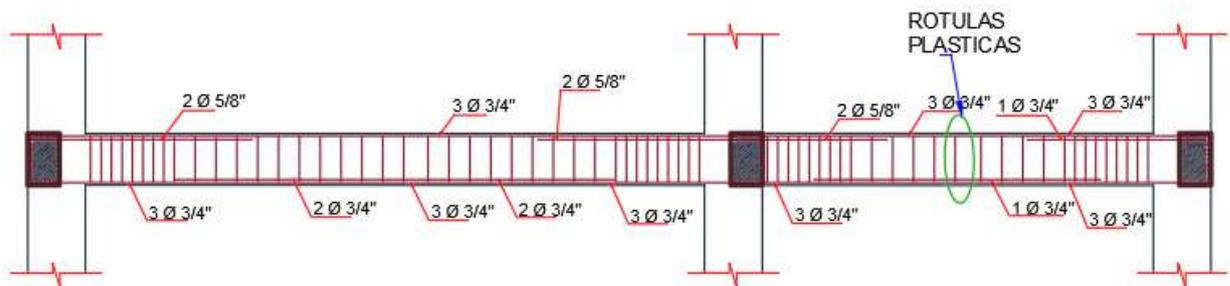


Figura 3.22. Diagrama de curvatura de la viga VP1 de 35x50 cm.

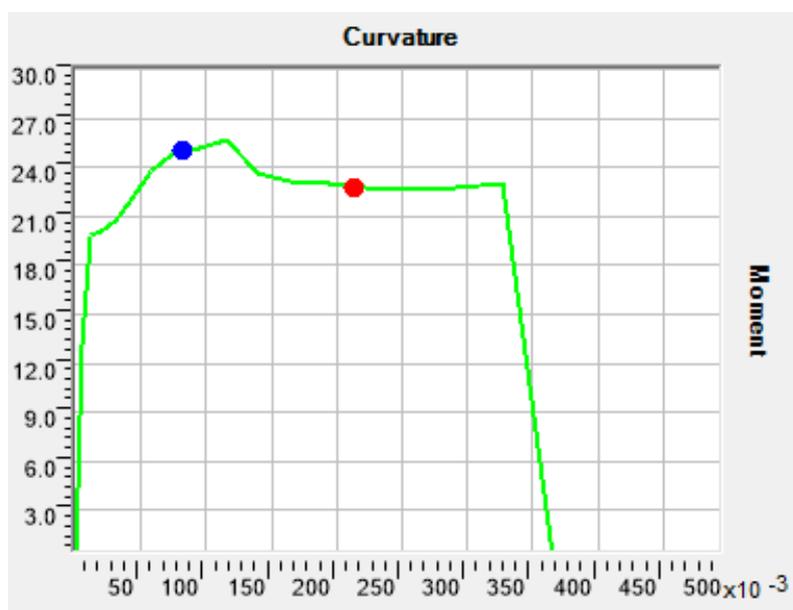


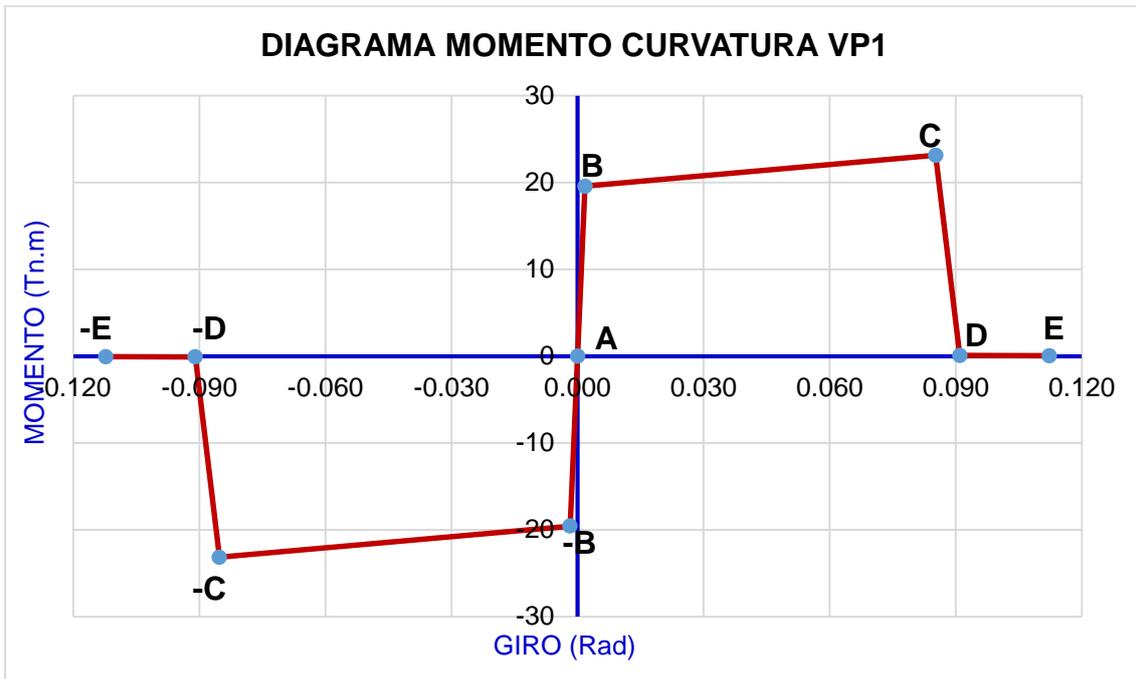
Tabla 3.7. Datos de la relación momento curvatura y obtención del giro en las vigas principales.

| Sección de Vigas transversal VP1 (Centro) | Punto | Momento (tn - m) | Curvatura (1/m) | Lp (m) | Giro (rad) | M/My |
|---|-------|------------------|-----------------|--------|------------|--------|
| | -E | -0.053 | -0.449 | 0.250 | -0.112 | -0.004 |
| | -D | -0.078 | -0.364 | 0.250 | -0.091 | -0.005 |
| | -C | -23.151 | -0.341 | 0.250 | -0.085 | -1.558 |
| | -B | -19.568 | -0.007 | 0.250 | -0.002 | -1.316 |
| | A | 0.000 | 0.000 | 0.250 | 0.000 | 0.000 |
| | B | 19.568 | 0.007 | 0.250 | 0.002 | 1.316 |
| | C | 23.151 | 0.341 | 0.250 | 0.085 | 1.558 |
| | D | 0.078 | 0.364 | 0.250 | 0.091 | 0.005 |
| | E | 0.053 | 0.449 | 0.250 | 0.112 | 0.004 |

Criterios de aceptación para la articulación de vigas.

| IO | LS | CP |
|--------|--------|--------|
| 0.0352 | 0.0686 | 0.0853 |

Figura 3.23. Diagrama de momento giro de rotula en vigas principal VP1



b) Diagrama de momento giro en vigas principales.

Se agrupo bajo esta denominación las vigas principales VP2 de los ejes 3, eje 9, eje 10 y eje 15 del primer, segundo y tercer nivel.

1. Rotulas ubicadas en los extremos de la viga VP2.

Figura 3.24. Ubicación de la rótula a analizar en los extremos de las vigas de los ejes descritos en el ítem “b”

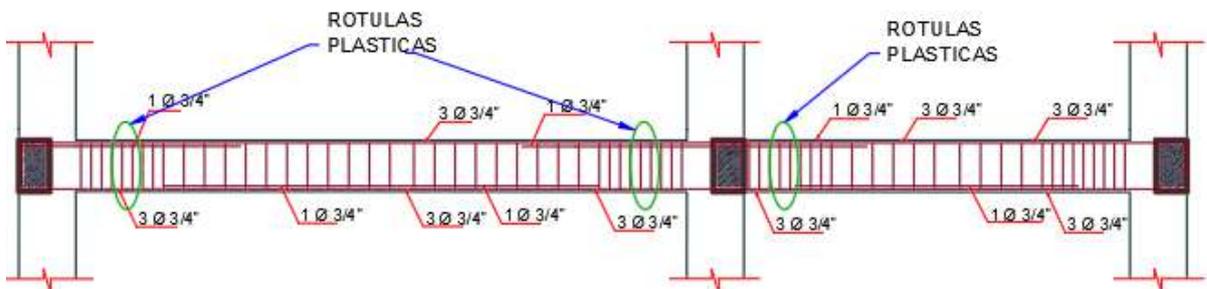


Figura 3.25. Diagrama de curvatura de la viga VP2 de 35x50 cm.

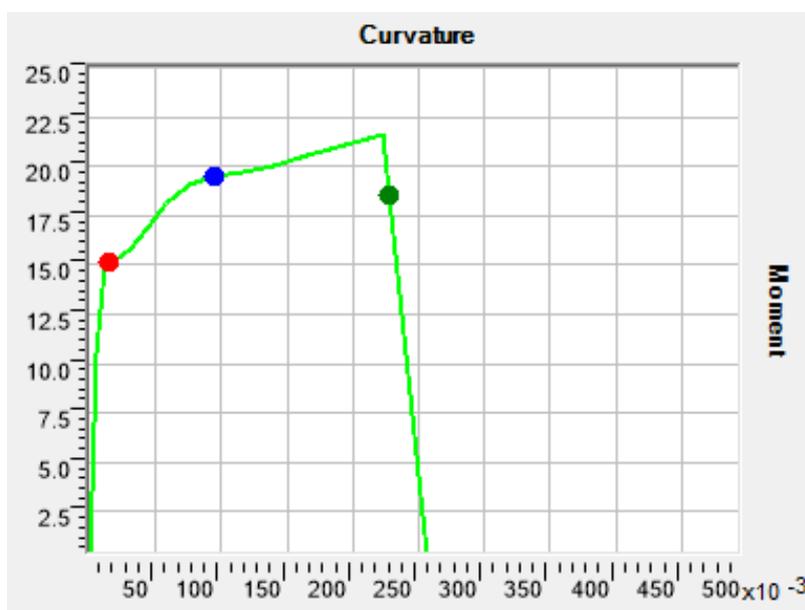


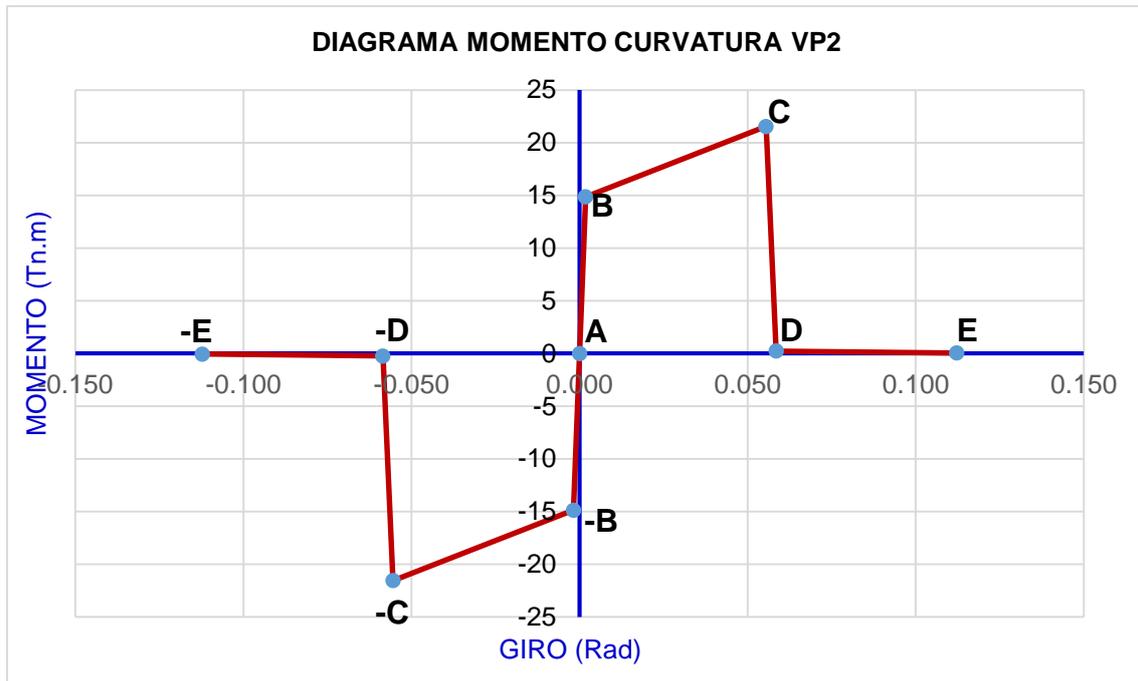
Tabla 3.8. datos de la relación momento curvatura y obtención del giro en las vigas principales VP2.

| Sección de Vigas transversal VP2 (Extremo) | Punto | Momento (tn - m) | Curvatura (1/m) | Lp (m) | Giro (rad) | M/My |
|--|-------|------------------|-----------------|--------|------------|--------|
| | -E | -0.055 | -0.449 | 0.250 | -0.112 | -0.004 |
| | -D | -0.230 | -0.234 | 0.250 | -0.059 | -0.015 |
| | -C | -21.541 | -0.222 | 0.250 | -0.056 | -1.449 |
| | -B | -14.861 | -0.007 | 0.250 | -0.002 | -1.000 |
| | A | 0.000 | 0.000 | 0.250 | 0.000 | 0.000 |
| | B | 14.861 | 0.007 | 0.250 | 0.002 | 1.000 |
| | C | 21.541 | 0.222 | 0.250 | 0.056 | 1.449 |
| | D | 0.230 | 0.234 | 0.250 | 0.059 | 0.015 |
| | E | 0.055 | 0.449 | 0.250 | 0.112 | 0.004 |

Criterios de aceptación para la articulación de vigas.

| IO | LS | CP |
|--------|--------|--------|
| 0.0233 | 0.0448 | 0.0555 |

Figura 3.26. Diagrama de momento giro de rotula en vigas principal VP2



2. Rotulas ubicadas en los extremos de la viga VP2.

Figura 3.27. Ubicación de la rótula a analizar en los extremos de las vigas de los ejes descritos en el ítem "b"

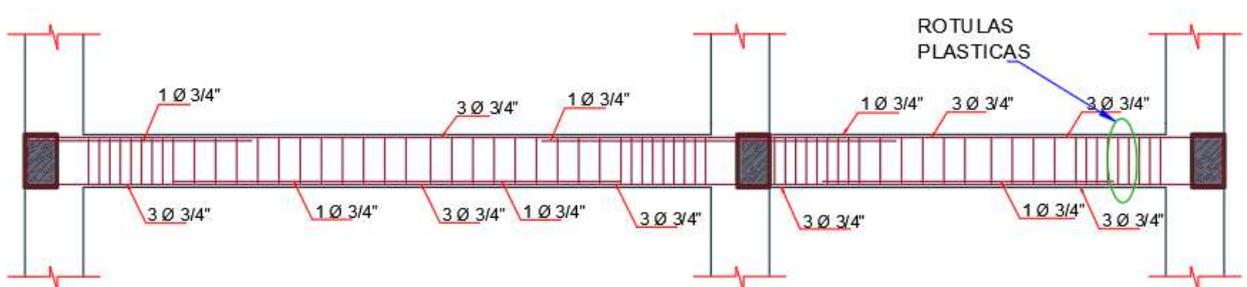


Figura 3.28. Diagrama de curvatura de la viga VP2 de 35x50 cm.

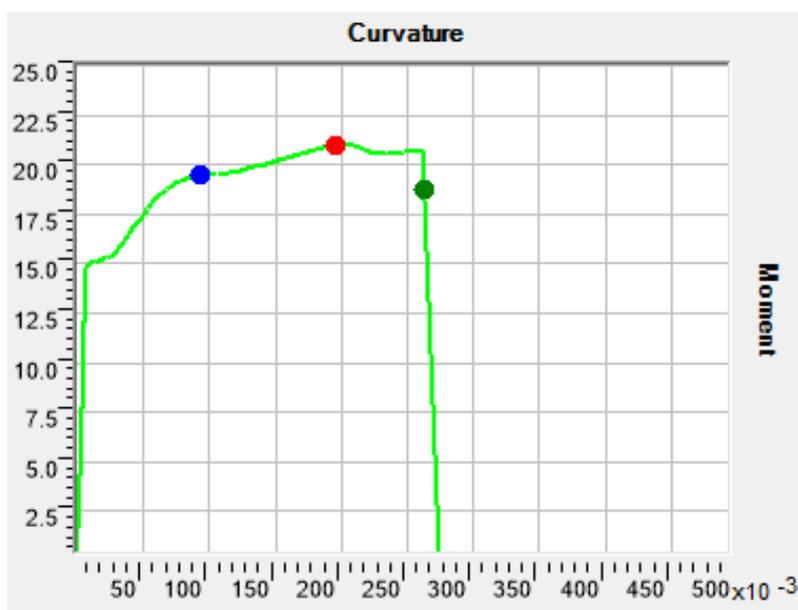


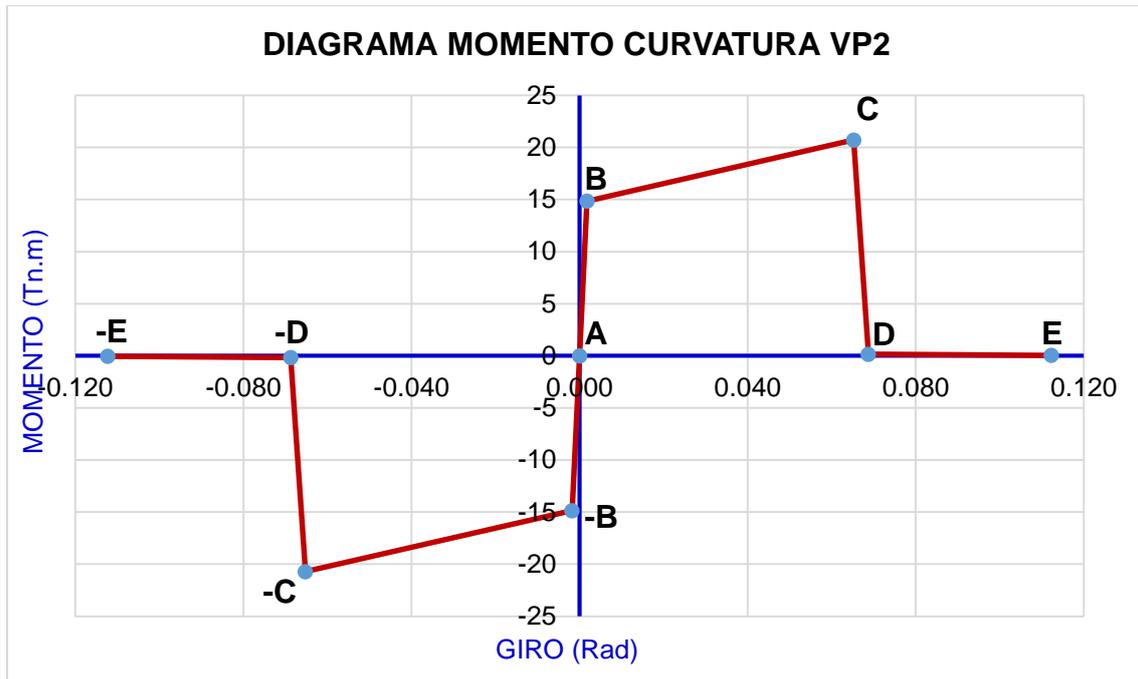
Tabla 3.9. datos de la relación momento curvatura y obtención del giro en las vigas principales VP2.

| Sección de Vigas transversal VP2 (Extremo) | Punto | Momento (tn - m) | Curvatura (1/m) | Lp (m) | Giro (rad) | M/my |
|--|-------|------------------|-----------------|--------|------------|--------|
| | -E | -0.048 | -0.449 | 0.250 | -0.112 | -0.003 |
| | -D | -0.162 | -0.275 | 0.250 | -0.069 | -0.011 |
| | -C | -20.719 | -0.261 | 0.250 | -0.065 | -1.394 |
| | -B | -14.856 | -0.007 | 0.250 | -0.002 | -0.999 |
| | A | 0.000 | 0.000 | 0.250 | 0.000 | 0.000 |
| | B | 14.856 | 0.007 | 0.250 | 0.002 | 0.999 |
| | C | 20.719 | 0.261 | 0.250 | 0.065 | 1.394 |
| | D | 0.162 | 0.275 | 0.250 | 0.069 | 0.011 |
| | E | 0.048 | 0.449 | 0.250 | 0.112 | 0.003 |

Criterios de aceptación para la articulación de vigas.

| IO | LS | CP |
|--------|--------|--------|
| 0.0272 | 0.0526 | 0.0653 |

Figura 3.29. Diagrama de momento giro de rotula en vigas principal VP2



3. Rotulas ubicadas en el centro de la viga VP2.

Figura 3.30. Ubicación de la rótula a analizar en el centro de las vigas de los ejes descritos en el ítem "b".

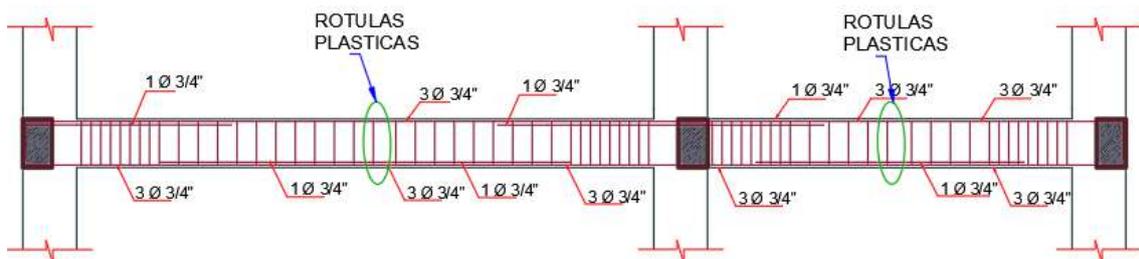


Figura 3.31. Diagrama de curvatura de la viga VP2 de 35x50 cm.

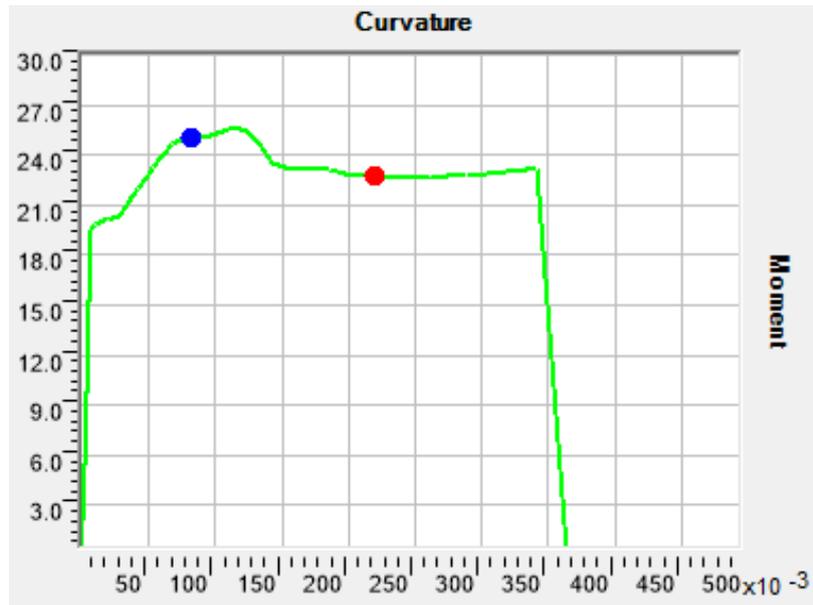


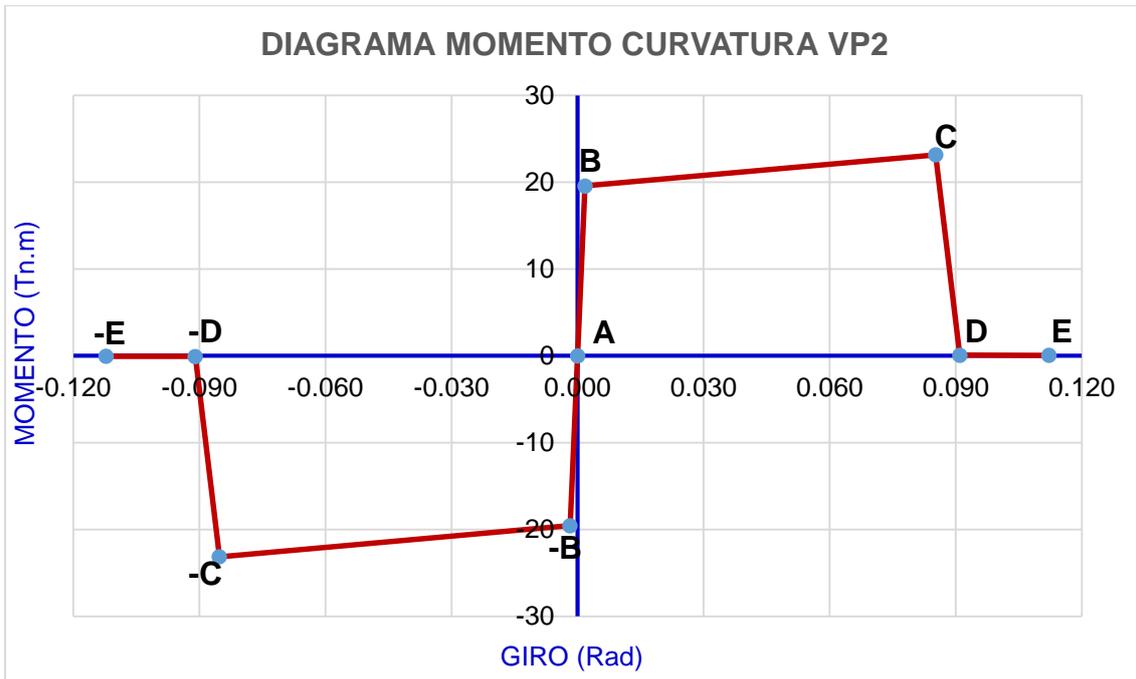
Tabla 3.10. datos de la relación momento curvatura y obtención del giro en las vigas principales VP2.

| Sección de Vigas transversal VP2 (Centro) | Punto | Momento (tn - m) | Curvatura (1/m) | Lp (m) | Giro (rad) | M/my |
|---|-------|------------------|-----------------|--------|------------|--------|
| | -E | -0.053 | -0.449 | 0.250 | -0.112 | -0.004 |
| | -D | -0.078 | -0.364 | 0.250 | -0.091 | -0.005 |
| | -C | -23.151 | -0.341 | 0.250 | -0.085 | -1.558 |
| | -B | -19.568 | -0.007 | 0.250 | -0.002 | -1.316 |
| | A | 0.000 | 0.000 | 0.250 | 0.000 | 0.000 |
| | B | 19.568 | 0.007 | 0.250 | 0.002 | 1.316 |
| | C | 23.151 | 0.341 | 0.250 | 0.085 | 1.558 |
| | D | 0.078 | 0.364 | 0.250 | 0.091 | 0.005 |
| | E | 0.053 | 0.449 | 0.250 | 0.112 | 0.004 |

Criterios de aceptación para la articulación de vigas.

| IO | LS | CP |
|--------|--------|--------|
| 0.0352 | 0.0686 | 0.0853 |

Figura 3.32. Diagrama de momento giro de rotula en vigas principal VP2.



c) Diagrama de momento giro en vigas secundarias.

Se agrupo bajo esta denominación las vigas principales VP2 de los ejes A, eje B y eje C del primer, segundo y tercer nivel.

1. Rotulas ubicadas en los extremos de la viga secundaria VS1

Figura 3.33. Ubicación de la rótula a analizar en el centro de las vigas de los ejes descritos en el ítem "c"

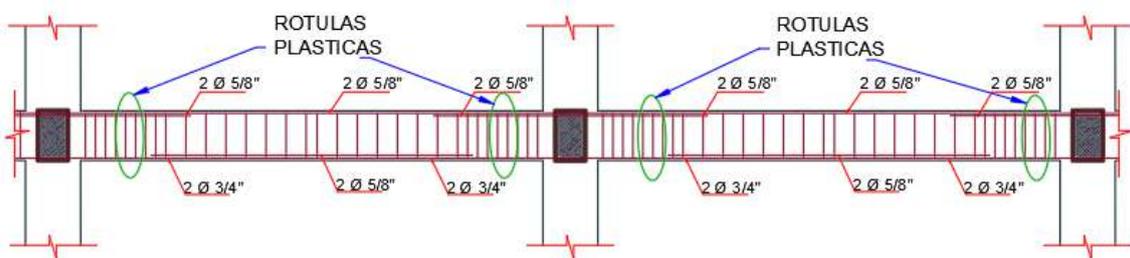


Figura 3.34. Diagrama de curvatura de la viga VS1 de 35x50 cm.

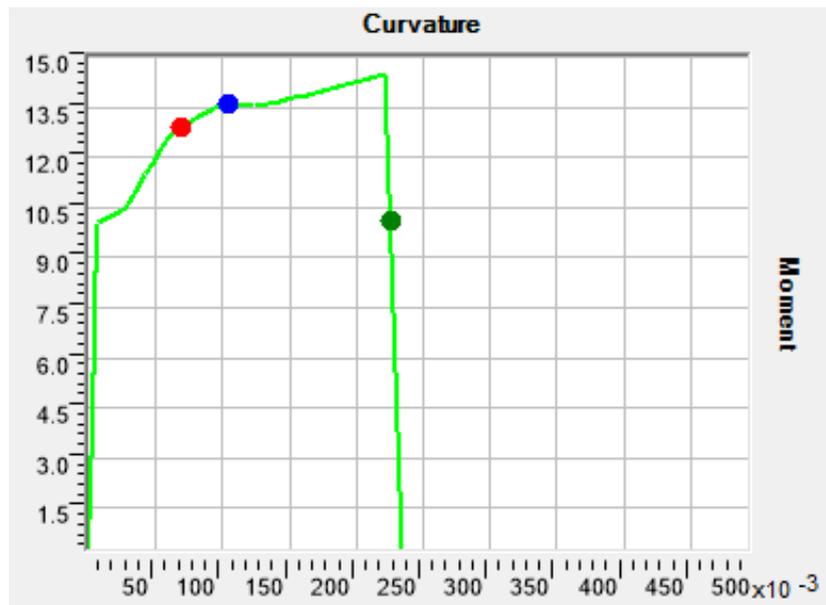


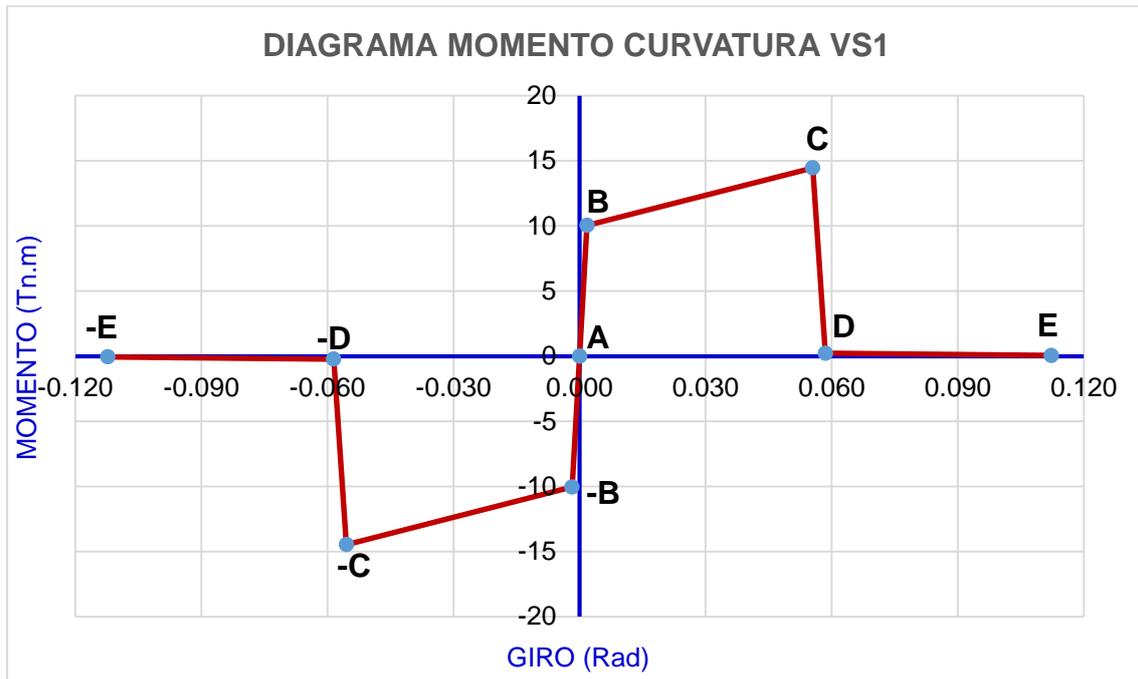
Tabla 3.11. datos de la relación momento curvatura y obtención del giro en las vigas principales VS1.

| Sección de vigas transversal VS1 (extremos) | Punto | Momento (tn - m) | Curvatura (1/m) | Lp (m) | Giro (rad) | M/My |
|---|-------|------------------|-----------------|--------|------------|--------|
| | -E | -0.055 | -0.449 | 0.250 | -0.112 | -0.004 |
| | -D | -0.224 | -0.234 | 0.250 | -0.059 | -0.015 |
| | -C | -14.466 | -0.222 | 0.250 | -0.056 | -0.973 |
| | -B | -10.042 | -0.007 | 0.250 | -0.002 | -0.676 |
| | A | 0.000 | 0.000 | 0.250 | 0.000 | 0.000 |
| | B | 10.042 | 0.007 | 0.250 | 0.002 | 0.676 |
| | C | 14.466 | 0.222 | 0.250 | 0.056 | 0.973 |
| | D | 0.224 | 0.234 | 0.250 | 0.059 | 0.015 |
| | E | 0.055 | 0.449 | 0.250 | 0.112 | 0.004 |

Criterios de aceptación para la articulación de vigas.

| IO | LS | CP |
|--------|--------|--------|
| 0.0233 | 0.0448 | 0.0555 |

Figura 3.35. Diagrama de momento giro de rotulas en viga secundaria VS1.



2. Rotulas ubicadas en el centro de la viga secundaria VS1.

Figura 3.36. Ubicación de la rótula a analizar en el centro de las vigas de los ejes descritos en el ítem "c".

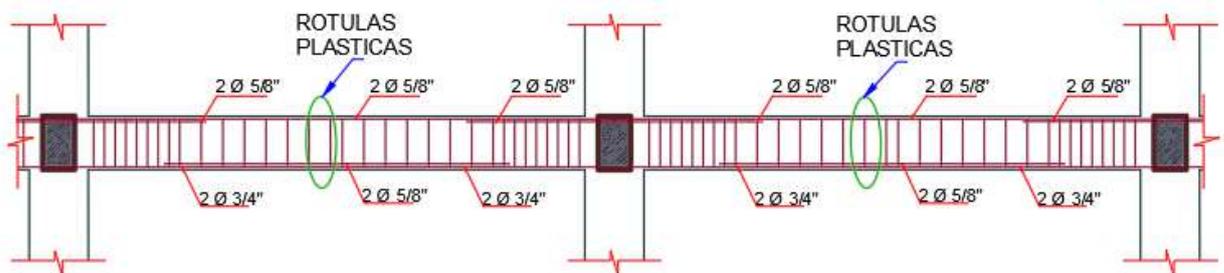


Figura 3.37. Diagrama de curvatura de la viga VS1 de 35x50 cm.

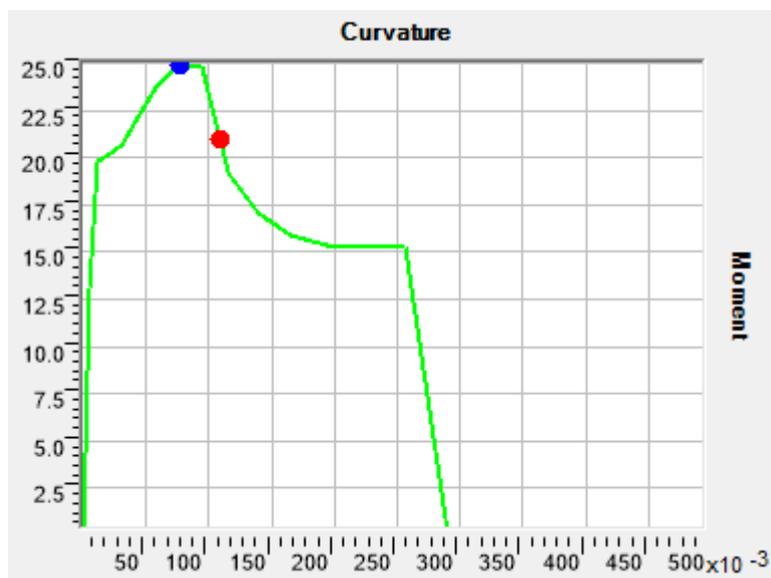


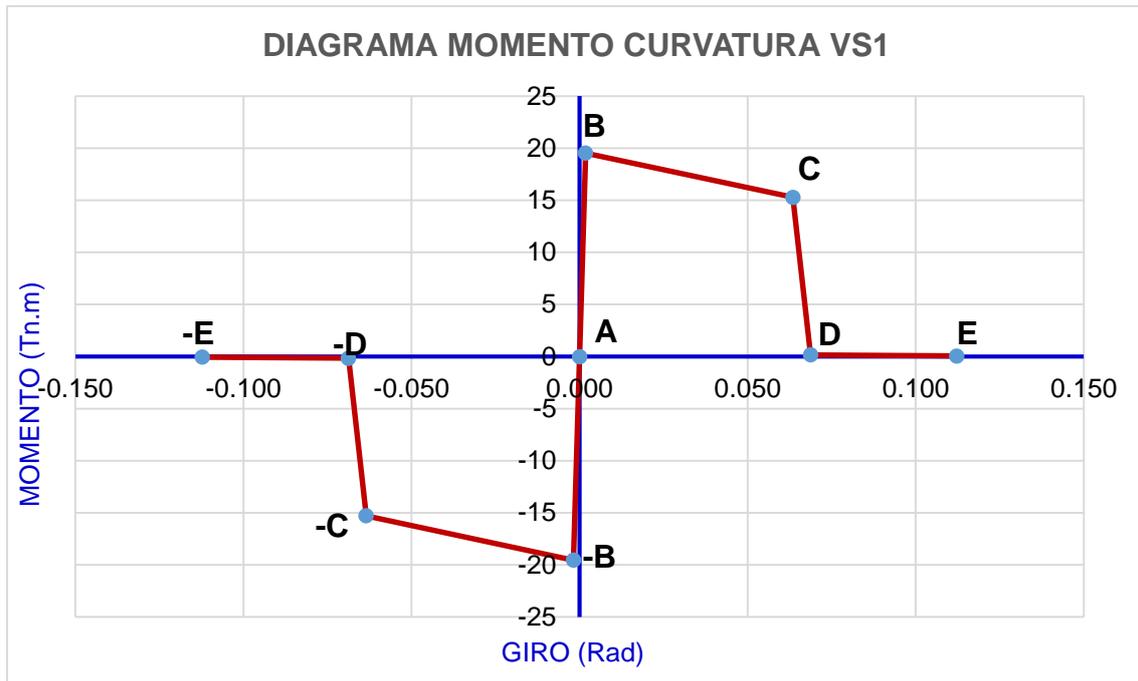
Tabla 3.12. datos de la relación momento curvatura y obtención del giro en las vigas principales VS1.

| Sección de Vigas transversal VS1 (Centros) | Punto | Momento (tn - m) | Curvatura (1/m) | Lp (m) | Giro (rad) | M/my |
|--|-------|------------------|-----------------|--------|------------|--------|
| | -E | -0.053 | -0.449 | 0.250 | -0.112 | -0.004 |
| | -D | -0.157 | -0.275 | 0.250 | -0.069 | -0.011 |
| | -C | -15.288 | -0.254 | 0.250 | -0.064 | -1.029 |
| | -B | -19.536 | -0.007 | 0.250 | -0.002 | -1.314 |
| | A | 0.000 | 0.000 | 0.250 | 0.000 | 0.000 |
| | B | 19.536 | 0.007 | 0.250 | 0.002 | 1.314 |
| | C | 15.288 | 0.254 | 0.250 | 0.064 | 1.029 |
| | D | 0.157 | 0.275 | 0.250 | 0.069 | 0.011 |
| | E | 0.053 | 0.449 | 0.250 | 0.112 | 0.004 |

Criterios de aceptación para la articulación de vigas.

| IO | LS | CP |
|--------|--------|--------|
| 0.0265 | 0.0512 | 0.0635 |

Figura 3.38. Diagrama de momento giro de rotulas en viga secundaria VS1



3.8. Espectro de Respuesta

Para la obtención del espectro de respuesta se usaron las fórmulas, factores y coeficientes de sitio del Proyecto y Norma Técnica E-030 (Norma de Diseño Sismorresistente 2018). Se presenta la información para realizar la elaboración del espectro de respuesta de la estructura ubicada en la ciudad de Cajamarca.

1. Factor de Zona (Z).

A cada zona del territorio peruano se asigna un factor Z según la zona de sismicidad

Tabla 3.2. Factor de Zona "Z".

| Zona | Z |
|------|------|
| 4 | 0,45 |
| 3 | 0,35 |
| 2 | 0,25 |
| 1 | 0,10 |

Fuente: Tomado de la NT E.030 2018.

Ubicación de la estructura: *Cajamarca*

Zona:3

Factor de Zona (Z): 0.35

2. Factor de Suelo (S).

La Norma E. 0.30 considera cinco tipos de perfiles de suelo:

- ✓ Perfil Tipo S0: Roca Dura
- ✓ Perfil Tipo S1: Roca o Suelos Muy Rígidos
- ✓ Perfil Tipo S2: Suelos Intermedios
- ✓ Perfil Tipo S3: Suelos Blandos.
- ✓ Perfil Tipo S4: Condiciones Excepcionales

Tabla 3.3. Factor de Suelo “S”.

| ZONA \ SUELOS | S0 | S1 | S2 | S3 |
|---------------|------|------|------|------|
| Z4 | 0,80 | 1,00 | 1,05 | 1,10 |
| Z3 | 0,80 | 1,00 | 1,15 | 1,20 |
| Z2 | 0,80 | 1,00 | 1,20 | 1,40 |
| Z1 | 0,80 | 1,00 | 1,60 | 2,00 |

Fuente: Tomado de la NTE.030 2018.

Tabla 3.4. Períodos “TP” Y “TL”.

| | Perfil de suelo | | | |
|-------|-----------------|-----|-----|-----|
| | S0 | S1 | S2 | S3 |
| TP(s) | 0,3 | 0,4 | 0,6 | 1,0 |
| TL(s) | 3,0 | 2,5 | 2,0 | 1,6 |

Fuente: Tomado de la NTE.030 2016.

Tipo de perfil del suelo: S3 (*Suelos medianamente flexibles*).

Factor de suelo (S): 1.20

TP(s): 1.0

TL (s): 1.6

3. Factor de Uso e Importancia (U)

El factor de uso o importancia (U), definido en la Tabla 3.5 se usará según la clasificación que se haga.

De acuerdo Proyecto de la Norma técnica E-030, la estructura en estudio corresponde a la categoría A.

Categoría: A

Factor de Uso e Importancia (U): **1.50**.

| Tabla 3.5. Categoría de las Edificaciones y Factor "U" | | |
|---|--|-----------------|
| Categoría | Descripción | Factor U |
| A Edificaciones Esenciales | A1: Establecimientos de salud 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 cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo severo tales como: - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. - Puertos, aeropuertos, locales municipales, centrales de comunicaciones. Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. - Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. Todas aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre, tales como instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. | 1,5 |
| B Edificaciones Importantes | Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas. También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento. | 1,3 |
| C Edificaciones Comunes | Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes. | 1,0 |
| D Edificaciones Temporales | Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares. | |

Fuente: Tomado de la NTE.030 2016

4. Coeficiente Básico de Reducción de las Fuerzas Sísmica (R_0)

La clasificación de los sistemas estructurales es según los materiales usados en su construcción y el sistema estructural sismorresistente (NTE.030 2018).

Tabla N° 3.6. Sistemas Estructurales.

| Sistema Estructural | Coeficiente Básico de Reducción R_0 (*) |
|--|---|
| Acero: | |
| Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF) | 8 |
| Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF) | 7 |
| Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF) | 6 |
| Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF) | 8 |
| Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF) | 6 |
| Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF) | 8 |
| Concreto Armado: | |
| Pórticos | 8 |
| Dual | 7 |
| De muros estructurales | 6 |
| Muros de ductilidad limitada | 4 |
| Albañilería Armada o Confinada. | 3 |
| Madera (Por esfuerzos admisibles) | 7 |

Fuente: Tomado de la NTE.030 2018.

Como la estructura en estudio es un edificio aporticado, Coeficiente de reducción de Solicitaciones Sísmicas (R_0): 8.0

5. Restricciones de Irregularidad.

Categoría: No se permiten Irregularidades.

Tabla N° 3.7. Categoría y regularidad de las edificaciones.

| Categoría de la Edificación | Zona | Restricciones |
|-----------------------------|----------|---|
| A1 y A2 | 4, 3 y 2 | No se permiten irregularidades |
| | 1 | No se permiten irregularidades extremas |
| B | 4, 3 y 2 | No se permiten irregularidades extremas |
| | 1 | Sin restricciones |
| C | 4 y 3 | No se permiten irregularidades extremas |
| | 2 | No se permiten irregularidades extremas excepto en edificios de hasta 2 pisos u 8 m de altura total |
| | 1 | Sin restricciones |

Fuente: Tomado de la NTE.030. 2018

6. Factores de Irregularidad.

Si la estructura no presenta irregularidades en altura o en planta, el factor l_a o l_p será igual a 1.

Irregularidad en Altura, l_a : 01 Regular

$$l_a = 1.00$$

Irregularidad en Planta, l_p : 01 Regular

$$l_p = 1.00$$

7. Coeficiente de Reducción de Fuerzas Sísmicas.

El coeficiente de reducción de la fuerza sísmica se determinará como el producto del coeficiente Básico de Reducción de Fuerza Sísmica R_0 y de los factores l_a , l_p obtenidos de los factores de Irregularidad (NTE.030. 2018)

$$R = R_0 \times l_a \times l_p = 8$$

8. Factor de Amplificación Sísmica (C).

Teniendo en cuenta las características de sitio, se define el factor de amplificación sísmica (C) por las siguientes expresiones (NTE.030. 2018).

$$T < T_P \quad C=2.5$$

$$T_P < T < T_L \quad C=2.5\left(\frac{T_P}{T}\right) \quad \text{Ec...N}^\circ 26$$

$$T > T_L \quad C=2.5\left(\frac{T_P \cdot T_L}{T^2}\right) \quad \text{Ec...N}^\circ 27$$

9. Cálculo de la Aceleración Espectral

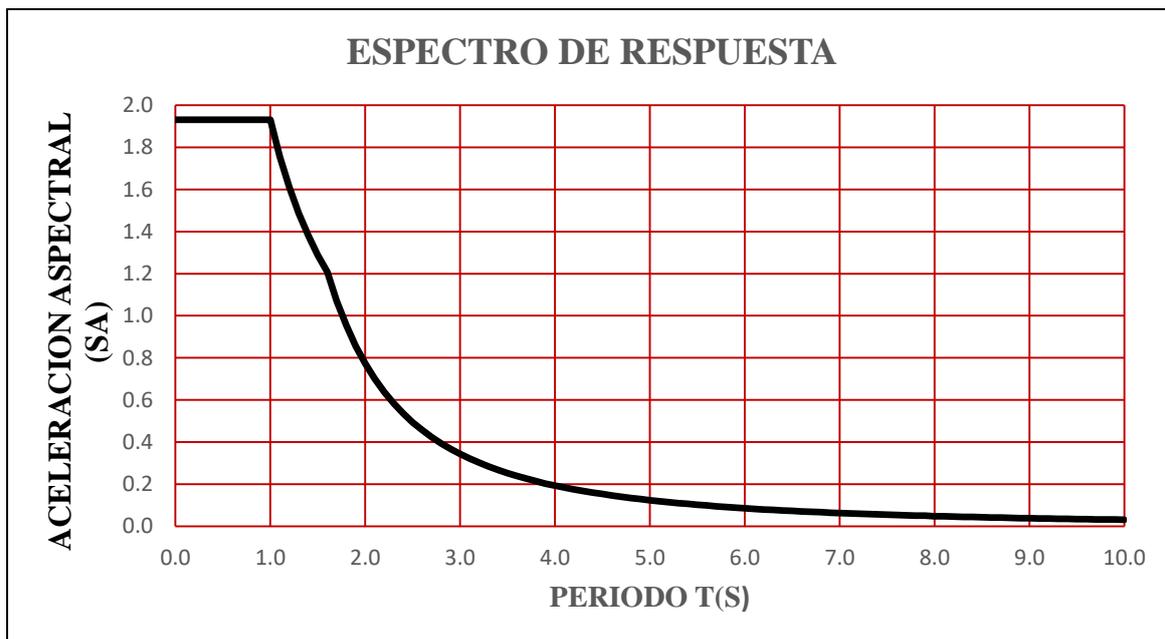
Se calcula mediante la fórmula:

$$S_a = \frac{ZUCS}{R} g \quad g = 9.81 \text{ m/seg}^2 \quad \text{Ec...N}^\circ 28$$

| SUELO FLEXIBLE (S3) | | | | | | | | |
|---------------------|------|-------|------|------|-------|------|------|-------|
| T | C | SA | T | C | SA | T | C | SA |
| 0.00 | 2.50 | 1.931 | 2.20 | 0.83 | 0.638 | 6.00 | 0.11 | 0.086 |
| 0.02 | 2.50 | 1.931 | 2.30 | 0.76 | 0.584 | 6.10 | 0.11 | 0.083 |
| 0.04 | 2.50 | 1.931 | 2.40 | 0.69 | 0.536 | 6.20 | 0.10 | 0.08 |
| 0.06 | 2.50 | 1.931 | 2.50 | 0.64 | 0.494 | 6.30 | 0.10 | 0.078 |
| 0.08 | 2.50 | 1.931 | 2.60 | 0.59 | 0.457 | 6.40 | 0.10 | 0.075 |
| 0.10 | 2.50 | 1.931 | 2.70 | 0.55 | 0.424 | 6.50 | 0.09 | 0.073 |
| 0.12 | 2.50 | 1.931 | 2.80 | 0.51 | 0.394 | 6.60 | 0.09 | 0.071 |
| 0.14 | 2.50 | 1.931 | 2.90 | 0.48 | 0.367 | 6.70 | 0.09 | 0.069 |
| 0.16 | 2.50 | 1.931 | 3.00 | 0.44 | 0.343 | 6.80 | 0.09 | 0.067 |
| 0.18 | 2.50 | 1.931 | 3.10 | 0.42 | 0.322 | 6.90 | 0.08 | 0.065 |
| 0.20 | 2.50 | 1.931 | 3.20 | 0.39 | 0.302 | 7.00 | 0.08 | 0.063 |
| 0.25 | 2.50 | 1.931 | 3.30 | 0.37 | 0.284 | 7.10 | 0.08 | 0.061 |
| 0.30 | 2.50 | 1.931 | 3.40 | 0.35 | 0.267 | 7.20 | 0.08 | 0.06 |
| 0.35 | 2.50 | 1.931 | 3.50 | 0.33 | 0.252 | 7.30 | 0.08 | 0.058 |
| 0.40 | 2.50 | 1.931 | 3.60 | 0.31 | 0.238 | 7.40 | 0.07 | 0.056 |
| 0.45 | 2.50 | 1.931 | 3.70 | 0.29 | 0.226 | 7.50 | 0.07 | 0.055 |
| 0.50 | 2.50 | 1.931 | 3.80 | 0.28 | 0.214 | 7.60 | 0.07 | 0.053 |
| 0.55 | 2.50 | 1.931 | 3.90 | 0.26 | 0.203 | 7.70 | 0.07 | 0.052 |
| 0.60 | 2.50 | 1.931 | 4.00 | 0.25 | 0.193 | 7.80 | 0.07 | 0.051 |
| 0.65 | 2.50 | 1.931 | 4.10 | 0.24 | 0.184 | 7.90 | 0.06 | 0.05 |
| 0.70 | 2.50 | 1.931 | 4.20 | 0.23 | 0.175 | 8.00 | 0.06 | 0.048 |
| 0.75 | 2.50 | 1.931 | 4.30 | 0.22 | 0.167 | 8.10 | 0.06 | 0.047 |

| SUELO FLEXIBLE (S3) | | | | | | | | |
|---------------------|------|-------|------|------|-------|-------|------|-------|
| T | C | SA | T | C | SA | T | C | SA |
| 0.80 | 2.50 | 1.931 | 4.40 | 0.21 | 0.16 | 8.50 | 0.06 | 0.043 |
| 0.85 | 2.50 | 1.931 | 4.50 | 0.20 | 0.153 | 8.60 | 0.05 | 0.042 |
| 0.90 | 2.50 | 1.931 | 4.60 | 0.19 | 0.146 | 8.70 | 0.05 | 0.041 |
| 0.95 | 2.50 | 1.931 | 4.70 | 0.18 | 0.14 | 8.80 | 0.05 | 0.04 |
| 1.00 | 2.50 | 1.931 | 4.80 | 0.17 | 0.134 | 8.90 | 0.05 | 0.039 |
| 1.10 | 1.67 | 1.288 | 4.90 | 0.17 | 0.129 | 9.00 | 0.05 | 0.038 |
| 1.20 | 2.08 | 1.609 | 5.00 | 0.16 | 0.124 | 9.10 | 0.05 | 0.037 |
| 1.30 | 1.92 | 1.486 | 5.10 | 0.15 | 0.119 | 9.20 | 0.05 | 0.037 |
| 1.60 | 1.56 | 1.207 | 5.40 | 0.14 | 0.106 | 9.50 | 0.04 | 0.034 |
| 1.70 | 1.38 | 1.069 | 5.50 | 0.13 | 0.102 | 9.60 | 0.04 | 0.034 |
| 1.80 | 1.23 | 0.954 | 5.60 | 0.13 | 0.099 | 9.70 | 0.04 | 0.033 |
| 1.90 | 1.11 | 0.856 | 5.70 | 0.12 | 0.095 | 9.80 | 0.04 | 0.032 |
| 2.00 | 1.00 | 0.773 | 5.80 | 0.12 | 0.092 | 9.90 | 0.04 | 0.032 |
| 2.10 | 0.91 | 0.701 | 5.90 | 0.11 | 0.089 | 10.00 | 0.04 | 0.031 |

Figura 3.39. Espectro de respuesta calculado.



3.9. Curva de Capacidad de la Estructura.

Haciendo uso del software SAP 2000 se hallaron las dos curvas de capacidad de la estructura, una para la dirección X y otra para la dirección Y.

3.9.1. Curva de Capacidad Para el Sismo en la Dirección X.

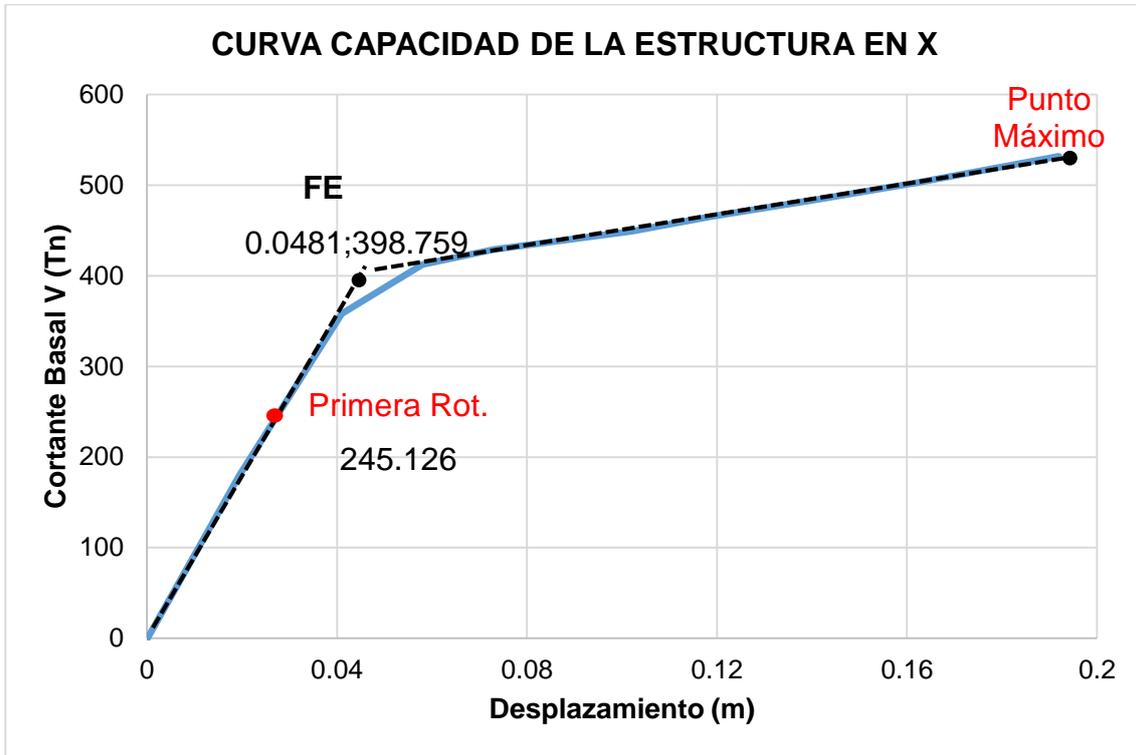
Luego que la estructura del pabellón D del colegio San Ramón fue analizada teniendo en cuenta las consideraciones del análisis estático no lineal se hallaron en el Software SAP2000 los valores del desplazamiento en el punto más alto del techo (mudo de control) y los valores del cortante basal.

Tabla 3.13 Valores representativos de la curva de capacidad para el sismo en la dirección X

| PASO | DESPLAZAMIENTO EN EL TECHO (m) | CORTANTE BASAL (Tn) |
|-------------|---|--------------------------------|
| 0 | 0.0001 | 0 |
| 1 | 0.019 | 180.075 |
| 2 | 0.041 | 358.082 |
| 3 | 0.058 | 412.512 |
| 4 | 0.073 | 429.015 |
| 5 | 0.102 | 449.183 |
| 6 | 0.119 | 465.692 |
| 8 | 0.140 | 483.246 |
| 9 | 0.162 | 502.761 |
| 10 | 0.192 | 531.779 |

Con los datos de la tabla 3.13 se grafica la curva de capacidad estructural donde en el eje de las abscisas se ubica el desplazamiento y el eje de las ordenadas se ubica el cortante basal.

Figura 3.40. Curva de capacidad (sismo en la dirección X)

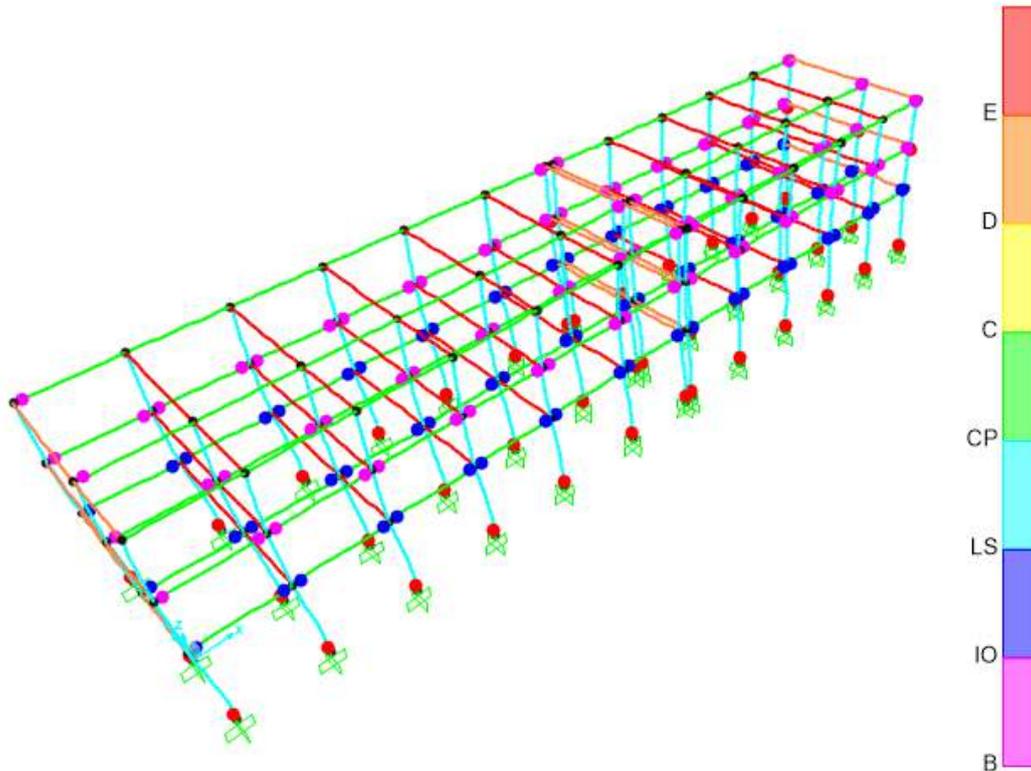


Los colores asignados por el consejo de tecnología aplicada para el software SAP2000 muestran la medida como aumenta el giro de las rotulas plástica.

Tabla 3.14. Colores designados por el SAP2000 para niveles de desempeño.

| ATC-40 | Fluencia | Ocupación Inmediata | Seguridad de Vida | Prevención del Colapso | Seguridad limitada | Estabilidad Estructural | Colapso |
|---------------------------|-------------|---------------------|-------------------|------------------------|--------------------|-------------------------|----------|
| NIVEL DE DESEMPEÑO | B | IO | LS | CP | C | D | E |
| VISION 2000 | Operacional | Funcional | Seguridad de Vida | Cerca al Colapso | Colapso | Posterior al Colapso | |

Figura 3.41. Estructura deflectada, rotulas plásticas y nudo de control para sismo en dirección X



3.9.1.1. Modelo Bilineal y Sectorización de la Curva de Capacidad en la Dirección “X”.

Para realizar la sectorización de la curva de capacidad se encuentra el punto de fluencia efectiva para el cual usamos el criterio de las rigideces tangenciales descritas de acuerdo al ítem 2.2.6.2.

Tabla 3.15. Principales puntos de la curva de capacidad, dirección “X”.

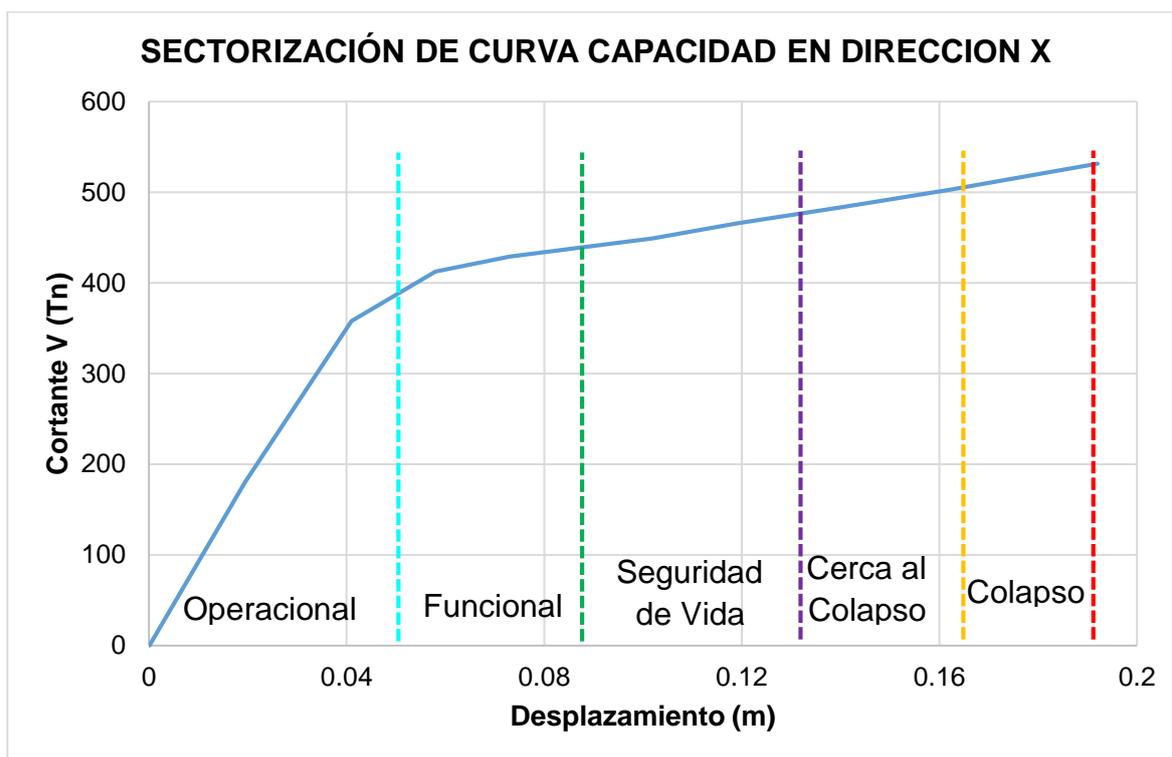
| Descripción | Dirección “X” | |
|--------------------|-----------------|---------|
| | Δt (cm) | V (Tn) |
| Primera Rótula. | 2.61 | 245.126 |
| Fluencia Efectiva. | 4.81 | 398.759 |
| Colapso. | 19.2 | 531.779 |

Para realizar la sectorización de la curva de capacidad en el rango inelástico se hace los cálculos de acuerdo a los criterios propuestos por el SEAOC.

Tabla 3.16. Valores de desplazamiento para cada nivel de desempeño.

| NIVEL DE DESEMPEÑO | DESPLAZAMIENTO | |
|--------------------|-----------------|-----------------|
| | Límite Inferior | Limite Superior |
| Operacional | 0.00000 | 0.04810 |
| Funcional | 0.04810 | 0.09127 |
| Seguridad de Vida | 0.09127 | 0.13444 |
| Cerca al Colapso | 0.13444 | 0.16322 |
| Colapso | 0.16322 | 0.19200 |

Figura 3.42. Sectorización y representación de la curva de capacidad para el sismo en la dirección "X"



3.9.2. Curva de Capacidad Para el Sismo en la Dirección Y

De acuerdo al Ítem 3.9.1. descrito anterior.

Tabla 3.17. Valores curva de capacidad para el sismo en la dirección Y.

| PASO | DESPLAZAMIENTO EN EL TECHO (m) | CORTANTE BASAL (Tn) |
|------|--------------------------------|---------------------|
| 0 | 0.00147 | 0 |
| 1 | 0.0196 | 162.058 |
| 2 | 0.0407 | 321.543 |
| 3 | 0.0598 | 432.154 |
| 4 | 0.0804 | 506.752 |
| 5 | 0.1005 | 524.759 |
| 6 | 0.1196 | 542.765 |
| 8 | 0.1402 | 565.916 |
| 9 | 0.1603 | 581.351 |
| 10 | 0.1799 | 594.212 |
| 11 | 0.2011 | 600.197 |

Con los datos obtenidos en la tabla 3.17 se grafica la curva de capacidad donde en el eje de las abscisas se ubica el desplazamiento y el eje de las ordenadas se ubica el cortante basal.

Figura 3.43. Curva de capacidad (sismo en la dirección Y)

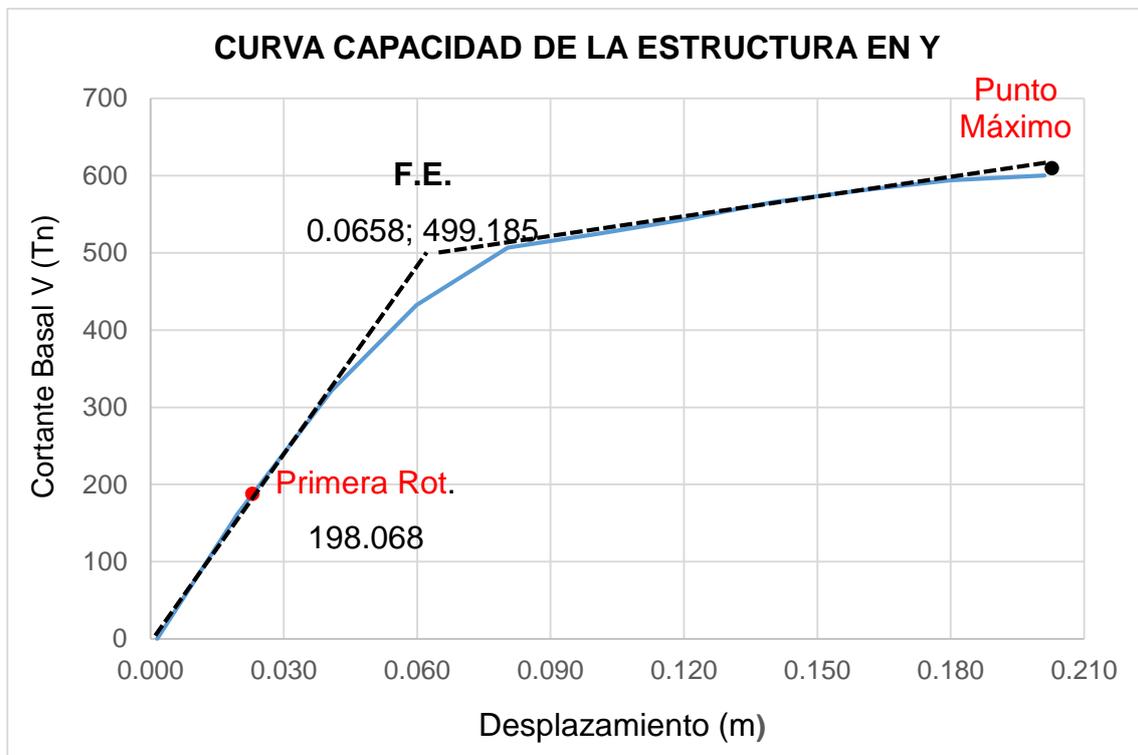
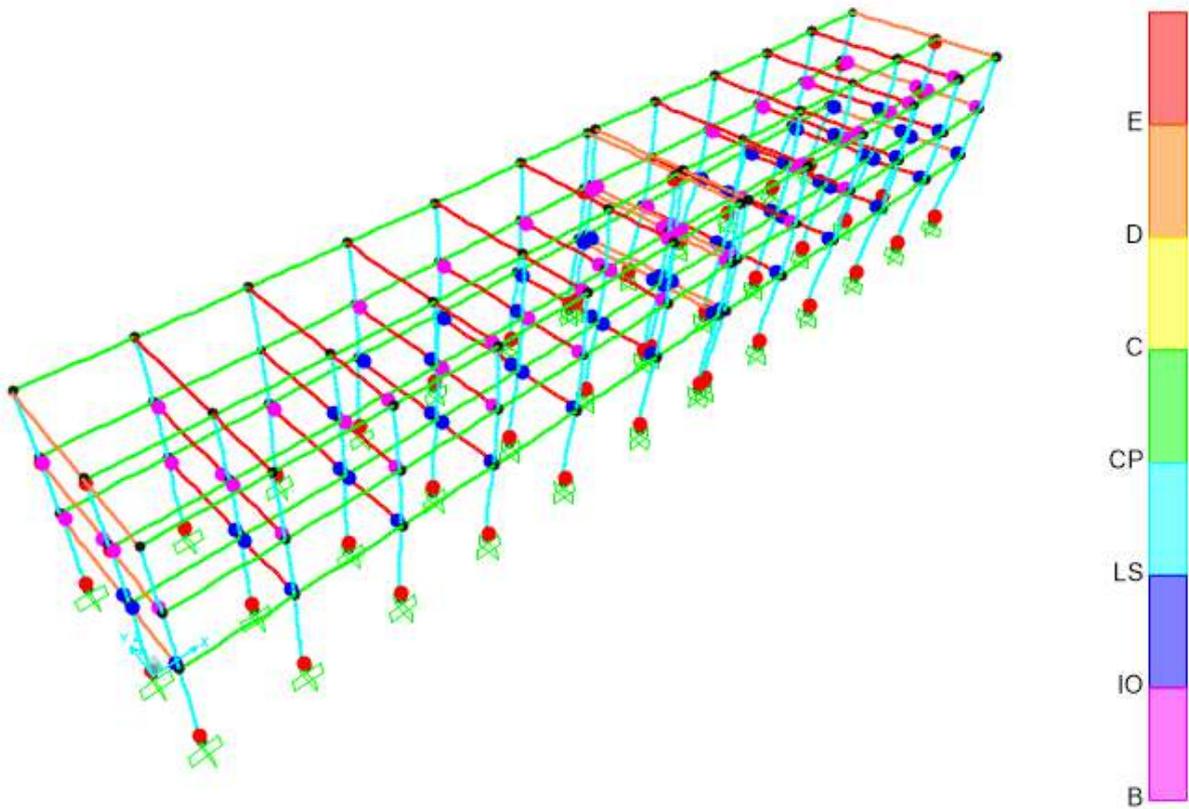


Figura 3.44. Estructura deflectada, rotulas plásticas y nudo de control para sismo en dirección Y.



3.9.2.1. Modelo Bilineal y Sectorización de la Curva de Capacidad en la Dirección “Y”.

De acuerdo al ítem 3.9.1.1. descrito.

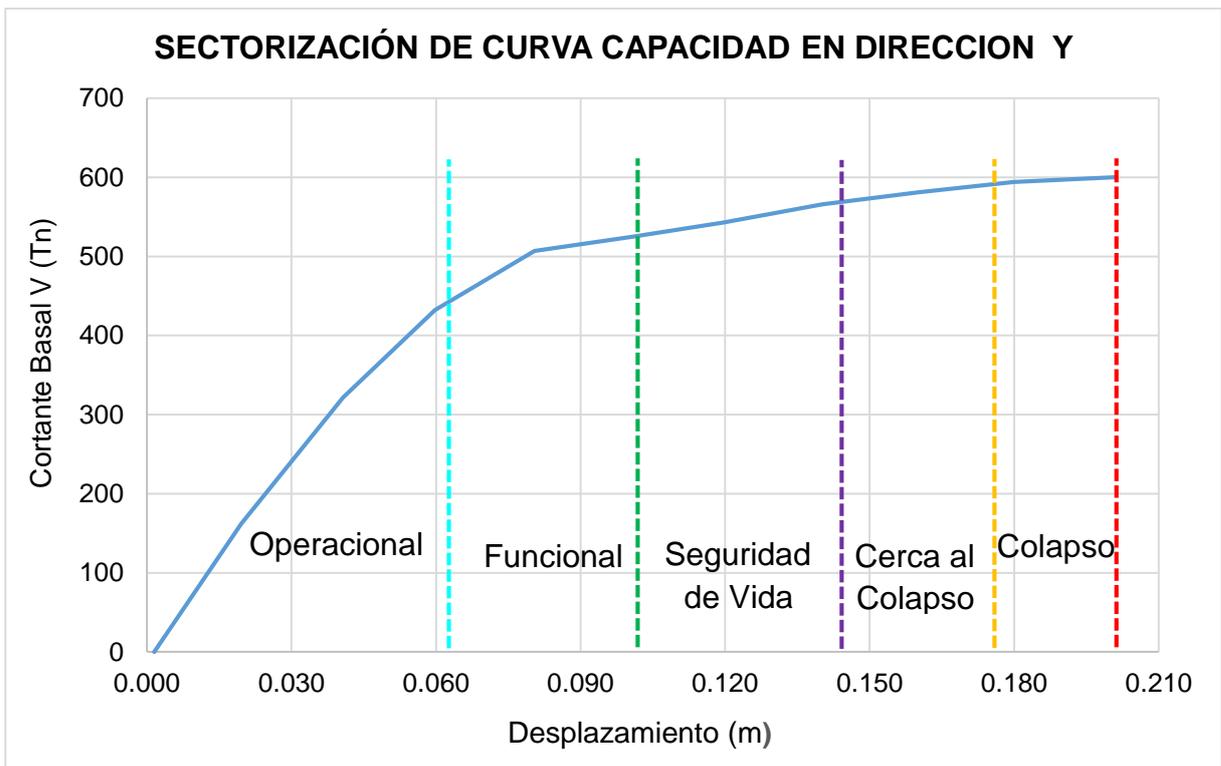
Tabla 3.18. Principales puntos de la curva de capacidad, dirección “Y”.

| Descripción | Dirección “Y” | |
|--------------------|-----------------|---------|
| | Δt (cm) | V (Tn) |
| Primera Rótula. | 2.38 | 198.068 |
| Fluencia Efectiva. | 6.58 | 499.185 |
| Colapso. | 20.11 | 600.197 |

Tabla 3.19. valores de desplazamiento para cada nivel de desempeño.

| NIVEL DE DESEMPEÑO | DESPLAZAMIENTO | |
|--------------------|-----------------|-----------------|
| | Límite Inferior | Limite Superior |
| Operacional | 0.00000 | 0.06580 |
| Funcional | 0.06580 | 0.10639 |
| Seguridad de Vida | 0.10639 | 0.14698 |
| Cerca al Colapso | 0.14698 | 0.17404 |
| Colapso | 0.17404 | 0.20110 |

Figura 3.45. Representación bilineal y sectorización de la curva de capacidad para el cismo en Y



3.10. Determinación de los Puntos de Desempeño Sísmico.

Se determinaron los puntos de desempeño sísmico de la estructura para la dirección "X" y para la dirección "Y", en las que se aplicaron los movimientos sísmos Frecuentes, Ocasional, Raro y Muy Raro en la que se utilizaron los

siguientes coeficientes sísmicos C_a y C_v , para cada nivel de movimiento sísmico.

Tabla 3.20. Coeficiente sísmico C_a y C_v para cada nivel de movimiento sísmico, Ingeniería Antisísmica.

| Sismo de Diseño | C_a | C_v |
|-----------------|-------|-------|
| Frecuente | 0.20 | 0.20 |
| Ocasional | 0.25 | 0.25 |
| Raro | 0.40 | 0.40 |
| Muy Raro | 0.50 | 0.50 |

Fuente: Muñoz; Tinman y Quiun, 2001

Se realiza el análisis de la estructura para el espectro de respuesta calculado en el Ítem 3.8. que es el espectro de respuesta para una zona sísmica $Z=3$.

3.10.1. Punto de Desempeño sísmico de la Estructura Para la Dirección "X".

En la siguiente tabla 2.22 se muestra los puntos de desempeño de la estructura obtenidos del software SAP 2000, para los sismos indicados y aplicados en la dirección "X".

Tabla 3.21. Puntos de desempeño sísmico para los movimientos sismos en la dirección "X".

| DIRECCION | SISMO | V(Tn) | Δ (m) | S_A (g) | S_D (m) | Teff (seg) | Beff (%) |
|-----------|--------------|---------|--------------|-----------|-----------|------------|----------|
| X-X | FRECUENTE | 376.741 | 0.056 | 0.147 | 0.045 | 1.093 | 0.097 |
| | OCACIONAL | 426.768 | 0.069 | 0.167 | 0.056 | 1.153 | 0.122 |
| | RARO (E 030) | 489.757 | 0.113 | 0.197 | 0.091 | 1.347 | 0.182 |
| | MUY RARO | 517.557 | 0.145 | 0.212 | 0.117 | 1.489 | 0.220 |

En la tabla 3.22. se muestra los valores calculados para la sectorización de la curva de capacidad en la dirección "X".

Tabla 3.22. valores de desplazamiento para cada nivel de desempeño sísmico en la dirección “X”

| NIVEL DE DESEMPEÑO | DESPLAZAMIENTO | |
|--------------------|-----------------|-----------------|
| | Límite Inferior | Limite Superior |
| Operacional | 0.00000 | 0.04810 |
| Funcional | 0.04810 | 0.09127 |
| Seguridad de Vida | 0.09127 | 0.13444 |
| Cerca al Colapso | 0.13444 | 0.16322 |
| Colapso | 0.16322 | 0.19200 |

a. Nivel de desempeño para el sismo frecuente.

Para el sismo frecuente, se encuentra el desplazamiento del punto de desempeño que es de:

$$\Delta = 0.056 \text{ m}$$

El desplazamiento se encuentra dentro de los límites del Nivel Funcional

$$0.04810 < \Delta = 0.056 \text{ m} < 0.09127.$$

b. Nivel de desempeño para el sismo ocasional.

Para el sismo ocasional, se encuentra el desplazamiento del punto de desempeño que es de:

$$\Delta = 0.069 \text{ m.}$$

El desplazamiento se encuentra dentro de los límites del Nivel Funcional

$$0.04810 < \Delta = 0.069 \text{ m} < 0.09127$$

c. Nivel de desempeño para el sismo raro (NTP-E 030-2018).

Para el sismo raro, se encuentra el desplazamiento del punto de desempeño que es de:

$$\Delta = 0.113 \text{ m.}$$

El desplazamiento se encuentra dentro de los límites de seguridad de vida.

$$0.09127 < \Delta = 0.113 \text{ m} < 0.13444.$$

d. Nivel de desempeño para el sismo muy raro.

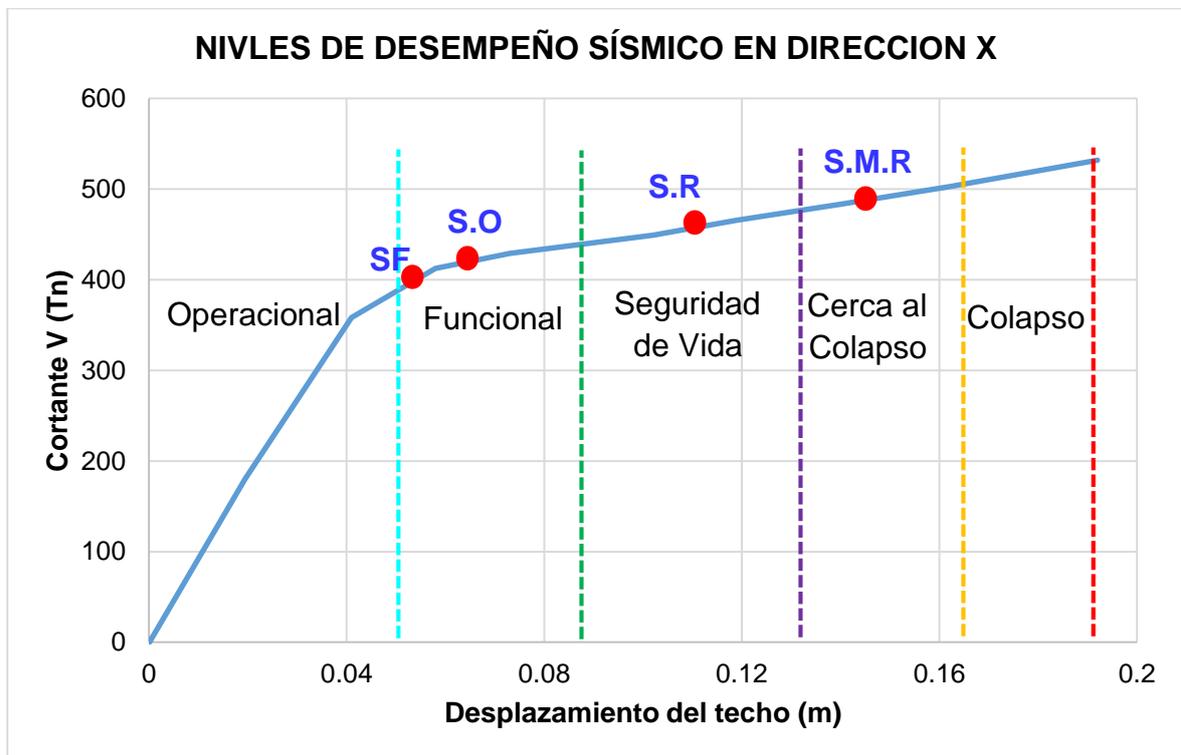
Para el sismo muy raro, se halló que el desplazamiento del punto de desempeño que es de:

$$\Delta = 0.145 \text{ m}$$

El desplazamiento se encuentra dentro de los límites del nivel cerca al colapso.

$$0.13444 < \Delta = 0.145 \text{ m} < 0.16322.$$

Figura 3.46. Niveles de desempeño sísmico alcanzado por la estructura en la dirección "X".



Los niveles de desempeño alcanzados por la estructura tienen la marca X y los niveles de desempeño esperados son de color rojo.

Tabla 3.23. Comparación entre los niveles de desempeños alcanzados y los niveles esperados según el SEAOC. Dirección X.

| Instalación Esencial | | NIVEL DE DESEMPEÑO SÍSMICO | | | |
|-----------------------------|--------------|----------------------------|-----------|-------------------|------------------|
| | | Operacional | Funcional | Seguridad de Vida | Cerca al Colapso |
| Nivel de Movimiento Sísmico | FRECUENTE | | X | | |
| | OCACIONAL | | X | | |
| | RARO (E 030) | | | X | |
| | MUY RARO | | | | X |

3.10.2. Punto de Desempeño Sísmico de la Estructura Para la Dirección "Y".

En la siguiente tabla 2.25 se muestra los puntos de desempeño de la estructura obtenidos del software SAP 2000, para los sismos indicados y aplicados en la dirección "Y".

Tabla 3.24. Puntos de desempeño para los movimientos sismos indicados, en la dirección "Y".

| DIRECCION | SISMO | V(Tn) | Δ (μ) | S _A (g) | S _D (m) | T _{eff} (seg) | B _{eff} (%) |
|-----------|--------------|---------|--------------------|--------------------|--------------------|------------------------|----------------------|
| Y-Y | FRECUENTE | 409.597 | 0.054 | 0.162 | 0.048 | 1.090 | 0.076 |
| | OCACIONAL | 463.578 | 0.068 | 0.183 | 0.059 | 1.136 | 0.097 |
| | RARO (E 030) | 533.473 | 0.110 | 0.210 | 0.092 | 1.315 | 0.167 |
| | MUY RARO | 560.054 | 0.138 | 0.220 | 0.114 | 1.447 | 0.216 |

En la tabla 3.25 se muestra los valores calculados para la sectorización de la curva de capacidad en la dirección "Y".

Tabla 3.25. Valores de desplazamiento para cada nivel de desempeño sísmico en la dirección “Y”

| NIVEL DE DESEMPEÑO | DESPLAZAMIENTO | |
|--------------------|-----------------|-----------------|
| | Límite Inferior | Limite Superior |
| Operacional | 0.00000 | 0.06580 |
| Funcional | 0.06580 | 0.10639 |
| Seguridad de Vida | 0.10639 | 0.14698 |
| Cerca al Colapso | 0.14698 | 0.17404 |
| Colapso | 0.17404 | 0.20110 |

a. Nivel de desempeño para el sismo frecuente.

Para el sismo frecuente, se encuentra el desplazamiento del punto de desempeño que es de:

$$\Delta = 0.054 \text{ m}$$

El desplazamiento se encuentra dentro de los límites del Nivel Operacional.

$$0.0000 < \Delta = 0.054 \text{ m} < 0.06580$$

b. Nivel de desempeño para el sismo ocasional.

Para el sismo ocasional, se encuentra el desplazamiento del punto de desempeño que es de:

$$\Delta = 0.068 \text{ m.}$$

El desplazamiento se encuentra dentro de los límites del Nivel Funcional

$$0.06580 < \Delta = 0.068 \text{ m} < 0.10639$$

c. Nivel de desempeño para el sismo raro (NTP-E 030-2018).

Para el sismo raro, se encuentra el desplazamiento del punto de desempeño que es de:

$$\Delta = 0.110 \text{ m.}$$

El desplazamiento se encuentra dentro de los límites de seguridad de vida.

$$0.10639 < \Delta = 0.110 \text{ m} < 0.14698.$$

d. Nivel de desempeño para el sismo muy raro.

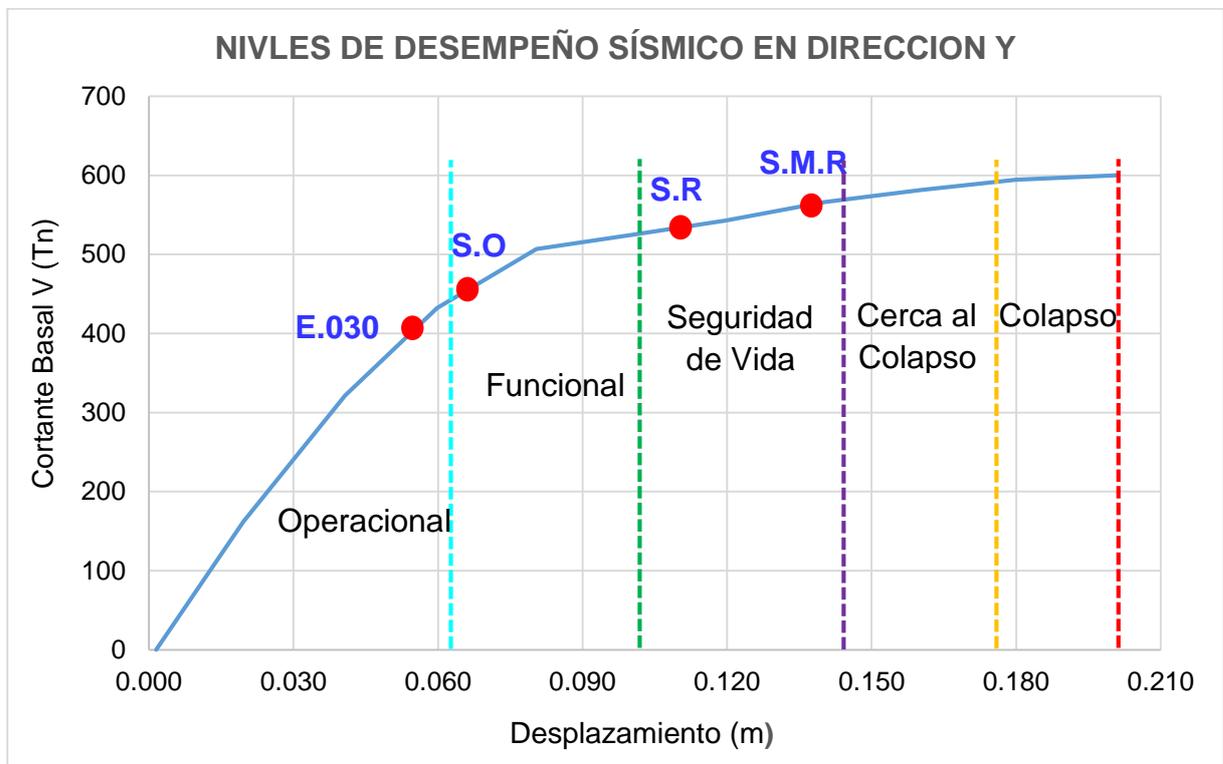
Para el sismo muy raro, se halló que el desplazamiento del punto de desempeño que es de:

$$\Delta = 0.138 \text{ m}$$

El desplazamiento se encuentra dentro de los límites del nivel seguridad de vida.

$$0.10639 < \Delta = 0.138 \text{ m} < 0.14698.$$

Figura 3.47. Niveles de desempeño sísmico alcanzado por la estructura en la dirección “Y”



Los niveles de desempeño alcanzados por la estructura tienen la marca X y los niveles de desempeño esperados son de color rojo.

Tabla 3.26. Comparación entre los niveles de desempeños alcanzados y los niveles esperados según el SEAOC dirección “Y”.

| Instalación Esencial | | NIVEL DE DESEMPEÑO SÍSMICO | | | |
|-----------------------------|--------------|----------------------------|-----------|-------------------|------------------|
| | | Operacional | Funcional | Seguridad de Vida | Cerca al Colapso |
| Nivel de Movimiento Sísmico | FRECUENTE | X | | | |
| | OCACIONAL | | X | | |
| | RARO (E 030) | | | X | |
| | MUY RARO | | | X | |

3.11. Desplazamiento Laterales y Derivas.

Según la Norma Técnica de Diseño Sismorresistente E-030 la deriva entre pisos no debe exceder el 0.007, o su equivalente en porcentaje. (NTP E 030, 2018)

$$\frac{\Delta}{h_e} \leq 0.007$$

3.11.1. Desplazamiento y Derivas para los Sismos en la Dirección X.

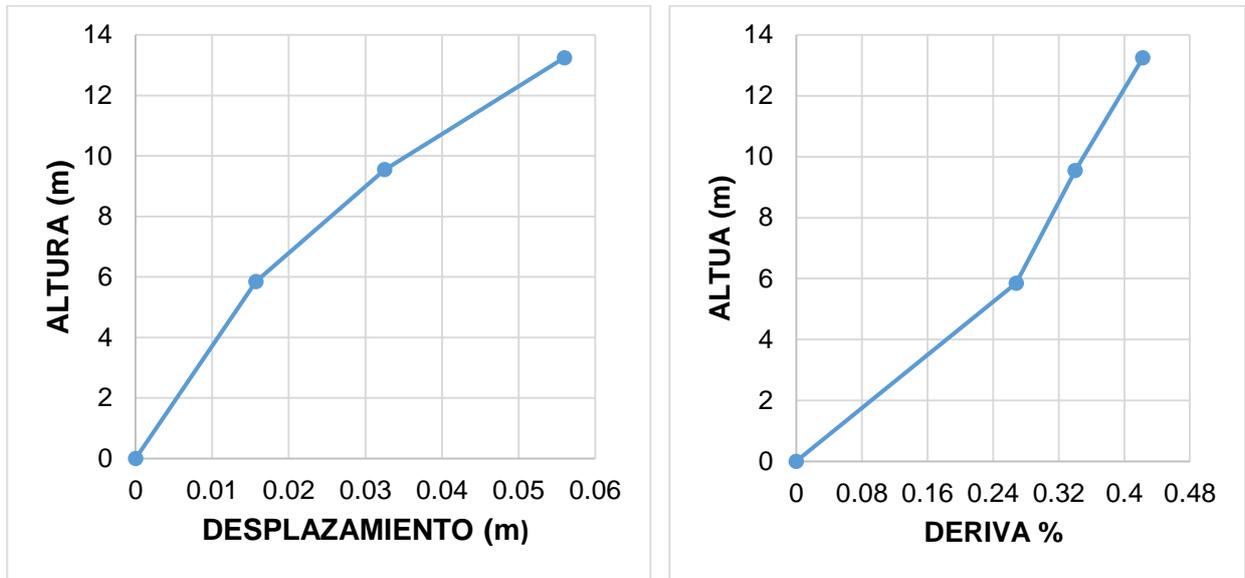
a. Desplazamiento y para el sismo frecuente en dirección X.

A continuación, se presenta en la tabla y gráfico los valores obtenidos del desplazamiento laterales y sus correspondientes valores calculados de las derivas.

Tabla 3.27. Desplazamiento y deriva para el espectro calculado según el sismo frecuente en la dirección “X”.

| NIVEL DE MOVIMIENTO SISMICO | PISO | ALTURA (m) | DESPLAZAMIENTO (m) | DERIVA | DERIVA (%) |
|-----------------------------|--------------|------------|--------------------|---------|------------|
| FRECUENTE | PRIMER PISO | 5.85 | 0.0157 | 0.00268 | 0.2684% |
| | SEGUNDO PISO | 9.55 | 0.0325 | 0.0034 | 0.3403% |
| | TERCER PISO | 13.25 | 0.0560 | 0.00423 | 0.4226% |

Figura 3.48. Desplazamiento laterales y derivas del entre piso para el espectro de respuesta para sismo frecuente en la dirección "X".

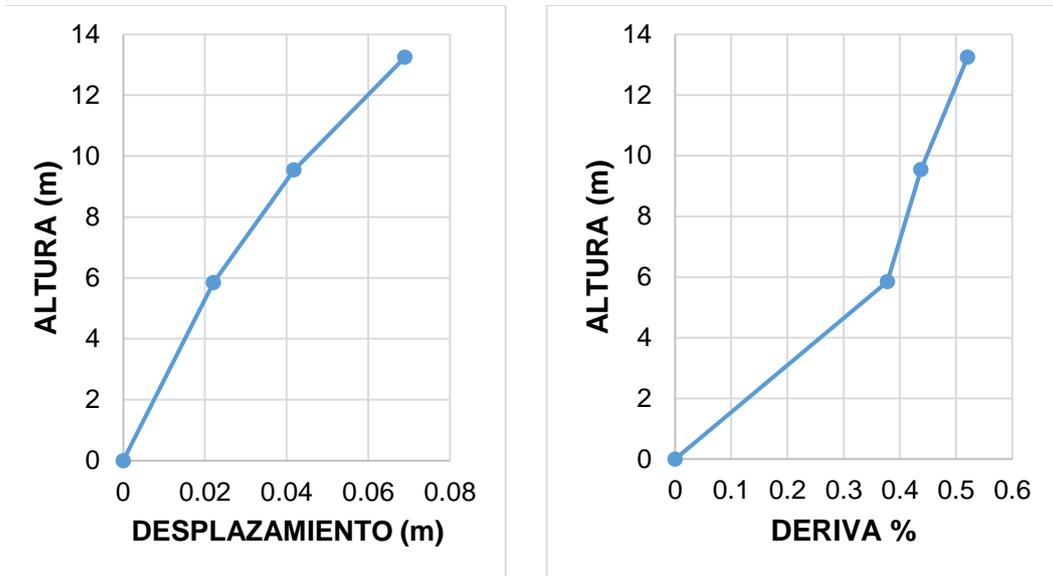


b. Desplazamiento y derivas para el sismo ocasional en dirección X.

Tabla 3.28. Desplazamiento y deriva calculado según el sismo ocasional en la dirección "X".

| NIVEL DE MOVIMIENTO SISMICO | PISO | ALTURA (m) | DESPLAZAMIENTO (m) | DERIVA | DERIVA (%) |
|-----------------------------|--------------|------------|--------------------|---------|------------|
| SISMO OCASIONAL | PRIMER PISO | 5.85 | 0.0221 | 0.00378 | 0.3778% |
| | SEGUNDO PISO | 9.55 | 0.0418 | 0.00438 | 0.4377% |
| | TERCER PISO | 13.25 | 0.0690 | 0.00521 | 0.5208% |

Figura 3.49. Desplazamiento laterales y derivas del entre piso para el sismo ocasional en la dirección “X”

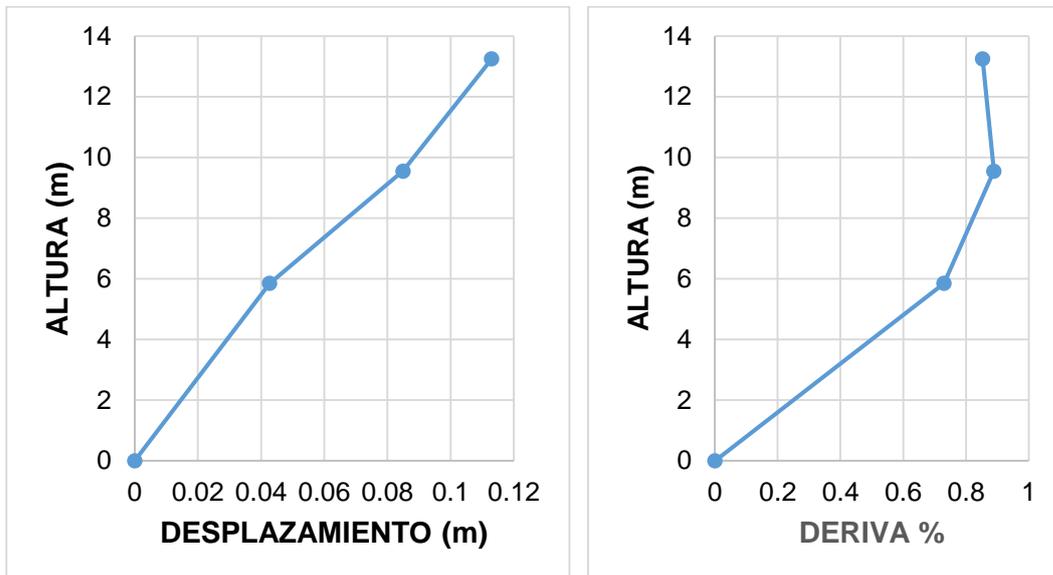


c. Desplazamiento y derivas para la NTP-E 030-2018 (sismo raro) en dirección X.

Tabla 3.29. Desplazamiento y deriva calculado según la NTP E-030-2018 (sismo raro) en la dirección X”

| NIVEL DE MOVIMIENTO SISMICO | PISO | ALTURA (m) | DESPLAZAMIENTO (m) | DERIVA | DERIVA (%) |
|-----------------------------|--------------|------------|--------------------|---------|------------|
| NTP-E 030-2018 (raro) | PRIMER PISO | 5.85 | 0.0427 | 0.0073 | 0.7299% |
| | SEGUNDO PISO | 9.55 | 0.0849 | 0.00889 | 0.8890% |
| | TERCER PISO | 13.25 | 0.1130 | 0.00853 | 0.8528% |

Figura 3.50. Desplazamiento laterales y derivas del entre piso para el espectro de respuesta según la norma E-030 en la dirección “X”.

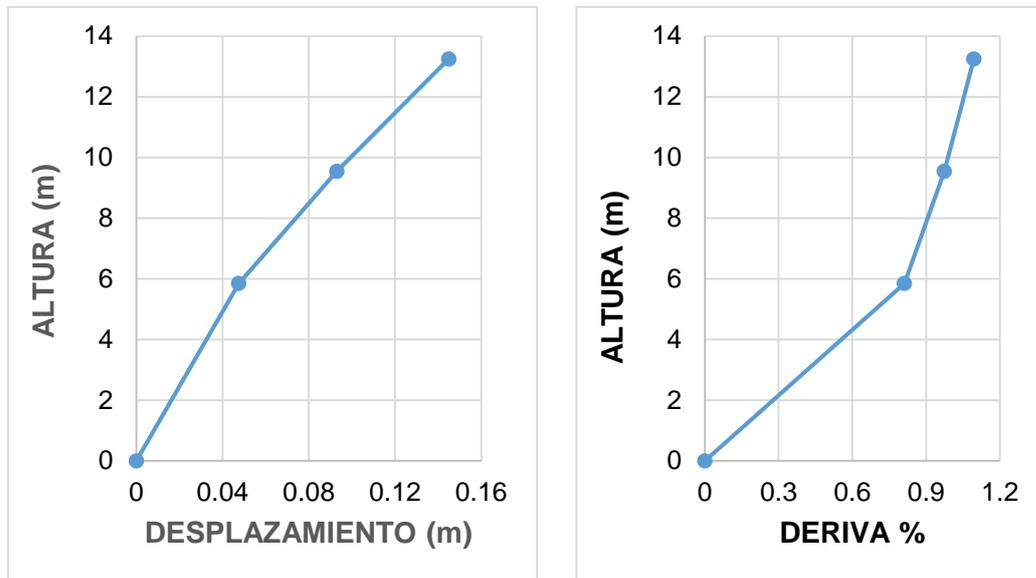


d. Desplazamiento y derivas para el sismo muy raro en dirección X.

Tabla 3.30. Desplazamiento y deriva calculado según el sismo muy raro en la dirección “X”.

| NIVEL DE MOVIMIENTO SISMICO | PISO | ALTURA (m) | DESPLAZAMIENTO (m) | DERIVA | DERIVA (%) |
|-----------------------------|--------------|------------|--------------------|---------|------------|
| SISMO MUY RARO | PRIMER PISO | 5.85 | 0.0475 | 0.00812 | 0.8120% |
| | SEGUNDO PISO | 9.55 | 0.0930 | 0.00974 | 0.9738% |
| | TERCER PISO | 13.25 | 0.1450 | 0.01094 | 1.0943% |

Figura 3.51. Desplazamiento laterales y derivas del entre piso para el sismo muy raro en la dirección “X”.



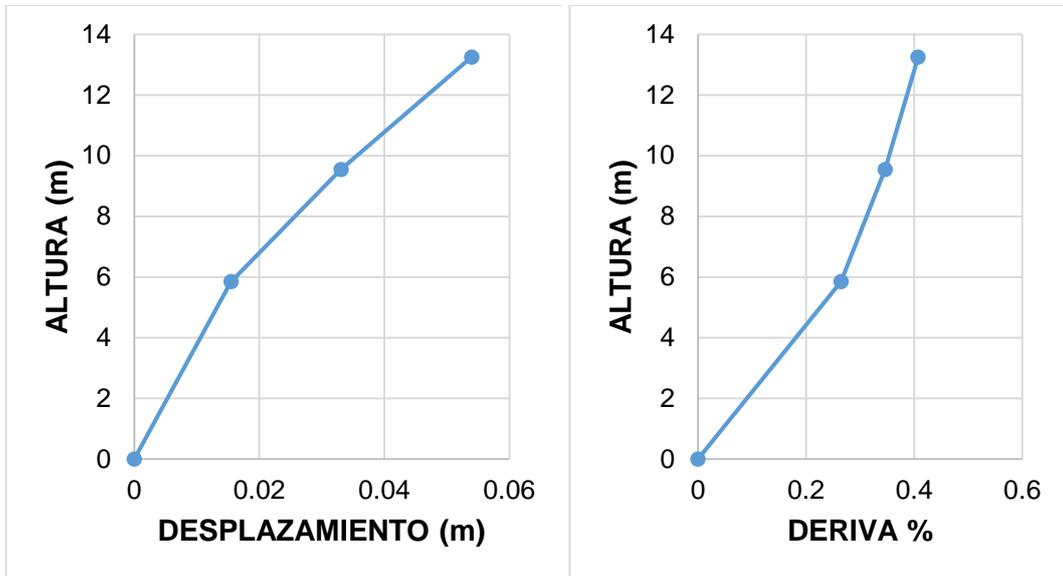
3.11.2. Desplazamiento y Derivas Para los Sismos en la Dirección Y.

a. Desplazamiento y derivas para sismo frecuente en dirección Y.

Tabla 3.31. Desplazamiento y deriva calculado según el sismo frecuente en la dirección “Y”.

| NIVEL DE MOVIMIENTO SISMICO | PISO | ALTURA (m) | DESPLAZAMIENTO (m) | DERIVA | DERIVA (%) |
|-----------------------------|--------------|------------|--------------------|---------|------------|
| FRECUENTE | PRIMER PISO | 5.85 | 0.0155 | 0.00265 | 0.2650% |
| | SEGUNDO PISO | 9.55 | 0.0331 | 0.00347 | 0.3466% |
| | TERCER PISO | 13.25 | 0.0540 | 0.00408 | 0.4075% |

Figura 3.52. Desplazamiento laterales y derivas del entre piso para el sismo frecuente en la dirección “Y”.

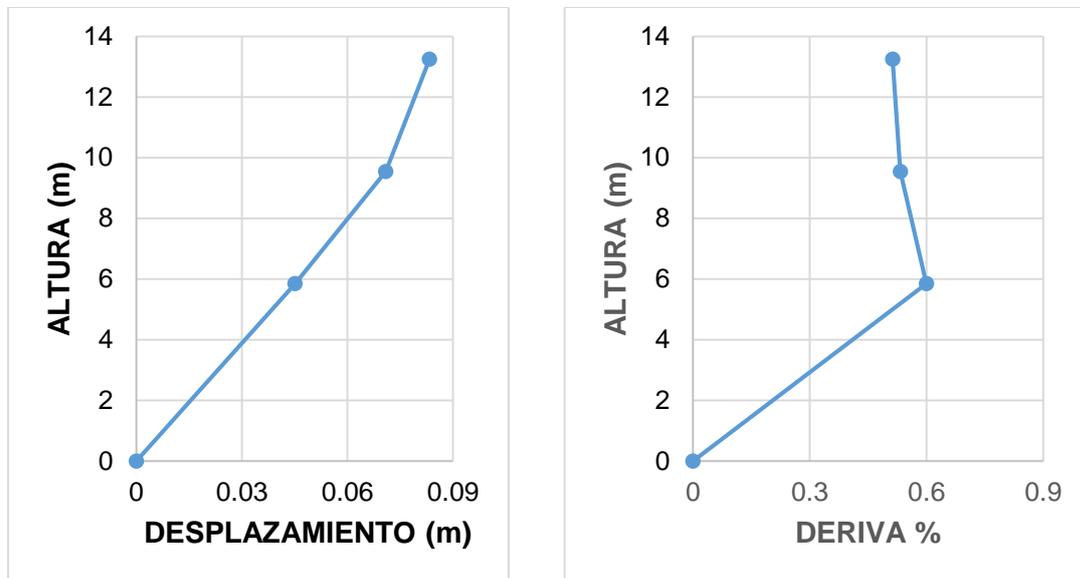


b. Desplazamiento y derivas para el sismo ocasional en dirección Y.

Tabla 3.32. Desplazamiento y deriva calculado según el sismo ocasional en la dirección “Y”.

| NIVEL DE MOVIMIENTO SISMICO | PISO | ALTURA (m) | DESPLAZAMIENTO (m) | DERIVA | DERIVA (%) |
|-----------------------------|--------------|------------|--------------------|---------|------------|
| SISMO OACSIONAL | PRIMER PISO | 5.85 | 0.0351 | 0.006 | 0.6000% |
| | SEGUNDO PISO | 9.55 | 0.0509 | 0.00533 | 0.5330% |
| | TERCER PISO | 13.25 | 0.0680 | 0.00513 | 0.5132% |

Figura 3.53. Desplazamiento laterales y derivas del entre piso para el sismo ocasional en la dirección “Y”.

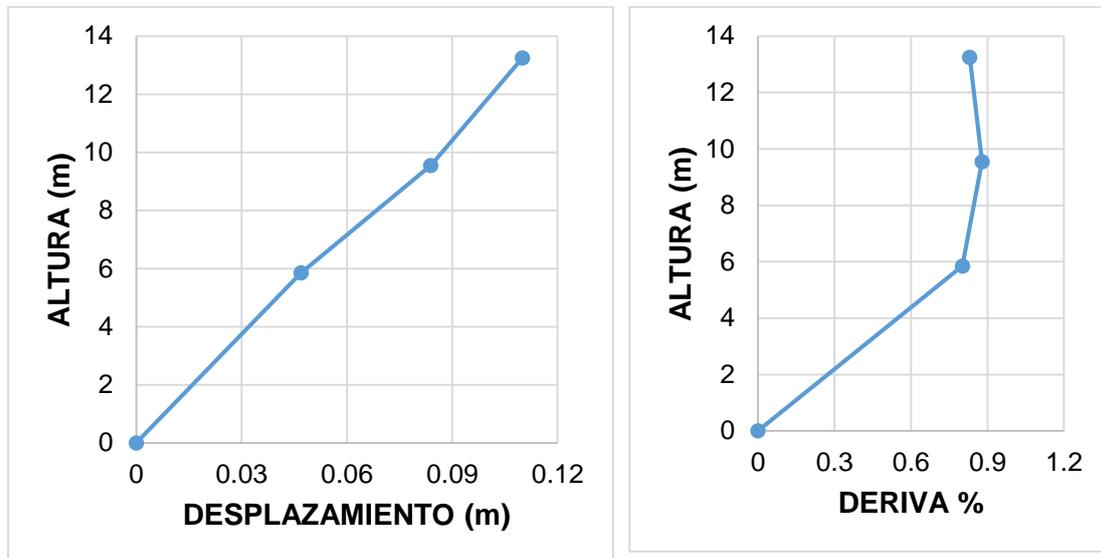


e. Desplazamiento y derivas para la NTP-E 030-2018 (sismo raro) en dirección Y.

Tabla 3.33. Desplazamiento y deriva calculado según la NTP E-030-2018 (sismo raro) en la dirección “Y”.

| NIVEL DE MOVIMIENTO SISMICO | PISO | ALTURA (m) | DESPLAZAMIENTO (m) | DERIVA | DERIVA (%) |
|-----------------------------|--------------|------------|--------------------|---------|------------|
| NTP-E 030-2018 (raro) | PRIMER PISO | 5.85 | 0.0469 | 0.00802 | 0.8017% |
| | SEGUNDO PISO | 9.55 | 0.0839 | 0.00879 | 0.8785% |
| | TERCER PISO | 13.25 | 0.1100 | 0.0083 | 0.8302% |

Figura 3.54. Desplazamiento laterales y derivas del entre piso para el espectro de respuesta según la norma E-030 en la dirección “Y”.

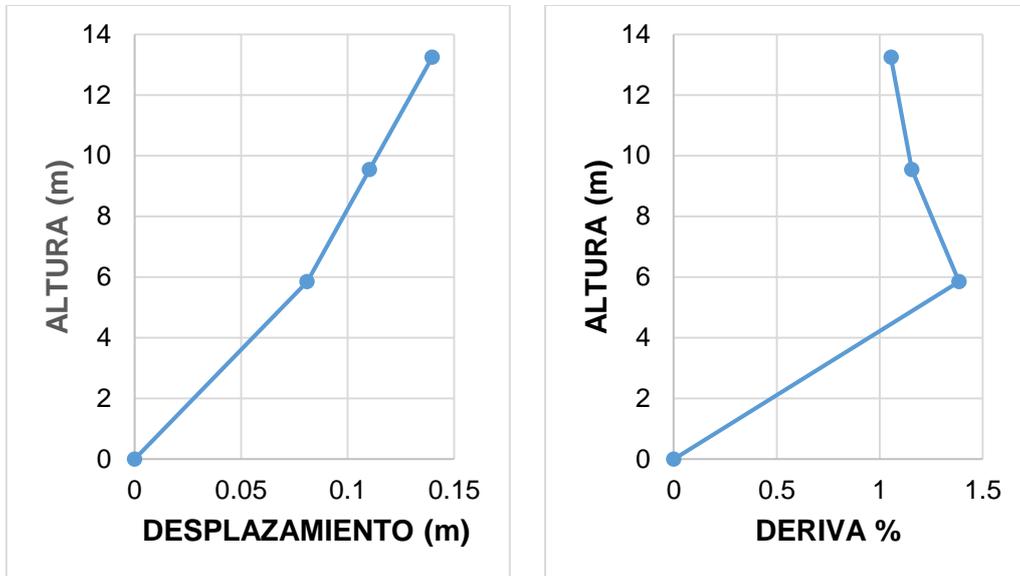


c. Desplazamiento y derivas para el sismo muy raro en dirección Y.

Tabla 3.34. Desplazamiento y deriva calculado según el sismo muy raro en la dirección “Y”.

| NIVEL DE MOVIMIENTO SISMICO | PISO | ALTURA (m) | DESPLAZAMIENTO (m) | DERIVA | DERIVA (%) |
|-----------------------------|--------------|------------|--------------------|---------|------------|
| SISMO MUY RARO | PRIMER PISO | 5.85 | 0.0810 | 0.01385 | 1.3846% |
| | SEGUNDO PISO | 9.55 | 0.1103 | 0.01155 | 1.1550% |
| | TERCER PISO | 13.25 | 0.1397 | 0.01054 | 1.0543% |

Figura 3.55. Desplazamiento laterales y derivas del entre piso para el sismo muy raro en la dirección “Y”



CAPITULO IV.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

4.1. Análisis y Discusión de Resultados.

4.1.1. Calificación del Desempeño Sísmico Alcanzado de la Estructura Según SEAOC.

En las figuras 3.46; 3.47 y en las tablas 3.24; 2.27 se muestra los diferentes desempeños sísmicos alcanzados por la estructura para los niveles de movimiento sísmico, así como su calificación propuesta por el SEAOC 1995.

Tabla 4.1. Calificación del desempeño sísmico de la estructura según el SEAOC 1995, para la dirección "X"

| Edificación Esencial | Niveles de Desempeño Sísmico Esperado | Niveles de Desempeño Sísmico Alcanzado | Calificación |
|--|--|---|---------------------|
| Sismo Frecuente | - | <i>Funcional</i> | - |
| Sismo Ocasional | <i>Operacional</i> | <i>Funcional</i> | No cumple |
| Sismo Raro (NTP- E.030, 2018) | <i>Funcional</i> | <i>Seguridad de vida</i> | No cumple |
| Sismo muy Raro | <i>Seguridad de Vida</i> | <i>Pre - Colapso</i> | No cumple |

Tabla 4.2 Calificación del desempeño sísmico de la estructura según el SEAOC 1995, para la dirección “Y”.

| Edificación Esencial | Niveles de Desempeño Sísmico Esperado | Niveles de Desempeño Sísmico Alcanzado | Calificación |
|--|--|---|---------------------|
| Sismo Frecuente | - | <i>Operacional</i> | - |
| Sismo Ocasional | <i>Operacional</i> | <i>Funcional</i> | No cumple |
| Sismo Raro (NTP- E.030, 2018) | <i>Funcional</i> | <i>Seguridad de vida</i> | No cumple |
| Sismo muy Raro | <i>Seguridad de Vida</i> | <i>Seguridad de Vida</i> | Si cumple |

4.1.2. Nivel de Desempeño Alcanzado.

4.1.2.1. Niveles de Desempeño Alcanzados Para los Sismos Aplicados en la Dirección “X” y la Dirección “Y”.

a. Para un sismo frecuente.

➤ Para la Dirección “X”.

El desempeño alcanzado por la estructura en la dirección “X” se encuentra dentro del rango **Funcional**, la estructura incurre en el rango elástico teniendo un desplazamiento de 5.60 cm y con una fuerza lateral de 376.74 ton., en el rango funcional la estructura sufre daños limitados y no compromete la seguridad de la estructura, pero puede ocurrir daños de algunos elementos no estructurales. En general se requiere algunas reparaciones menores.

➤ Para la Dirección “Y”.

La estructura alcanza un desempeño dentro del rango **Operacional**, la estructura incurre en el rango elástico con un desplazamiento de 5.40 cm y una fuerza lateral de 409.97 ton. Todo el contenido de la estructura permanece totalmente sin daños alguno y puede ser usa inmediatamente.

b. Para sismo Ocasional.

➤ **Para la Dirección “X”.**

La estructura para la dirección “X” alcanza un desempeño que se encuentra en el rango **Funcional**, con un desplazamiento de 6.90 cm, con una fuerza lateral de 426.768 ton y no cumple con lo estipulado en el SEAOC 1995 porque la estructura está incurriendo en el rango Funcional y no en el rango Operacional, por lo tanto, la estructura presentará daños moderados en elementos no estructurales que pueden interrumpir su funcionamiento normal. La estructura cumple sus funciones con normalidad después de haber ocurrido el sismo; se requiere algunas reparaciones menores de los elementos no estructurales.

➤ **Para la Dirección “Y”.**

El desempeño para la dirección “Y” alcanzado por la estructura se encuentra en el rango **Funcional**, con un desplazamiento de 6.80 cm, con una fuerza lateral de 463.578 ton y no cumple con lo estipulado en el SEAOC 1995 porque la estructura está incurriendo en el rango Funcional y no en el rango Operacional, la estructura sufre daños moderados en los elementos no estructurales y cumple con su función con normalidad después de haber ocurrido un sismo, es necesario algunas reparaciones.

c. Para Norma E.030 -2018 (Sismo Raro).

➤ **Para la Dirección “X”**

Para el movimiento sísmico de la Norma E.030 Diseño Sismorresistente el desempeño que alcanza la estructura en la dirección “X” se encuentra en el rango **Seguridad de Vida**, por lo tanto, la estructura incurre en el rango inelástico con un desplazamiento de 11.30 cm y con una fuerza de 489.757 tn., existe disminución en la rigidez lateral de la estructura y en la capacidad de resistir a cargas laterales debido a que no cumple con lo estipulado en el SEAOC 1995 porque la estructura está incurriendo en el rango Seguridad de Vida y no en el rango Funcional. Los daños ocasionados a la estructura

pueden impedir que sea ocupada inmediatamente después de ocurrir un sismo, es probable que sea necesario una rehabilitación y se justifique económicamente.

➤ **Para la Dirección “Y”.**

El desempeño alcanzado por la estructura para el sismo de la Norma E.030 en la dirección “Y” al igual que para la dirección “X” se encuentra en el rango **Seguridad de Vida**, por lo tanto, la estructura incurre en el rango inelástico con un desplazamiento de 11.00 cm y con una fuerza de 533.473 tn., Incumpliendo el desempeño esperado por el SEAOC 1995 (desempeño funcional), los daños que sufre la estructura son los iguales que para la dirección “X”.

d. Para sismos Muy Raros.

➤ **Para la Dirección “X”.**

Para los sismos muy raros en la dirección “X” la estructura alcanza un nivel de desempeño en el rango **Pre-Colapso**, presenta degradaciones importantes de la rigidez lateral y la capacidad resistente del sistema, incumpliendo así con lo escrito en el SEAOC 1995 debido a presenta un desempeño sísmico en el rango Pre-Colapso y no en el rango esperado que es el de Seguridad de Vida. El desplazamiento alcanzado por la estructura es de 14.50 cm y con una fuerza de 517.557 tn. La estructura presenta daños severos en los elementos estructurales vigas y columnas, fallan por completo los elementos no estructurales, los servicios y las vías de evacuación se ven interrumpidas, bajo estas condiciones la estructura es completamente insegura para sus ocupantes, técnicamente y económicamente la estructura no puede ser factible su reparación.

➤ **Para la Dirección “Y”**

Para el sismo muy raro en la dirección “Y”, la estructura alcanza un nivel de desempeño esperado por el SEAOC 1995 que es **Seguridad de Vida**, lo que indica daños moderados en la estructura. El desplazamiento alcanzado

por la estructura es de 13.80 cm y con una fuerza de 560.054 tn, los daños ocasionados impiden la edificación sea ocupada después de ocurrir un sismo. Es necesario reparar la estructura antes que sea ocupada.

4.1.2.2. Análisis del Daño Sísmico Alcanzado.

a. Para un Sismo frecuente.

El daño sísmico que sufre la estructura para la dirección “X” e “Y” es un daño **Leve** ya que ocurre en el rango elástico y no comprometa la rigidez de la estructura, los elementos estructurales no presentan ningún daño y existe daños leves en elementos no estructurales. La edificación permanece segura para sus ocupantes con unas pequeñas grietas en los elementos no estructurales que requieren posibles reparaciones.

b. Para un sismo ocasional.

El daño sísmico que sufre la estructura para la dirección “X” e “Y” es un daño **moderado**, el daño sísmico de la estructura se presenta en el rango inelástico más allá del punto de fluencia efectivo, el daño no compromete la seguridad de la estructura, aunque presenta grietas severas y desprendimientos de concreto. En general es necesario la reparación de los elementos sin la necesidad de demoler.

c. Para Norma E.030 -2018 (Sismo Raro).

La estructura presenta un daño **Moderado** para la dirección “X”, los daños presentados son los mismos que para un sismo ocasional, sino que la estructura presenta pérdida de la rigidez de los elementos estructurales ya que incurre en el rango inelástico con un mayor desplazamiento y fuerza lateral, la estructura no puede ser ocupada luego de ocurrir un sismo. Para la dirección “Y” alcanza un daño **Moderado** igual que para el sismo en la dirección “X”.

d. Para un sismo muy raro.

Para la dirección "X" la estructura presenta un daño sísmico **Severo** presentando pérdidas importantes en la rigidez de elementos estructurales, falla por completo los elementos no estructurales, presenta daños de gran magnitud en el concreto y visibilidad del acero de refuerzo. La reparación de la edificación no es viable, puede llegar a la demolición total de la estructura. Para la dirección "Y" la estructura presenta daños Moderados, igual que para un sismo raro.

4.1.2.3. Deriva de Entrepiso de la Estructura.

a. Deriva de entre piso para los sismos en la dirección "X" e "Y".

En la dirección "X" y la dirección "Y", para los sismos frecuente y ocasional, las derivas alcanzadas son correctas para la estructura de concreto armado, es decir no exceden el 0.7% de la NTP E. 030-2018. Lo contrario ocurre para un Sismo Raro (NTP E. 030-2018) y Muy Raro en la dirección "X" y en la dirección "Y", que las derivas de la estructura exceden el 0.7% de la NTP E. 030-2018, lo cual indica que el comportamiento sísmico de la estructura ante los Sismos Raros y Muy Raros es insuficiente.

CAPITULO V.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.

Para los sismos frecuentes y ocasionales en la dirección “X” y en la dirección “Y”, la estructura de la Institución Educativa San Ramón de Cajamarca presentara daños leves y daños moderados, y puede ser ocupada después de ocurrir un evento sísmico que tenga un intervalo de recurrencia de 43 años (sismo frecuente) y de 72 años (sismo Ocasional).

El desempeño sísmico alcanzado por la estructura de la Institución Educativa San Ramón de Cajamarca para sismos raros (NTP E. 030-2018) y sismos muy raros se encuentra dentro del rango seguridad de vida y cerca del colapso para la dirección X e Y, por lo que **NO CUMPLE** con los lineamientos estipulados en el SEAOC 1995- VISIÓN 2000 para desempeño sísmico esperados para edificaciones esenciales. La estructura presentara daños severos en los elementos estructurales y no estructurales después de ocurrir un evento sísmico con un intervalo de recurrencia de 475 años (sismo raro) y 950 años (sismo muy raro).

Las derivas desarrolladas por la estructura son de 0.852% y 0.830% para un sismo raro (NTP E.030-2018) en las direcciones X e Y respectivamente lo cual sobrepasan los límites de la Norma E.030 Diseño Sismo-Resistente.

5.2. Recomendaciones.

Se recomienda realizar el Análisis Dinámico Incremental (IDA) para evaluar el comportamiento dinámico estructural de edificaciones esenciales, en este tipo de análisis el movimiento del suelo es más realista porque se utiliza un patrón de cargas dinámicas y una serie de acelerograma y así no subestimar o sobreestimar la respuesta de la estructura.

Realizar la evaluación sísmica de los edificios más antiguos del colegio San Ramón y saber si estos podrían colapsar ante cualquier evento sísmico.

Debe inculcar a la población la importancia que tiene el diseño sísmico resistente, ya que permite realizar un mejor diseño y economizando a largo plazo el funcionamiento de la estructura.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Aguiar Falconí, R. (2003). Análisis Sísmico por Desempeño. Universidad de fuerzas Armadas ESPE. Quito Ecuador.
- Alvear J. y Ruales JS. (2014). Diseño por desempeño de edificaciones de hormigón armado, de acero estructural y mixto. Tesis de Pregrado. Quito, Ecuador, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- ATC (1996). Seismic evaluation and retrofit of concrete buildings. Technical report, ATC-40. Applied Technology Council, Redwood City, Vol. N° 1. California.
- Bertero V, V. (1997), "Performance-based seismic engineering: A critical review of proposed guidelines", Seismic Design Methodologies for the Next Generation of Codes, Slovenia, Memoria.
- Bolaños Tauma, MI. (2015). Desempeño sismorresistente del edificio 4F de la Universidad Nacional de Cajamarca. Tesis de Pregrado. Cajamarca, Perú, Universidad Nacional de Cajamarca.
- Bonett Díaz, RL. 2003. Vulnerabilidad y riesgo sísmico de edificios. Aplicación a entornos urbanos en zonas de amenaza alta y moderada. Tesis Dr. Universidad politécnica de Cataluña. Barcelona, España.
- Calcina Peña, RM (2017). Evaluación del desempeño sísmico de un edificio de once pisos, mediante la metodología del análisis estático y dinámico no lineal. Tesis Mag. Tacna, Perú, Universidad Privada de Tacna.
- Chunque Pajares, J. (2013). Nivel de desempeño sísmico del edificio "A" de la Universidad Privada del Norte- Sede Cajamarca. Tesis de grado. Cajamarca, Perú, Universidad Nacional de Cajamarca.
- FEMA 356 (2000). Prestandard and commentary for the seismic rehabilitation of buildings". Federal Emergency. Management Agency (FEMA), Washington, D.C.

- Flores Jaimes, GC. (2018). Desempeño sísmico de un edificio de concreto armado ubicado en el jirón Manuel Ruiz manzana 32 lote 10 – 10a –1a distrito de Chimbote. Tesis de Pregrado. Chimbote, Peru, Universidad César Vallejo.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, República del Perú. 2018. Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima, Perú, El Peruano. 23 oct. 32 p.
- Muñoz Peláez, JA (2004). “Ingeniería Sismorresistente”. Pontificia Universidad Católica del Perú, Departamento de Ingeniería. Lima, Perú.
- Muñoz, JA; Tinman, M; Quiun, D; 2001. Riesgo sísmico de edificios peruanos. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Navarro, CE; Fernández, JA (2006). Desempeño sísmico de un edificio aporticado de seis pisos diseñado con las normas peruanas de edificaciones. Tesis de grado. Lima, Perú, Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Norma Técnica Peruana NTP 339.181 (2013). Método de ensayo para determina el número de rebotes del concreto endurecido (2° ed.) Lima-Perú.
- Orrillo Rojas, JD (2014). Desempeño sismoresistente del edificio “2H” de la universidad Nacional de Cajamarca. Tesis de Pregrado Cajamarca, Perú, Universidad Nacional de Cajamarca.
- Paulay, T. y Priestley, M. (1992). Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Buildings. (1ra. Ed.). New York: John Wiley & Sons, INC.
- Ramírez Quispe, J. (2014). Desempeño sismorresistente del módulo c, del mercado de abastos de los baños del inca Cajamarca. Tesis de Pregrado. Cajamarca, Perú, Universidad Nacional de Cajamarca.

- Sánchez Aguilar, MAR. (2010). Diseño sísmico basado en desempeño para una edificación esencial de concreto reforzado. Tesis Mag. Monterrey, México, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores De Monterrey.
- SEAOC. (1995). A Framework for Performance Based Design. Vision 2000 Committee. Structural Engineers Association of California, Sacramento California.
- Sinisterra Bonilla, H. (2017). Determinación del desempeño sísmico para edificaciones en pórticos de concreto reforzado diseñados bajo la norma de diseño sismo resistente C.C.C.S.R. 84. Tesis Mag. Santiago de Cali, Colombia, Pontificia Universidad Javeriana Cali.
- Soto Orrillo, JT. (2015). Evaluacion el desempeño sismorresistente del edificio del centro pre universitario de la Universidad Nacional de Cajamarca. Tesis de grado. Cajamarca, Perú, Universidad Nacional de Cajamarca.
- Tavárez Fadul, JT (2016). Análisis estático y dinámico incremental de una de muros de hormigón armado en la República Dominicana. República dominicana.
- Villarreal Castro, G (2013). Ingeniería Sismo-Resistente (1° ed.) Lima-Perú.

ANEXOS

Anexo N° 01

1. Metrado de cargas.

1.1. Primer Piso.

A. Cargas muertas de viga principal.

- ✓ Cargas muertas provenientes de la losa aligerada.

| Eje | W (kg/m ²) | Ancho de influencia (m) | Carga (kg/m) | Carga (tn/m) |
|-----|------------------------|-------------------------|--------------|--------------|
| 3 | 350.00 | 2.270 | 794.50 | 0.795 |
| 4 | 350.00 | 4.675 | 1636.25 | 1.636 |
| 5 | 350.00 | 4.810 | 1683.50 | 1.684 |
| 6 | 350.00 | 4.810 | 1683.50 | 1.684 |
| 7 | 350.00 | 5.080 | 1778.00 | 1.778 |
| 8 | 350.00 | 4.510 | 1578.50 | 1.579 |
| 9 | 350.00 | 2.335 | 817.25 | 0.817 |
| 10 | 350.00 | 2.335 | 817.25 | 0.817 |
| 11 | 350.00 | 4.740 | 1659.00 | 1.659 |
| 12 | 350.00 | 4.810 | 1683.50 | 1.684 |
| 13 | 350.00 | 4.760 | 1666.00 | 1.666 |
| 14 | 350.00 | 4.615 | 1615.25 | 1.615 |
| 15 | 350.00 | 2.260 | 791.00 | 0.791 |

- ✓ Cargas muertas provenientes del piso terminado.

| Eje | W (kg/m ²) | Ancho de influencia (m) | Carga (kg/m) | Carga (tn/m) |
|-----|------------------------|-------------------------|--------------|--------------|
| 3 | 100.00 | 2.620 | 262.00 | 0.262 |
| 4 | 100.00 | 5.025 | 502.50 | 0.503 |
| 5 | 100.00 | 5.160 | 516.00 | 0.516 |
| 6 | 100.00 | 5.160 | 516.00 | 0.516 |
| 7 | 100.00 | 5.430 | 543.00 | 0.543 |
| 8 | 100.00 | 4.860 | 486.00 | 0.486 |
| 9 | 100.00 | 2.685 | 268.50 | 0.269 |
| 10 | 100.00 | 2.685 | 268.50 | 0.269 |
| 11 | 100.00 | 5.090 | 509.00 | 0.509 |
| 12 | 100.00 | 5.160 | 516.00 | 0.516 |
| 13 | 100.00 | 5.110 | 511.00 | 0.511 |
| 14 | 100.00 | 4.965 | 496.50 | 0.497 |
| 15 | 100.00 | 2.610 | 261.00 | 0.261 |

✓ **Cargas muertas provenientes de muros.**

| Eje | W (kg/m ³) | Espesor (m) | Altura de muro (m) | Carga (kg/m) | Carga (tn/m) |
|----------------|------------------------|-------------|--------------------|--------------|--------------|
| 1 entre B y C | 1800.00 | 0.25 | 1.20 | 540.00 | 0.54 |
| 1 entre A y B | 1800.00 | 0.25 | 1.20 | 540.00 | 0.54 |
| 2 entre B y C | 1800.00 | 0.25 | 3.20 | 1440.00 | 1.44 |
| 5 entre B y C | 1800.00 | 0.25 | 3.20 | 1440.00 | 1.44 |
| 9 entre B y C | 1800.00 | 0.25 | 3.20 | 1440.00 | 1.44 |
| 11 entre B y C | 1800.00 | 0.25 | 3.20 | 1440.00 | 1.44 |
| 13 entre B y C | 1800.00 | 0.25 | 3.20 | 1440.00 | 1.44 |
| 14 entre B y C | 1800.00 | 0.25 | 3.20 | 1440.00 | 1.44 |
| 15 entre B y C | 1800.00 | 0.25 | 1.20 | 540.00 | 0.54 |
| 15 entre A y B | 1800.00 | 0.25 | 1.20 | 540.00 | 0.54 |

B. Cargas vivas en vigas principales.

| Eje | Ambiente | Descripción según E-20 | W (kg/m ²) | Ancho de influencia (m) | Carga (kg/m) | Carga (tn/m) |
|----------------|------------|------------------------|------------------------|-------------------------|--------------|--------------|
| 1 entre A y B | Pasadizo | Pasadizo | 400.00 | 2.155 | 862.00 | 0.862 |
| 2 entre A y B | Pasadizo | Pasadizo | 400.00 | 4.655 | 1862.00 | 1.862 |
| 2 entre B y C | Aula D-101 | Aula | 250.00 | 2.50 | 625.00 | 0.625 |
| 3 entre A y B | Pasadizo | Pasadizo | 400.00 | 5.08 | 2032.00 | 2.032 |
| 3 entre B y C | Aula D-101 | Aula | 250.00 | 5.08 | 1270.00 | 1.27 |
| 4 entre A y B | Pasadizo | Pasadizo | 400.00 | 5.16 | 2064.00 | 2.064 |
| 4 entre B y C | Aula D-101 | Aula | 250.00 | 5.16 | 1290.00 | 1.29 |
| 5 entre A y B | Pasadizo | Pasadizo | 400.00 | 5.16 | 2064.00 | 2.064 |
| 5 entre B y C | Aula D-101 | Aula | 250.00 | 5.16 | 1290.00 | 1.29 |
| 6 entre A y B | Pasadizo | Pasadizo | 400.00 | 5.43 | 2172.00 | 2.172 |
| 6 entre B y C | Aula D-102 | Aula | 250.00 | 5.43 | 1357.50 | 1.3575 |
| 7 entre A y B | Pasadizo | Pasadizo | 400.00 | 5.35 | 2138.00 | 2.138 |
| 7 entre B y C | Aula D-102 | Aula | 250.00 | 5.35 | 1336.25 | 1.336 |
| 8 entre A y B | Pasadizo | Pasadizo | 400.00 | 2.50 | 998.00 | 0.998 |
| 8 entre B y C | Aula D-102 | Aula | 250.00 | 2.50 | 623.75 | 0.623 |
| 9 entre A y B | Pasadizo | Pasadizo | 400.00 | 2.49 | 996.00 | 0.996 |
| 9 entre B y C | Aula D-102 | Aula | 250.00 | 2.49 | 622.50 | 0.623 |
| 10 entre A y B | Pasadizo | Pasadizo | 400.00 | 5.07 | 2028.00 | 2.028 |
| 10 entre B y C | Aula D-103 | Aula | 250.00 | 5.07 | 1267.50 | 1.268 |
| 11 entre A y B | Pasadizo | Pasadizo | 400.00 | 5.16 | 2064.00 | 2.064 |
| 11 entre B y C | Aula D-103 | Aula | 250.00 | 5.16 | 1290.00 | 1.29 |
| 12 entre A y B | Pasadizo | Pasadizo | 400.00 | 5.11 | 2044.00 | 2.044 |
| 12 entre B y C | Aula D-104 | Aula | 250.00 | 5.11 | 1277.50 | 1.278 |
| 13 entre A y B | Pasadizo | Pasadizo | 400.00 | 5.03 | 2012.00 | 2.012 |
| 13 entre B y C | Aula D-104 | Aula | 250.00 | 2.53 | 632.50 | 0.633 |
| 13 entre B y C | SS. HH | SS. HH | 250.00 | 2.53 | 632.50 | 0.633 |
| 14 entre A y B | Pasadizo | Pasadizo | 400.00 | 4.63 | 1850.00 | 1.85 |

| Eje | Ambiente | Descripción según E-20 | W (kg/m ²) | Ancho de influencia (m) | Carga (kg/m) | Carga (tn/m) |
|----------------|----------|------------------------|------------------------|-------------------------|--------------|--------------|
| 14 entre B y C | SS. HH | SS. HH | 250.00 | 2.50 | 625.00 | 0.625 |
| 15 entre A y B | Pasadizo | Pasadizo | 400.00 | 2.13 | 850.00 | 0.85 |

C. Cargas muertas en vigas secundarias.

- ✓ Cargas muertas proveniente de losa aligerada.

| Eje | W (kg/m ²) | Ancho de influencia (m) | Carga (kg/m) | Carga (tn/m) |
|-----|------------------------|-------------------------|--------------|--------------|
| A | 350.00 | 1.00 | 350.00 | 0.350 |
| B | 350.00 | 1.00 | 350.00 | 0.350 |
| C | 350.00 | 1.00 | 350.00 | 0.350 |

- ✓ Cargas muertas proveniente del piso terminado.

| Eje | W (kg/m ²) | Ancho de influencia (m) | Carga (kg/m) | Carga (tn/m) |
|-----|------------------------|-------------------------|--------------|--------------|
| A | 350.00 | 1.00 | 350.00 | 0.350 |
| B | 350.00 | 1.00 | 350.00 | 0.350 |
| C | 350.00 | 1.00 | 350.00 | 0.350 |

- ✓ Cargas muertas proveniente del piso terminado.

| Eje | W (kg/m ²) | Ancho de influencia (m) | Carga (kg/m) | Carga (tn/m) |
|-----|------------------------|-------------------------|--------------|--------------|
| A | 100.00 | 1.00 | 100.00 | 0.100 |
| B | 100.00 | 1.00 | 100.00 | 0.100 |
| C | 100.00 | 1.00 | 100.00 | 0.100 |

- ✓ Carga muerta proveniente de muros.

| Eje | W(kg/m ³) | Espesor (m) | Altura de muro (m) | Carga (kg/m) | Carga (tn/m) |
|-----|-----------------------|-------------|--------------------|--------------|--------------|
| A | 1800.00 | 0.25 | 1.20 | 540.00 | 0.54 |
| B | 1800.00 | 0.25 | 2.70 | 1215.00 | 1.215 |
| C | 1800.00 | 0.25 | 2.70 | 1215.00 | 1.215 |

D. Cargas vivas en vigas secundarias.

| Eje | Descripción | W (kg/m ²) | Ancho de influencia (m) | Carga (kg/m) | Carga (tn/m) |
|-----------------|-------------|------------------------|-------------------------|--------------|--------------|
| A entre 1 y 15 | Pasadizo | 400.00 | 0.50 | 200.00 | 0.200 |
| B entre 1 y 15 | Pasadizo | 400.00 | 0.50 | 200.00 | 0.200 |
| B entre 2 y 13 | Aula | 250.00 | 0.50 | 125.00 | 0.125 |
| B entre 13 y 14 | SS. HH | 250.00 | 0.50 | 125.00 | 0.125 |
| C entre 2 y 13 | Aula | 250.00 | 0.50 | 125.00 | 0.125 |
| C entre 13 y 14 | SS. HH | 250.00 | 0.50 | 125.00 | 0.125 |

1.2. Segundo Piso.

A. Cargas muertas en vigas principales.

- ✓ Cargas muertas provenientes de la losa aligerada.

| Eje | W (kg/m ²) | Ancho de influencia (m) | Carga (kg/m) | Carga (tn/m) |
|-----|------------------------|-------------------------|--------------|--------------|
| 3 | 350.00 | 2.270 | 794.50 | 0.795 |
| 4 | 350.00 | 4.675 | 1636.25 | 1.636 |
| 5 | 350.00 | 4.810 | 1683.50 | 1.684 |
| 6 | 350.00 | 4.810 | 1683.50 | 1.684 |
| 7 | 350.00 | 5.080 | 1778.00 | 1.778 |
| 8 | 350.00 | 4.510 | 1578.50 | 1.579 |
| 9 | 350.00 | 2.335 | 817.25 | 0.817 |
| 10 | 350.00 | 2.335 | 817.25 | 0.817 |
| 11 | 350.00 | 4.740 | 1659.00 | 1.659 |
| 12 | 350.00 | 4.810 | 1683.50 | 1.684 |
| 13 | 350.00 | 4.760 | 1666.00 | 1.666 |
| 14 | 350.00 | 4.615 | 1615.25 | 1.615 |
| 15 | 350.00 | 2.260 | 791.00 | 0.791 |

- ✓ Cargas muertas provenientes del piso terminado.

| Eje | W (kg/m ²) | Ancho de influencia (m) | Carga (kg/m) | Carga (tn/m) |
|-----|------------------------|-------------------------|--------------|--------------|
| 3 | 100.00 | 2.620 | 262.00 | 0.262 |
| 4 | 100.00 | 5.025 | 502.50 | 0.503 |
| 5 | 100.00 | 5.160 | 516.00 | 0.516 |
| 6 | 100.00 | 5.160 | 516.00 | 0.516 |
| 7 | 100.00 | 5.430 | 543.00 | 0.543 |
| 8 | 100.00 | 4.860 | 486.00 | 0.486 |
| 9 | 100.00 | 2.685 | 268.50 | 0.269 |
| 10 | 100.00 | 2.685 | 268.50 | 0.269 |
| 11 | 100.00 | 5.090 | 509.00 | 0.509 |
| 12 | 100.00 | 5.160 | 516.00 | 0.516 |

| Eje | W (kg/m ²) | Ancho de influencia (m) | Carga (kg/m) | Carga (tn/m) |
|-----|------------------------|-------------------------|--------------|--------------|
| 13 | 100.00 | 5.110 | 511.00 | 0.511 |
| 14 | 100.00 | 4.965 | 496.50 | 0.497 |
| 15 | 100.00 | 2.610 | 261.00 | 0.261 |

✓ Cargas muertas provenientes de muros.

| Eje | W (kg/m ³) | Espesor (m) | Altura de muro (m) | Carga (kg/m) | Carga (tn/m) |
|----------------|------------------------|-------------|--------------------|--------------|--------------|
| 1 entre B y C | 1800.00 | 0.25 | 1.20 | 540.00 | 0.54 |
| 1 entre A y B | 1800.00 | 0.25 | 1.20 | 540.00 | 0.54 |
| 2 entre B y C | 1800.00 | 0.25 | 3.20 | 1440.00 | 1.44 |
| 5 entre B y C | 1800.00 | 0.25 | 3.20 | 1440.00 | 1.44 |
| 9 entre B y C | 1800.00 | 0.25 | 3.20 | 1440.00 | 1.44 |
| 11 entre B y C | 1800.00 | 0.25 | 3.20 | 1440.00 | 1.44 |
| 13 entre B y C | 1800.00 | 0.25 | 3.20 | 1440.00 | 1.44 |
| 14 entre B y C | 1800.00 | 0.25 | 3.20 | 1440.00 | 1.44 |
| 15 entre B y C | 1800.00 | 0.25 | 1.20 | 540.00 | 0.54 |
| 15 entre A y B | 1800.00 | 0.25 | 1.20 | 540.00 | 0.54 |

B. Cargas vivas en vigas principales.

| Eje | Ambiente | Descripción según E-20 | W (kg/m ²) | Ancho de influencia (m) | Carga (kg/m) | Carga (tn/m) |
|----------------|------------|------------------------|------------------------|-------------------------|--------------|--------------|
| 1 entre A y B | Pasadizo | Pasadizo | 400.00 | 2.155 | 862.00 | 0.862 |
| 2 entre A y B | Pasadizo | Pasadizo | 400.00 | 4.655 | 1862.00 | 1.862 |
| 2 entre B y C | Aula D-101 | Aula | 250.00 | 2.50 | 625.00 | 0.625 |
| 3 entre A y B | Pasadizo | Pasadizo | 400.00 | 5.08 | 2032.00 | 2.032 |
| 3 entre B y C | Aula D-101 | Aula | 250.00 | 5.08 | 1270.00 | 1.27 |
| 4 entre A y B | Pasadizo | Pasadizo | 400.00 | 5.16 | 2064.00 | 2.064 |
| 4 entre B y C | Aula D-101 | Aula | 250.00 | 5.16 | 1290.00 | 1.29 |
| 5 entre A y B | Pasadizo | Pasadizo | 400.00 | 5.16 | 2064.00 | 2.064 |
| 5 entre B y C | Aula D-101 | Aula | 250.00 | 5.16 | 1290.00 | 1.29 |
| 6 entre A y B | Pasadizo | Pasadizo | 400.00 | 5.43 | 2172.00 | 2.172 |
| 6 entre B y C | Aula D-102 | Aula | 250.00 | 5.43 | 1357.50 | 1.3575 |
| 7 entre A y B | Pasadizo | Pasadizo | 400.00 | 5.35 | 2138.00 | 2.138 |
| 7 entre B y C | Aula D-102 | Aula | 250.00 | 5.35 | 1336.25 | 1.33625 |
| 8 entre A y B | Pasadizo | Pasadizo | 400.00 | 2.50 | 998.00 | 0.998 |
| 8 entre B y C | Aula D-102 | Aula | 250.00 | 2.50 | 623.75 | 0.62375 |
| 9 entre A y B | Pasadizo | Pasadizo | 400.00 | 2.49 | 996.00 | 0.996 |
| 9 entre B y C | Aula D-102 | Aula | 250.00 | 2.49 | 622.50 | 0.6225 |
| 10 entre A y B | Pasadizo | Pasadizo | 400.00 | 5.07 | 2028.00 | 2.028 |
| 10 entre B y C | Aula D-103 | Aula | 250.00 | 5.07 | 1267.50 | 1.2675 |
| 11 entre A y B | Pasadizo | Pasadizo | 400.00 | 5.16 | 2064.00 | 2.064 |
| 11 entre B y C | Aula D-103 | Aula | 250.00 | 5.16 | 1290.00 | 1.29 |
| 12 entre A y B | Pasadizo | Pasadizo | 400.00 | 5.11 | 2044.00 | 2.044 |

| Eje | Ambiente | Descripción según E-20 | W (kg/m ²) | Ancho de influencia (m) | Carga (kg/m) | Carga (tn/m) |
|----------------|------------|------------------------|------------------------|-------------------------|--------------|--------------|
| 12 entre B y C | Aula D-104 | Aula | 250.00 | 5.11 | 1277.50 | 1.2775 |
| 13 entre A y B | Pasadizo | Pasadizo | 400.00 | 5.03 | 2012.00 | 2.012 |
| 13 entre B y C | Aula D-104 | Aula | 250.00 | 2.53 | 632.50 | 0.6325 |
| 13 entre B y C | SS. HH | SS. HH | 250.00 | 2.53 | 632.50 | 0.6325 |
| 14 entre A y B | Pasadizo | Pasadizo | 400.00 | 4.63 | 1850.00 | 1.85 |
| 14 entre B y C | SS. HH | SS. HH | 250.00 | 2.50 | 625.00 | 0.625 |
| 15 entre A y B | Pasadizo | Pasadizo | 400.00 | 2.13 | 850.00 | 0.85 |

C. Cargas muertas en vigas secundarias.

- ✓ Carga muerta proveniente de la losa aligerada.

| Eje | W (kg/m ²) | Ancho de influencia (m) | Carga (kg/m) | Carga (tn/m) |
|-----|------------------------|-------------------------|--------------|--------------|
| A | 350.00 | 1.00 | 350.00 | 0.350 |
| B | 350.00 | 1.00 | 350.00 | 0.350 |
| C | 350.00 | 1.00 | 350.00 | 0.350 |

- ✓ Cargas muertas proveniente del piso terminado.

| Eje | W (kg/m ²) | Ancho de influencia (m) | Carga (kg/m) | Carga (tn/m) |
|-----|------------------------|-------------------------|--------------|--------------|
| A | 100.00 | 1.00 | 100.00 | 0.100 |
| B | 100.00 | 1.00 | 100.00 | 0.100 |
| C | 100.00 | 1.00 | 100.00 | 0.100 |

- ✓ Carga muerta proveniente de muros.

| Eje | W (kg/m ³) | Espesor (m) | Altura de muro (m) | Carga (kg/m) | Carga (tn/m) |
|-----|------------------------|-------------|--------------------|--------------|--------------|
| A | 1800.00 | 0.25 | 1.20 | 540.00 | 0.54 |
| B | 1800.00 | 0.25 | 2.70 | 1215.00 | 1.215 |
| C | 1800.00 | 0.25 | 2.70 | 1215.00 | 1.215 |

D. Cargas Vivas En Vigas Secundarias.

| Eje | Descripción | W (kg/m ²) | Ancho de influencia (m) | Carga (kg/m) | Carga (tn/m) |
|-----------------|-------------|------------------------|-------------------------|--------------|--------------|
| A entre 1 y 15 | Pasadizo | 400.00 | 0.50 | 200.00 | 0.200 |
| B entre 1 y 15 | Pasadizo | 400.00 | 0.50 | 200.00 | 0.200 |
| B entre 2 y 13 | Aula | 250.00 | 0.50 | 125.00 | 0.125 |
| B entre 13 y 14 | SS. HH | 250.00 | 0.50 | 125.00 | 0.125 |
| C entre 2 y 13 | Aula | 250.00 | 0.50 | 125.00 | 0.125 |
| C entre 13 y 14 | SS. HH | 250.00 | 0.50 | 125.00 | 0.125 |

1.3. Tercer Piso.

A. Cargas muertas en vigas principales.

- ✓ Cargas muertas provenientes de la losa aligerada.

| Eje | W (kg/m ²) | Ancho de influencia (m) | Carga (kg/m) | Carga (tn/m) |
|-----|------------------------|-------------------------|--------------|--------------|
| 3 | 350.00 | 2.270 | 794.50 | 0.795 |
| 4 | 350.00 | 4.675 | 1636.25 | 1.636 |
| 5 | 350.00 | 4.810 | 1683.50 | 1.684 |
| 6 | 350.00 | 4.810 | 1683.50 | 1.684 |
| 7 | 350.00 | 5.080 | 1778.00 | 1.778 |
| 8 | 350.00 | 4.510 | 1578.50 | 1.579 |
| 9 | 350.00 | 2.335 | 817.25 | 0.817 |
| 10 | 350.00 | 2.335 | 817.25 | 0.817 |
| 11 | 350.00 | 4.740 | 1659.00 | 1.659 |
| 12 | 350.00 | 4.810 | 1683.50 | 1.684 |
| 13 | 350.00 | 4.760 | 1666.00 | 1.666 |
| 14 | 350.00 | 4.615 | 1615.25 | 1.615 |
| 15 | 350.00 | 2.260 | 791.00 | 0.791 |

- ✓ Cargas muertas provenientes de teja andina.

| N° de correas | W (kg/m ²) | Ancho de influencia (m) | Carga (kg/m) | Carga (tn/m) |
|---------------|------------------------|-------------------------|--------------|--------------|
| 1 | 8.40 | 0.500 | 4.20 | 0.004 |
| 2 | 8.40 | 1.000 | 8.40 | 0.008 |
| 3 | 8.40 | 1.000 | 8.40 | 0.008 |
| 4 | 8.40 | 1.000 | 8.40 | 0.008 |
| 5 | 8.40 | 1.000 | 8.40 | 0.008 |
| 6 | 8.40 | 1.000 | 8.40 | 0.008 |
| 7 | 8.40 | 1.000 | 8.40 | 0.008 |
| 8 | 8.40 | 0.640 | 5.38 | 0.005 |
| 9 | 8.40 | 0.140 | 1.18 | 0.001 |
| 10 | 8.40 | 0.140 | 1.18 | 0.001 |
| 11 | 8.40 | 0.640 | 5.38 | 0.005 |
| 12 | 8.40 | 1.000 | 8.40 | 0.008 |
| 13 | 8.40 | 1.000 | 8.40 | 0.008 |
| 14 | 8.40 | 1.000 | 8.40 | 0.008 |
| 15 | 8.40 | 1.000 | 8.40 | 0.008 |
| 16 | 8.40 | 1.000 | 8.40 | 0.008 |
| 17 | 8.40 | 1.000 | 8.40 | 0.008 |
| 18 | 8.40 | 0.500 | 4.20 | 0.004 |

✓ Cargas muertas provenientes de las correas.

| N° de correas | W (kg/m ³) | Ancho (m) | Espesor (m) | Carga (kg/m) | Carga (tn/m) |
|---------------|------------------------|-----------|-------------|--------------|--------------|
| 1 | 450.00 | 0.075 | 0.075 | 2.53 | 0.003 |
| 2 | 450.00 | 0.075 | 0.075 | 2.53 | 0.003 |
| 3 | 450.00 | 0.075 | 0.075 | 2.53 | 0.003 |
| 4 | 450.00 | 0.075 | 0.075 | 2.53 | 0.003 |
| 5 | 450.00 | 0.075 | 0.075 | 2.53 | 0.003 |
| 6 | 450.00 | 0.075 | 0.075 | 2.53 | 0.003 |
| 7 | 450.00 | 0.075 | 0.075 | 2.53 | 0.003 |
| 8 | 450.00 | 0.075 | 0.075 | 2.53 | 0.003 |
| 9 | 450.00 | 0.075 | 0.075 | 2.53 | 0.003 |
| 10 | 450.00 | 0.075 | 0.075 | 2.53 | 0.003 |
| 11 | 450.00 | 0.075 | 0.075 | 2.53 | 0.003 |
| 12 | 450.00 | 0.075 | 0.075 | 2.53 | 0.003 |
| 13 | 450.00 | 0.075 | 0.075 | 2.53 | 0.003 |
| 14 | 450.00 | 0.075 | 0.075 | 2.53 | 0.003 |
| 15 | 450.00 | 0.075 | 0.075 | 2.53 | 0.003 |
| 16 | 450.00 | 0.075 | 0.075 | 2.53 | 0.003 |
| 17 | 450.00 | 0.075 | 0.075 | 2.53 | 0.003 |
| 18 | 450.00 | 0.075 | 0.075 | 2.53 | 0.003 |

✓ Cargas muertas provenientes de los Tijerales.

| N° DE TIJERALES | CANTIDAD | W(kg/m ³) | ANCHO (m) | ESPESOR (m) | CARGA (kg/m) | CARGA (Tn/m) |
|-----------------|----------|-----------------------|-----------|-------------|--------------|--------------|
| 1 | 2.00 | 450.00 | 0.150 | 0.200 | 27.00 | 0.027 |
| 2 | 2.00 | 450.00 | 0.150 | 0.200 | 27.00 | 0.027 |
| 3 | 2.00 | 450.00 | 0.150 | 0.200 | 27.00 | 0.027 |
| 4 | 2.00 | 450.00 | 0.150 | 0.200 | 27.00 | 0.027 |
| 5 | 2.00 | 450.00 | 0.150 | 0.200 | 27.00 | 0.027 |
| 6 | 2.00 | 450.00 | 0.150 | 0.200 | 27.00 | 0.027 |
| 7 | 2.00 | 450.00 | 0.150 | 0.200 | 27.00 | 0.027 |
| 8 | 2.00 | 450.00 | 0.150 | 0.200 | 27.00 | 0.027 |
| 9 | 2.00 | 450.00 | 0.150 | 0.200 | 27.00 | 0.027 |
| 10 | 2.00 | 450.00 | 0.150 | 0.200 | 27.00 | 0.027 |
| 11 | 2.00 | 450.00 | 0.150 | 0.200 | 27.00 | 0.027 |
| 12 | 2.00 | 450.00 | 0.150 | 0.200 | 27.00 | 0.027 |
| 13 | 2.00 | 450.00 | 0.150 | 0.200 | 27.00 | 0.027 |
| 14 | 2.00 | 450.00 | 0.150 | 0.200 | 27.00 | 0.027 |
| 15 | 2.00 | 450.00 | 0.150 | 0.200 | 27.00 | 0.027 |
| 16 | 2.00 | 450.00 | 0.150 | 0.200 | 27.00 | 0.027 |
| 17 | 2.00 | 450.00 | 0.150 | 0.200 | 27.00 | 0.027 |
| 18 | 2.00 | 450.00 | 0.150 | 0.200 | 27.00 | 0.027 |
| 19 | 2.00 | 450.00 | 0.150 | 0.200 | 27.00 | 0.027 |

✓ Cargas muertas provenientes de las diagonales.

| N° de tijerales | Cantidad | W (kg/m ³) | Ancho (m) | Espesor (m) | Carga (kg/m) | CARGA (Tn/m) |
|-----------------|----------|------------------------|-----------|-------------|--------------|--------------|
| 1 | 4.00 | 450.00 | 0.075 | 0.150 | 20.25 | 0.020 |
| 2 | 4.00 | 450.00 | 0.075 | 0.150 | 20.25 | 0.020 |
| 3 | 4.00 | 450.00 | 0.075 | 0.150 | 20.25 | 0.020 |
| 4 | 4.00 | 450.00 | 0.075 | 0.150 | 20.25 | 0.020 |
| 5 | 4.00 | 450.00 | 0.075 | 0.150 | 20.25 | 0.020 |
| 6 | 4.00 | 450.00 | 0.075 | 0.150 | 20.25 | 0.020 |
| 7 | 4.00 | 450.00 | 0.075 | 0.150 | 20.25 | 0.020 |
| 8 | 4.00 | 450.00 | 0.075 | 0.150 | 20.25 | 0.020 |
| 9 | 4.00 | 450.00 | 0.075 | 0.150 | 20.25 | 0.020 |
| 10 | 4.00 | 450.00 | 0.075 | 0.150 | 20.25 | 0.020 |
| 11 | 4.00 | 450.00 | 0.075 | 0.150 | 20.25 | 0.020 |
| 12 | 4.00 | 450.00 | 0.075 | 0.150 | 20.25 | 0.020 |
| 13 | 4.00 | 450.00 | 0.075 | 0.150 | 20.25 | 0.020 |
| 14 | 4.00 | 450.00 | 0.075 | 0.150 | 20.25 | 0.020 |
| 15 | 4.00 | 450.00 | 0.075 | 0.150 | 20.25 | 0.020 |
| 16 | 4.00 | 450.00 | 0.075 | 0.150 | 20.25 | 0.020 |
| 17 | 4.00 | 450.00 | 0.075 | 0.150 | 20.25 | 0.020 |
| 18 | 4.00 | 450.00 | 0.075 | 0.150 | 20.25 | 0.020 |
| 19 | 4.00 | 450.00 | 0.075 | 0.150 | 20.25 | 0.020 |

✓ Cargas muertas provenientes de vigas de madera.

| N° de vigas | W (kg/m ³) | Ancho (m) | Espesor (m) | Carga (kg/m) | Carga (tn/m) |
|-------------|------------------------|-----------|-------------|--------------|--------------|
| 1 | 450.00 | 0.150 | 0.200 | 13.50 | 0.014 |
| 2 | 450.00 | 0.150 | 0.200 | 13.50 | 0.014 |
| 3 | 450.00 | 0.150 | 0.200 | 13.50 | 0.014 |
| 4 | 450.00 | 0.150 | 0.200 | 13.50 | 0.014 |
| 5 | 450.00 | 0.150 | 0.200 | 13.50 | 0.014 |
| 6 | 450.00 | 0.150 | 0.200 | 13.50 | 0.014 |
| 7 | 450.00 | 0.150 | 0.200 | 13.50 | 0.014 |
| 8 | 450.00 | 0.150 | 0.200 | 13.50 | 0.014 |
| 9 | 450.00 | 0.150 | 0.200 | 13.50 | 0.014 |
| 10 | 450.00 | 0.150 | 0.200 | 13.50 | 0.014 |
| 11 | 450.00 | 0.150 | 0.200 | 13.50 | 0.014 |
| 12 | 450.00 | 0.150 | 0.200 | 13.50 | 0.014 |
| 13 | 450.00 | 0.150 | 0.200 | 13.50 | 0.014 |
| 14 | 450.00 | 0.150 | 0.200 | 13.50 | 0.014 |
| 15 | 450.00 | 0.150 | 0.200 | 13.50 | 0.014 |
| 16 | 450.00 | 0.150 | 0.200 | 13.50 | 0.014 |
| 17 | 450.00 | 0.150 | 0.200 | 13.50 | 0.014 |
| 18 | 450.00 | 0.150 | 0.200 | 13.50 | 0.014 |
| 19 | 450.00 | 0.150 | 0.200 | 13.50 | 0.014 |

B. Cargas viva en vigas principales.

- ✓ Cargas viva provenientes de la losa aligerada.

| Eje | W (kg/m ²) | Ancho de influencia (m) | Carga (kg/m) | Carga (tn/m) |
|-----|------------------------|-------------------------|--------------|--------------|
| 3 | 50.00 | 2.270 | 113.50 | 0.114 |
| 4 | 50.00 | 4.675 | 233.75 | 0.234 |
| 5 | 50.00 | 4.810 | 240.50 | 0.241 |
| 6 | 50.00 | 4.810 | 240.50 | 0.241 |
| 7 | 50.00 | 5.080 | 254.00 | 0.254 |
| 8 | 50.00 | 4.510 | 225.50 | 0.226 |
| 9 | 50.00 | 2.335 | 116.75 | 0.117 |
| 10 | 50.00 | 2.335 | 116.75 | 0.117 |
| 11 | 50.00 | 4.740 | 237.00 | 0.237 |
| 12 | 50.00 | 4.810 | 240.50 | 0.241 |
| 13 | 50.00 | 4.760 | 238.00 | 0.238 |
| 14 | 50.00 | 4.615 | 230.75 | 0.231 |
| 15 | 50.00 | 2.260 | 113.00 | 0.113 |

C. Cargas muertas en vigas secundarias.

- ✓ Carga muerta proveniente de la losa aligerada.

| Eje | W (kg/m ²) | Ancho de influencia (m) | Carga (kg/m) | Carga (tn/m) |
|-----|------------------------|-------------------------|--------------|--------------|
| A | 350.00 | 1.00 | 350.00 | 0.350 |
| B | 350.00 | 1.00 | 350.00 | 0.350 |
| C | 350.00 | 1.00 | 350.00 | 0.350 |

- ✓ Carga viva proveniente del techo.

| Eje | W (kg/m ²) | Ancho de influencia (m) | Carga (kg/m) | Carga (tn/m) |
|-----|------------------------|-------------------------|--------------|--------------|
| A | 50.00 | 1.00 | 50.00 | 0.050 |
| B | 50.00 | 1.00 | 50.00 | 0.050 |
| C | 50.00 | 1.00 | 50.00 | 0.050 |

Anexo N° 02

2. Ensayo de Esclerometría

Según la NTP 339.181 (2013) CONCRETO. Método de ensayo para determinar el número de rebote del concreto endurecido (Esclerometría). El uso de este método de ensayo para estimar la resistencia del concreto requiere del establecimiento de una correlación entre el esfuerzo y el número de rebote. El método sólo proporciona indicaciones de la resistencia del concreto en relación a diferentes lugares en una estructura.

2.1. Consideraciones Básicas.

- ✓ El área de ensayo debe ser aproximadamente de 30 cm x 30cm.
- ✓ Las estructuras de concreto a ser ensayadas serán de por lo menos 100 mm de espesor y deberán estar fijas dentro de una estructura.
- ✓ Distanciado de los puntos de ensayo 5 cm.

2.2. Procedimiento.

Sostener el instrumento firmemente para que el émbolo esté perpendicular a la superficie de ensayo. Gradualmente empujar el martillo hacia la superficie de ensayo hasta que impacte. Después del impacto, mantener presionado el instrumento y, si es necesario, oprimir el botón situado al costado del instrumento para trabar el émbolo en su posición retraída. Leer y registrar el número del rebote en la escala, aproximándolo al entero. Tomar diez lecturas de cada área de ensayo. Los ensayos de impacto estarán separados por más de 25 mm. Examinar la impresión hecha sobre la superficie del concreto después del impacto, y si el impacto produce trituración superficial o se rompe a través de un hueco de aire superficial, anular la lectura y tomar otra lectura.

NTP 339.181 (2013)

2.3. Cálculo

Descartar las lecturas que difieran del promedio de las 10 lecturas por más de 6 unidades y determinar el promedio de las lecturas restantes. Si más de dos lecturas difieren de este promedio por 6 unidades, desechar todas las lecturas

y determinar los números del rebote en 10 nuevas ubicaciones dentro del área de ensayo. **NTP 339.181 (2013)**.

2.4. Equipo Empleado.

MARTILLO "ORIGINAL SCHMIDT" MODELO "L", del Laboratorio de Ensayo de

Materiales de la Facultad de Ingeniería de la UNC.



2.5. Elementos a Ensayar.

Columnas : En sus 2/3 de su altura efectiva.

Vigas : Horizontal en sus caras encofradas.

2.6. Toma de datos.

las muestras se tomaron en las columnas y vigas del pórtico del eje 6 del pórtico el director de la I.E. nos limitó hacer ensayos, debido a que la Unidad de Gestión Educativa Local - UGEL, supervisaría la infraestructura. que se detallan a continuación.

2.6.1. Columnas.

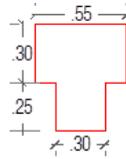
Muestra N° 01

Información General

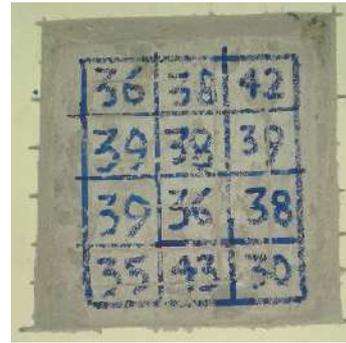
Edad del concreto : 16 años

Dimensiones del elemento

Forma de T



Resistencia especificada : 280.00 kg/cm²



Datos Obtenidos.

Orientación del equipo : 0 grados

N° de rebote Promedio : 38.45

Lectura descartada : Si

Resistencia a la compresión :31.50 N/mm²

Resistencia a la compresión :321.21 kg/cm²

| N° REBOTE | LECTURA | OBSERVACION |
|-----------|---------|-------------|
| 1 | 36.00 | VÁLIDO |
| 2 | 38.00 | VÁLIDO |
| 3 | 42.00 | VÁLIDO |
| 4 | 39.00 | VÁLIDO |
| 5 | 38.00 | VÁLIDO |
| 6 | 39.00 | VÁLIDO |
| 7 | 39.00 | VÁLIDO |
| 8 | 36.00 | VÁLIDO |
| 9 | 38.00 | VÁLIDO |
| 10 | 35.00 | VÁLIDO |
| 11 | 43.00 | VÁLIDO |
| 12 | 30.00 | NO VÁLIDO |

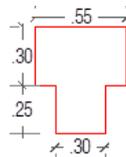
Muestra N° 02

Información General

Edad del concreto : 16 años

Dimensiones del elemento

Forma de T



Resistencia especificada : 280.00 kg/cm²



Datos Obtenidos

Orientación del equipo : 0 grados

N° de rebote Promedio : 38.17

Lectura descartada : No

Resistencia a la compresión :31.20 N/mm²

Resistencia a la compresión :318.15 kg/cm²

| N° REBOTE | LECTURA | OBSERVACION |
|-----------|---------|-------------|
| 1 | 39.00 | VÁLIDO |
| 2 | 37.00 | VÁLIDO |
| 3 | 36.00 | VÁLIDO |
| 4 | 40.00 | VÁLIDO |
| 5 | 39.00 | VÁLIDO |
| 6 | 42.00 | VÁLIDO |
| 7 | 37.00 | VÁLIDO |
| 8 | 36.00 | VÁLIDO |
| 9 | 38.00 | VÁLIDO |
| 10 | 39.00 | VÁLIDO |
| 11 | 40.00 | VÁLIDO |
| 12 | 35.00 | VÁLIDO |

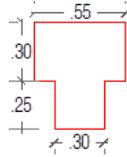
Muestra N° 03

Información General

Edad del concreto : 16 años

Dimensiones del elemento

Forma de T



Resistencia especificada : 280.00 kg/cm²



Datos Obtenidos

Orientación del equipo : 0 grados

N° de rebote Promedio : 35.25

Lectura descartada : No

Resistencia a la compresión : 26.75 N/mm²

Resistencia a la compresión : 272.77 kg/cm²

| N° REBOTE | LECTURA | OBSERVACION |
|-----------|---------|-------------|
| 1 | 34.00 | VÁLIDO |
| 2 | 40.00 | VÁLIDO |
| 3 | 30.00 | VÁLIDO |
| 4 | 36.00 | VÁLIDO |
| 5 | 34.00 | VÁLIDO |
| 6 | 38.00 | VÁLIDO |
| 7 | 31.00 | VÁLIDO |
| 8 | 31.00 | VÁLIDO |
| 9 | 34.00 | VÁLIDO |
| 10 | 39.00 | VÁLIDO |
| 11 | 37.00 | VÁLIDO |
| 12 | 39.00 | VÁLIDO |

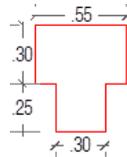
Muestra N° 04

Información General

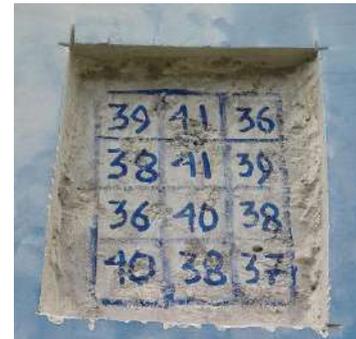
Edad del concreto : 16 años

Dimensiones del elemento

Forma de T



Resistencia especificada : 280.00 kg/cm²



Datos Obtenidos

Orientación del equipo : 0 grados

N° de rebote Promedio : 38.58

Lectura descartada : No

Resistencia a la compresión : 32.05 N/mm²

Resistencia a la compresión : 326.82 kg/cm²

| N° REBOTE | LECTURA | OBSERVACION |
|-----------|---------|-------------|
| 1 | 39.00 | VÁLIDO |
| 2 | 41.00 | VÁLIDO |
| 3 | 36.00 | VÁLIDO |
| 4 | 38.00 | VÁLIDO |
| 5 | 41.00 | VÁLIDO |
| 6 | 39.00 | VÁLIDO |
| 7 | 36.00 | VÁLIDO |
| 8 | 40.00 | VÁLIDO |
| 9 | 38.00 | VÁLIDO |
| 10 | 40.00 | VÁLIDO |
| 11 | 38.00 | VÁLIDO |
| 12 | 37.00 | VÁLIDO |

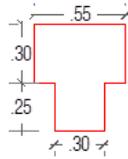
Muestra N° 05

Información General

Edad del concreto : 16 años

Dimensiones del elemento

Forma de T



Resistencia especificada : 280.00 kg/cm²



Datos Obtenidos

Orientación del equipo : 0 grados

N° de rebote Promedio : 31.27

Lectura descartada : Si

Resistencia a la compresión : 21.95 N/mm²

Resistencia a la compresión : 223.83 kg/cm²

| N° REBOTE | LECTURA | OBSERVACION |
|-----------|---------|-------------|
| 1 | 33.00 | VÁLIDO |
| 2 | 32.00 | VÁLIDO |
| 3 | 30.00 | VÁLIDO |
| 4 | 33.00 | VÁLIDO |
| 5 | 40.00 | NO VÁLIDO |
| 6 | 30.00 | VÁLIDO |
| 7 | 30.00 | VÁLIDO |
| 8 | 30.00 | VÁLIDO |
| 9 | 32.00 | VÁLIDO |
| 10 | 29.00 | VÁLIDO |
| 11 | 33.00 | VÁLIDO |
| 12 | 32.00 | VÁLIDO |

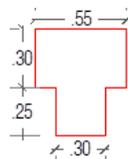
Muestra N° 06

Información General

Edad del concreto : 16 años

Dimensiones del elemento

Forma de T



Resistencia especificada : 280.00 kg/cm²



Datos Obtenidos

Orientación del equipo : 0 grados

N° de rebote Promedio : 36.75

Lectura descartada : No

Resistencia a la compresión : 29.50 N/mm²

Resistencia a la compresión : 300.82 kg/cm²

| N° REBOTE | LECTURA | OBSERVACION |
|-----------|---------|-------------|
| 1 | 39.00 | VÁLIDO |
| 2 | 36.00 | VÁLIDO |
| 3 | 33.00 | VÁLIDO |
| 4 | 37.00 | VÁLIDO |
| 5 | 41.00 | VÁLIDO |
| 6 | 35.00 | VÁLIDO |
| 7 | 39.00 | VÁLIDO |
| 8 | 40.00 | VÁLIDO |
| 9 | 34.00 | VÁLIDO |
| 10 | 35.00 | VÁLIDO |
| 11 | 36.00 | VÁLIDO |
| 12 | 36.00 | VÁLIDO |

2.6.2. Viga.

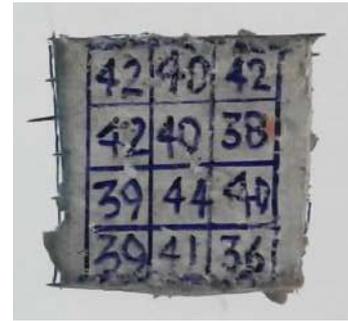
Muestra N° 01

Información General

Edad del concreto : 16 años

Dimensiones del elemento : 35 cm x 50 cm

Resistencia especificada : 280.00 kg/cm²



Datos Obtenidos

Orientación del equipo : 90 grados

N° de rebote Promedio : 40.25

Lectura descartada : No

Resistencia a la compresión : 29.10 N/mm²

Resistencia a la compresión : 296.74 kg/cm²

| N° REBOTE | LECTURA | OBSERVACION |
|-----------|---------|-------------|
| 1 | 42.00 | VÁLIDO |
| 2 | 40.00 | VÁLIDO |
| 3 | 42.00 | VÁLIDO |
| 4 | 42.00 | VÁLIDO |
| 5 | 40.00 | VÁLIDO |
| 6 | 38.00 | VÁLIDO |
| 7 | 39.00 | VÁLIDO |
| 8 | 44.00 | VÁLIDO |
| 9 | 40.00 | VÁLIDO |
| 10 | 39.00 | VÁLIDO |
| 11 | 41.00 | VÁLIDO |
| 12 | 36.00 | VÁLIDO |

Muestra N° 02

Información General

Edad del concreto : 16 años

Dimensiones del elemento : 35 cm x 50 cm

Resistencia especificada : 280.00 kg/cm²



Datos Obtenidos

Orientación del equipo : 90 grados

N° de rebote Promedio : 41.00

Lectura descartada : No

Resistencia a la compresión : 29.80 N/mm²

Resistencia a la compresión : 303.86 kg/cm²

| N° REBOTE | LECTURA | OBSERVACION |
|-----------|---------|-------------|
| 1 | 39.00 | VÁLIDO |
| 2 | 41.00 | VÁLIDO |
| 3 | 43.00 | VÁLIDO |
| 4 | 42.00 | VÁLIDO |
| 5 | 42.00 | VÁLIDO |
| 6 | 36.00 | VÁLIDO |
| 7 | 40.00 | VÁLIDO |
| 8 | 41.00 | VÁLIDO |
| 9 | 43.00 | VÁLIDO |
| 10 | 44.00 | VÁLIDO |
| 11 | 42.00 | VÁLIDO |
| 12 | 40.00 | VÁLIDO |

Muestra N° 03

Información General

Edad del concreto : 16 años

Dimensiones del elemento : 35 cm x 50 cm

Resistencia especificada : 280.00 kg/cm²



Datos Obtenidos

Orientación del equipo : 90 grados

N° de rebote Promedio : 39.92

Lectura descartada : No

Resistencia a la compresión : 27.75 N/mm²

Resistencia a la compresión : 282.97 kg/cm²

| N° REBOTE | LECTURA | OBSERVACION |
|-----------|---------|-------------|
| 1 | 38.00 | VÁLIDO |
| 2 | 40.00 | VÁLIDO |
| 3 | 43.00 | VÁLIDO |
| 4 | 39.00 | VÁLIDO |
| 5 | 42.00 | VÁLIDO |
| 6 | 39.00 | VÁLIDO |
| 7 | 38.00 | VÁLIDO |
| 8 | 39.00 | VÁLIDO |
| 9 | 43.00 | VÁLIDO |
| 10 | 40.00 | VÁLIDO |
| 11 | 40.00 | VÁLIDO |
| 12 | 38.00 | VÁLIDO |

2.7. Conclusiones.

- ✓ Mediante el ensayo de esclerometría se determinó la resistencia existente del concreto en columnas como en vigas del pabellón de "D" de la institución Educativa Secundaria del Colegio San Ramón de Cajamarca, obteniéndose los siguientes Resultados:

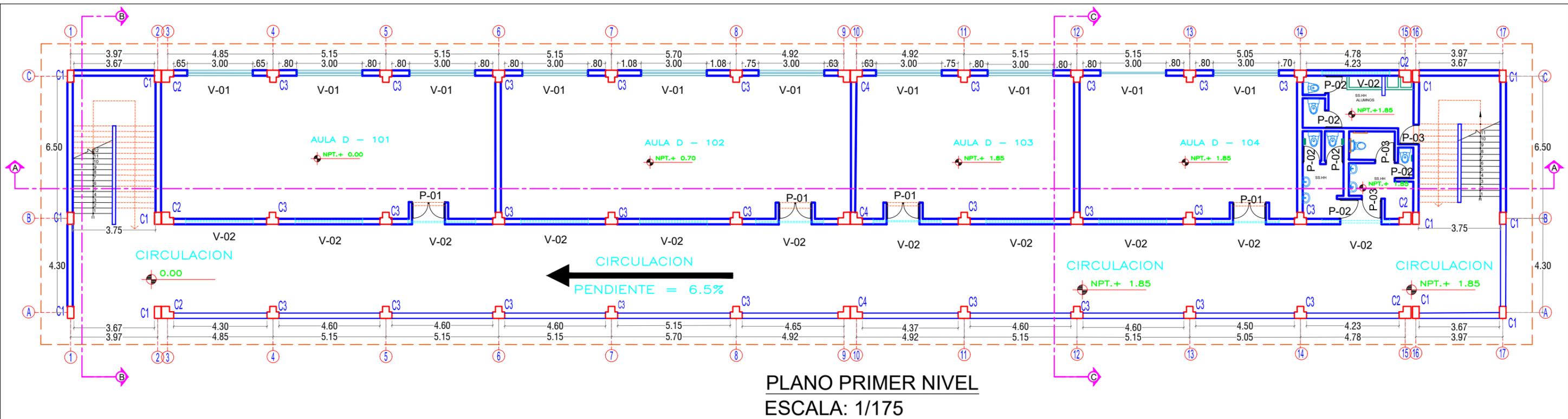
Columnas : f'c = 293.00 Kg/cm²

Vigas : f'c = 294.00 Kg/cm²

- ✓ Como se puede observar la resistencia de las columnas aumentado con el pasar de los años, de igual manera la resistencia de las vigas ha logrado aumentar con el pasar de los años. Tanto en vigas como en las columnas la resistencia existente es mayor que la resistencia de diseño.
- ✓ De los datos obtenidos del ensayo, se verifica que, habido un buen proceso constructivo, ya que la resistencia de concreto existente es mayor que la resistencia de diseño (f'c existente > f'c diseño).

Anexo N° 03.

PLANOS:



CUADRO DE VANOS

| DESCRIPCION | ANCHO | ALTURA | ALFÉZAR |
|-------------|-------|--------|---------|
| V-01 | 3.00 | 2.50 | 0.90 |
| V-02 | 3.10 | 0.50 | 2.70 |
| P-01 | 1.50 | 2.20 | - |
| P-02 | 0.80 | 2.20 | - |
| P-03 | 0.90 | 2.20 | - |
| P-04 | 0.70 | 2.20 | - |



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: Desempeño Sismorresistente del Pabellón "D" de la I.E. San Ramon Cajamarca

PLANO: Arquitectura del Pabellón "D" - Primer y segundo Nivel

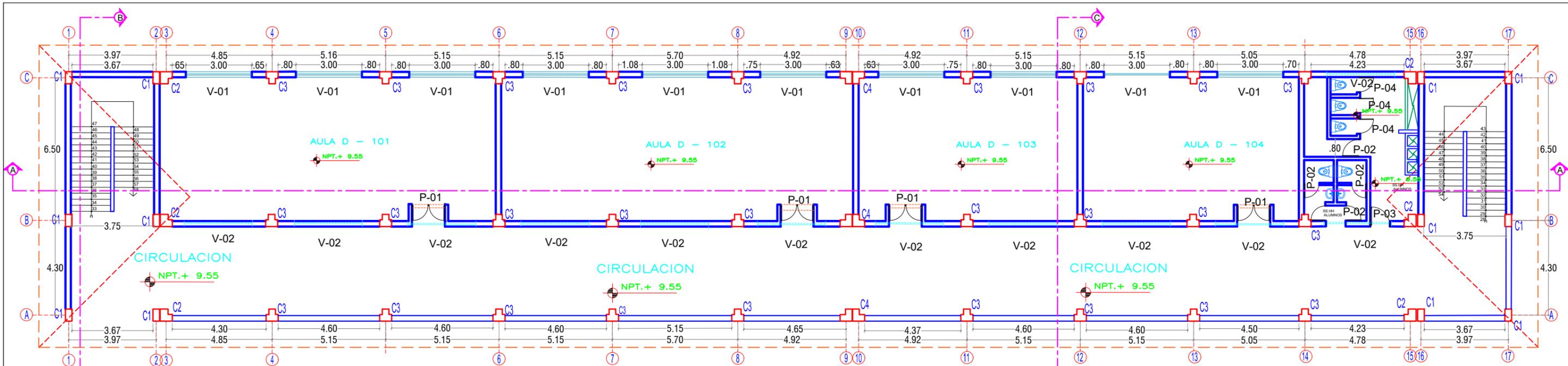
BACHILLER: Altamirano Segura, Roiser

ASESOR: M.Cs. Ing. Mauro Augusto Centurión Vargas

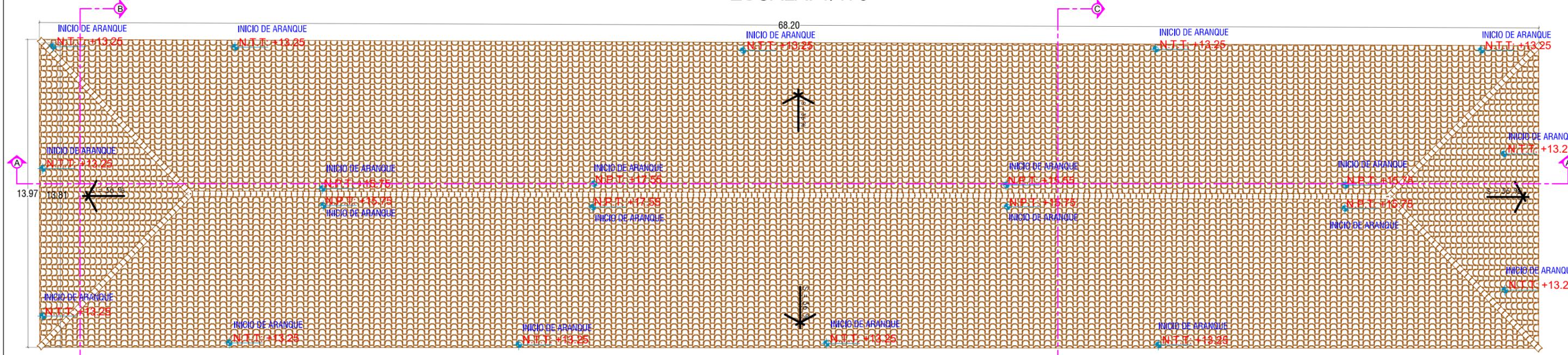
ESCALA: Indicada

Fecha: Cajamarca de 2021

PLANO N°
01



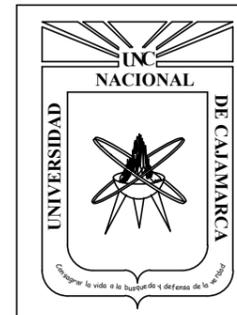
PLANO TERCER NIVEL
ESCALA: 1/175



PLANO TECHO
ESCALA: 1/175

CUADRO DE VANOS

| DESCRIPCION | ANCHO | ALTURA | ALFÉIZAR |
|-------------|-------|--------|----------|
| V-01 | 3.00 | 2.50 | 0.90 |
| V-02 | 3.10 | 0.50 | 2.70 |
| P-01 | 1.50 | 2.20 | - |
| P-02 | 0.80 | 2.20 | - |
| P-03 | 0.90 | 2.20 | - |
| P-04 | 0.70 | 2.20 | - |



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: Desempeño Sismorresistente del Pabellón "D" de la I.E. San Ramon Cajamarca

PLANO: Arquitectura del Pabellón "D" - Tercer Nivel y Techo

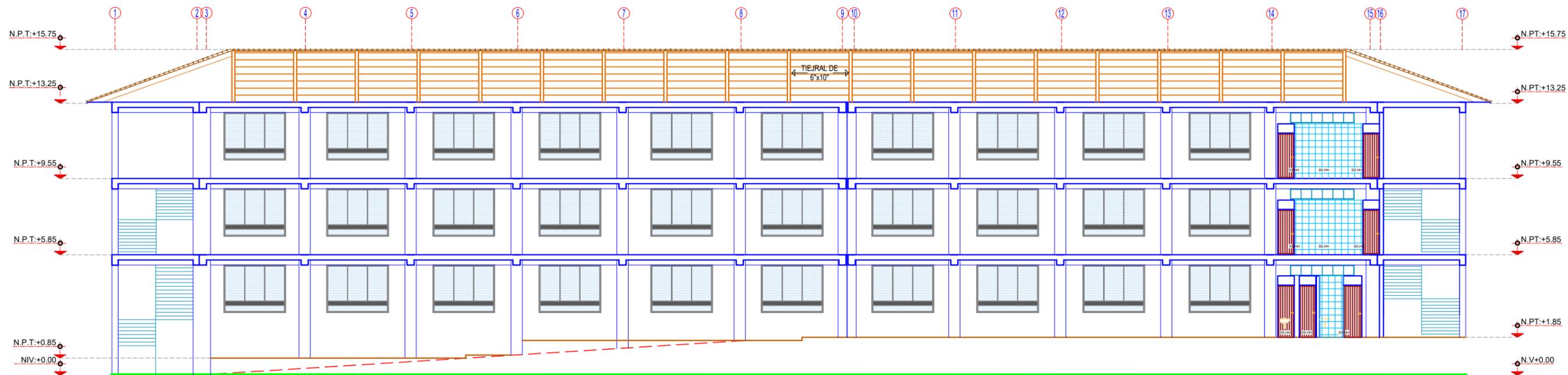
BACHILLER: Altamirano Segura, Roiser

ASESOR: M.Cs. Ing. Mauro Augusto Centurión Vargas

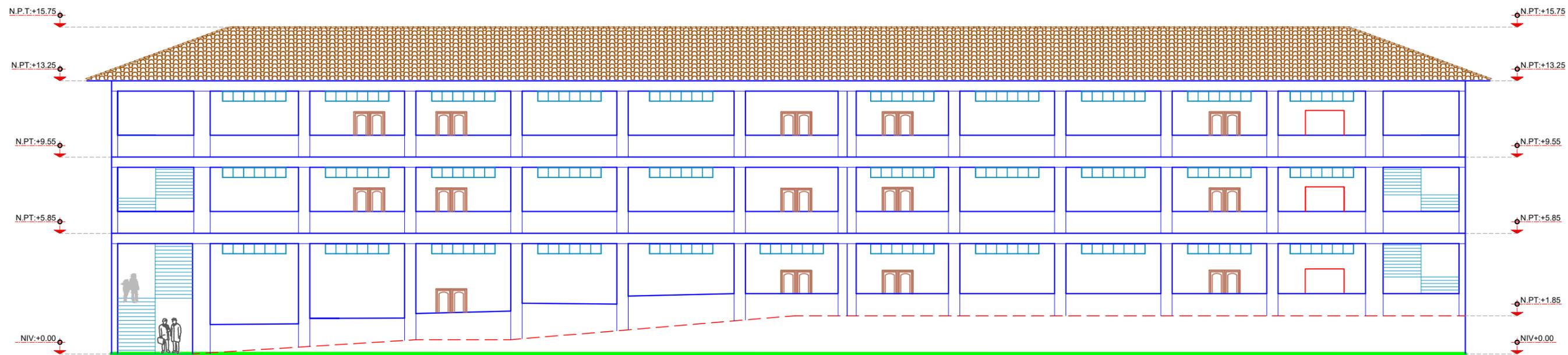
ESCALA: Indicada

Fecha: Cajamarca de 2021

PLANO N°
02



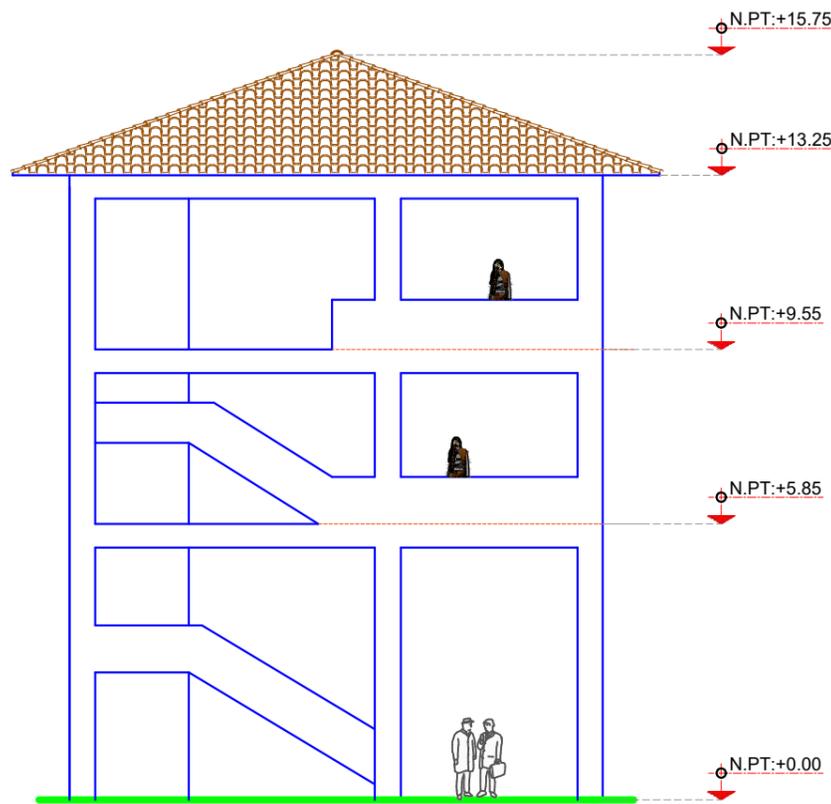
CORTE: A-A
 ESCALA: 1/200



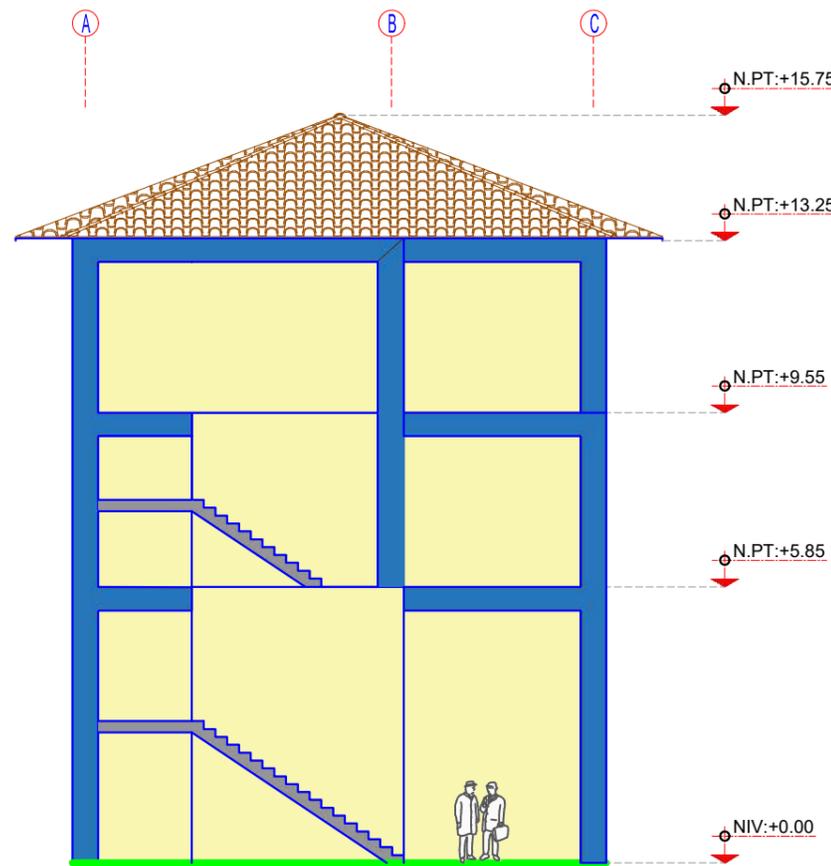
ELEVACIÓN PRINCIPAL
 ESCALA: 1/200



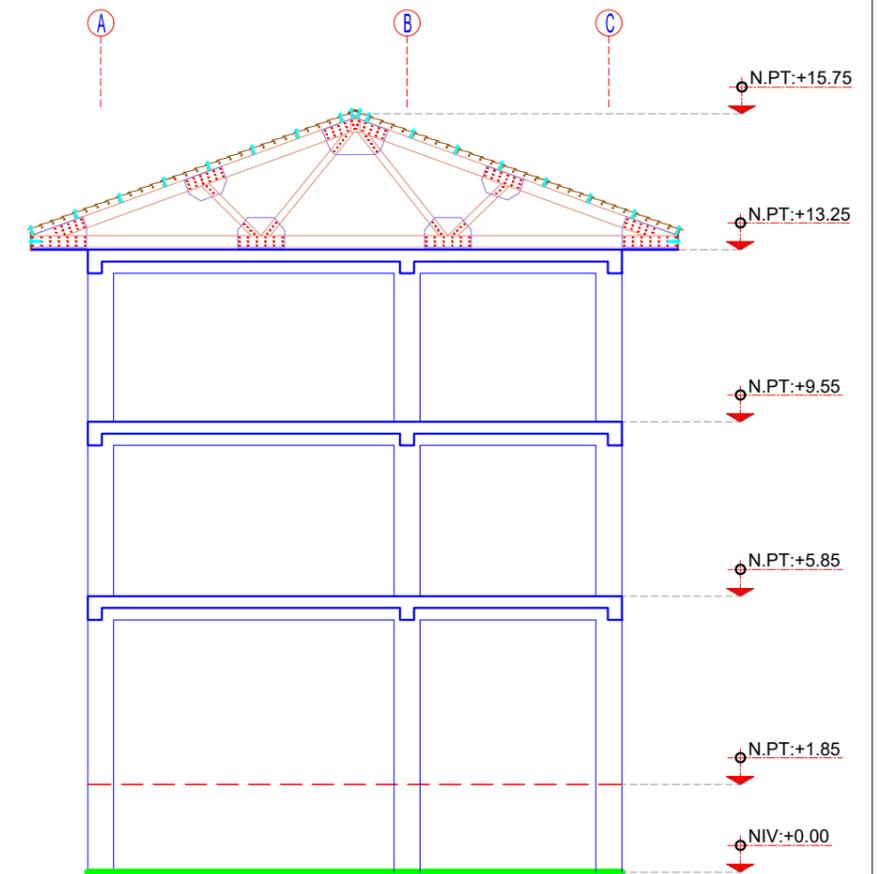
| | |
|---|--------------------------|
| UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | |
| TESIS: Desempeño Sismorresistente del Pabellón "D" de la I.E. San Ramon Cajamarca | |
| PLANO: Arquitectura del Pabellón "D" - Corte y Vista Principal | PLANO N° |
| BACHILLER: Altamirano Segura, Roiser | 03 |
| ASESOR: M.Cs. Ing. Mauro Augusto Centurión Vargas | |
| ESCALA: Indicada | Fecha: Cajamarca de 2021 |



ELEVACIÓN LATERAL
ESCALA: 1/150



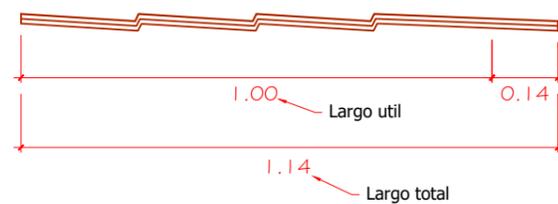
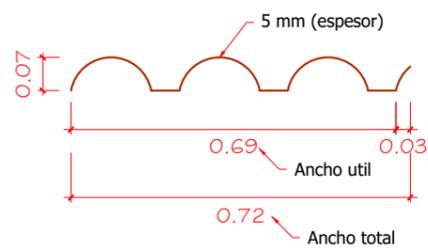
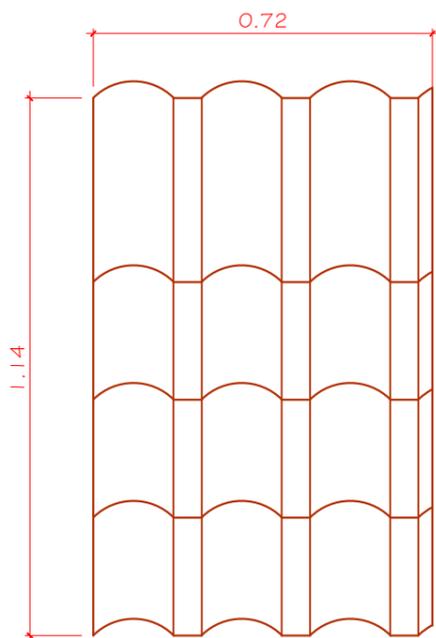
CORTE: B-B
ESCALA: 1/150



CORTE: C-C
ESCALA: 1/150

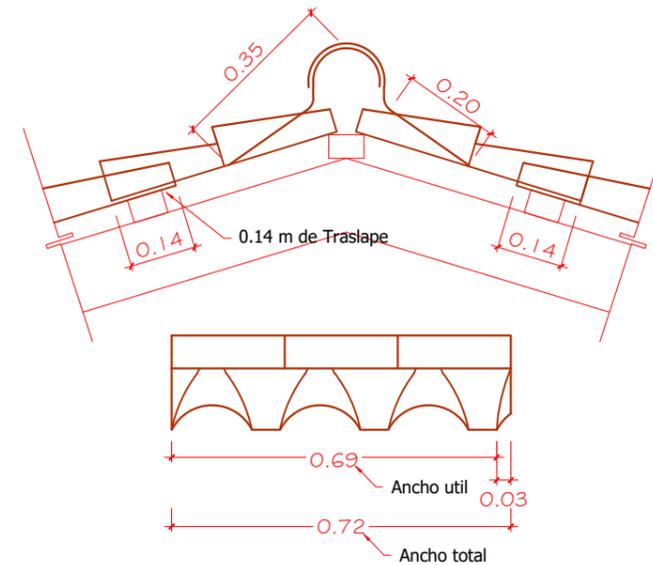
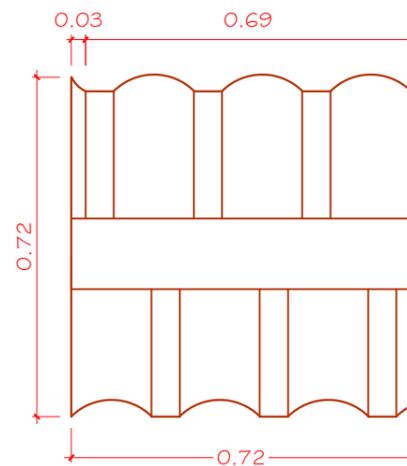
TEJA ANDINA

ESC 1/75



CUMBRERA TEJA ANDINA

ESC 1/75



- La cumbrera Teja Andina, está compuesta por 02 piezas articuladas: superior e inferior, se adapta a cualquier inclinación del techo.
- La ubicación de los elementos de fijación será la misma que para las planchas.
- Importante: Considerar 0.14 m. de traslape y respetar la separación entre ejes de correas de madera a 1.00 m.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: Desempeño Sismorresistente del Pabellón "D" de la I.E. San Ramon Cajamarca

PLANO: Arquitectura del Pabellón "D" - Cortes B-B y C-C Y detalles de cobertura

BACHILLER: Altamirano Segura, Roiser

ASESOR: M.Cs. Ing. Mauro Augusto Centurión Vargas

ESCALA: Indicada

Fecha: Cajamarca de 2021

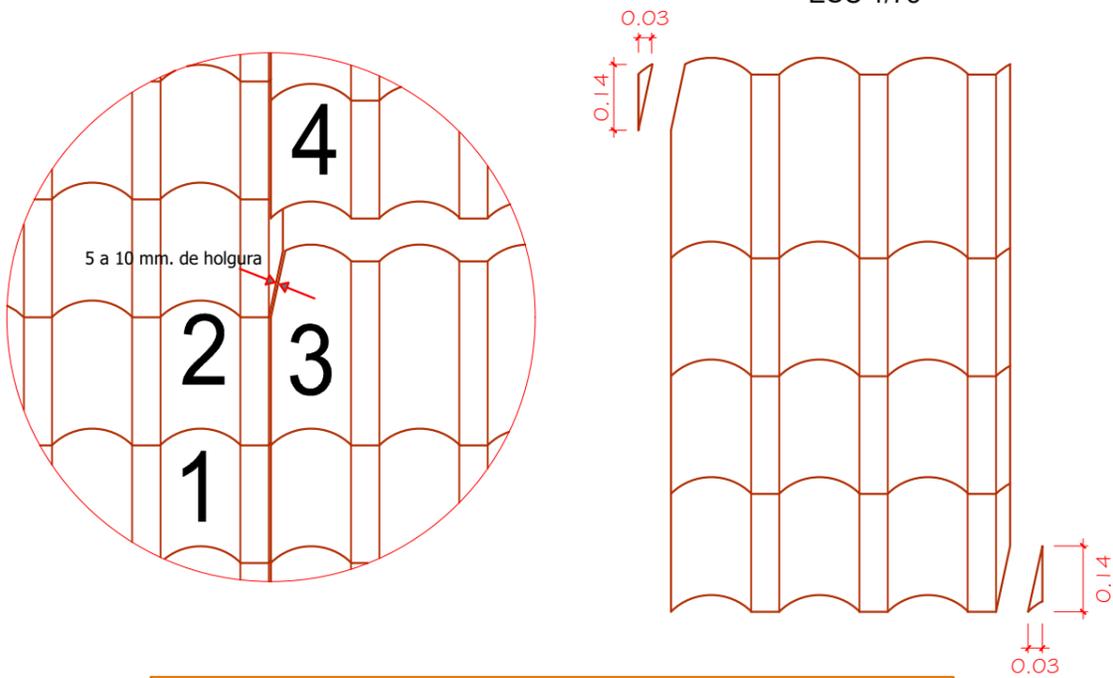
PLANO N°

04

DESPUNTE DE ESQUINAS EN TECHO

A DOS AGUAS

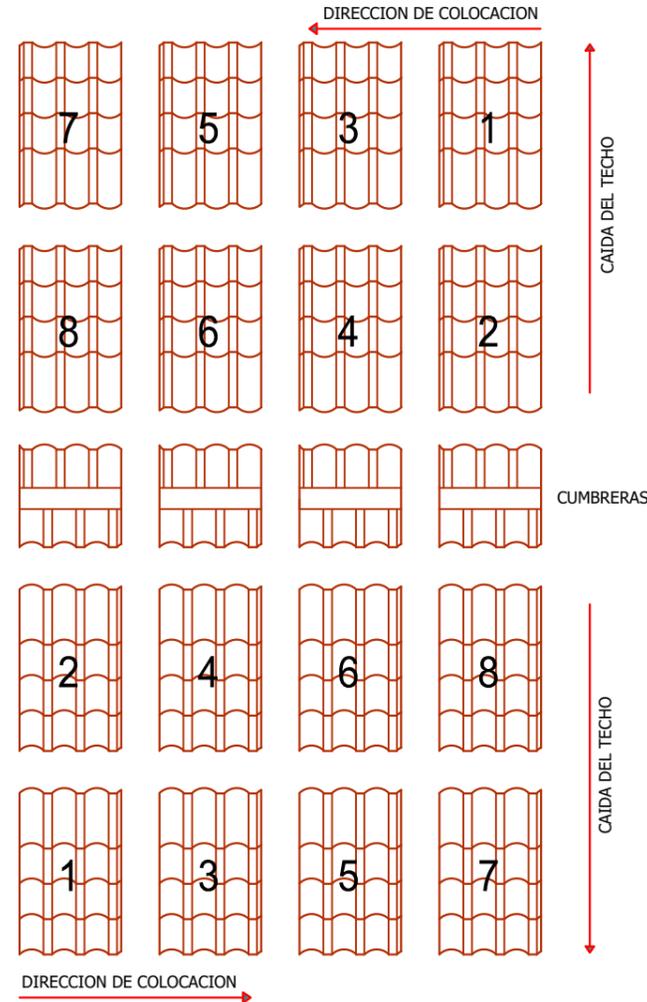
ESC 1/75



- El despunte es necesario para lograr mejor hermeticidad en el encuentro de 4 planchas y evitar en lo posible, el ingreso del viento y la lluvia.
- El corte tendrá 0.03 m. de ancho y un largo igual al traslape longitudinal: 0.14 m.
- El despunte debe hacerse con una sierra de arco o sierra de disco abrasivo de baja velocidad.
- En caso de usar disco abrasivo use máscara protectora.

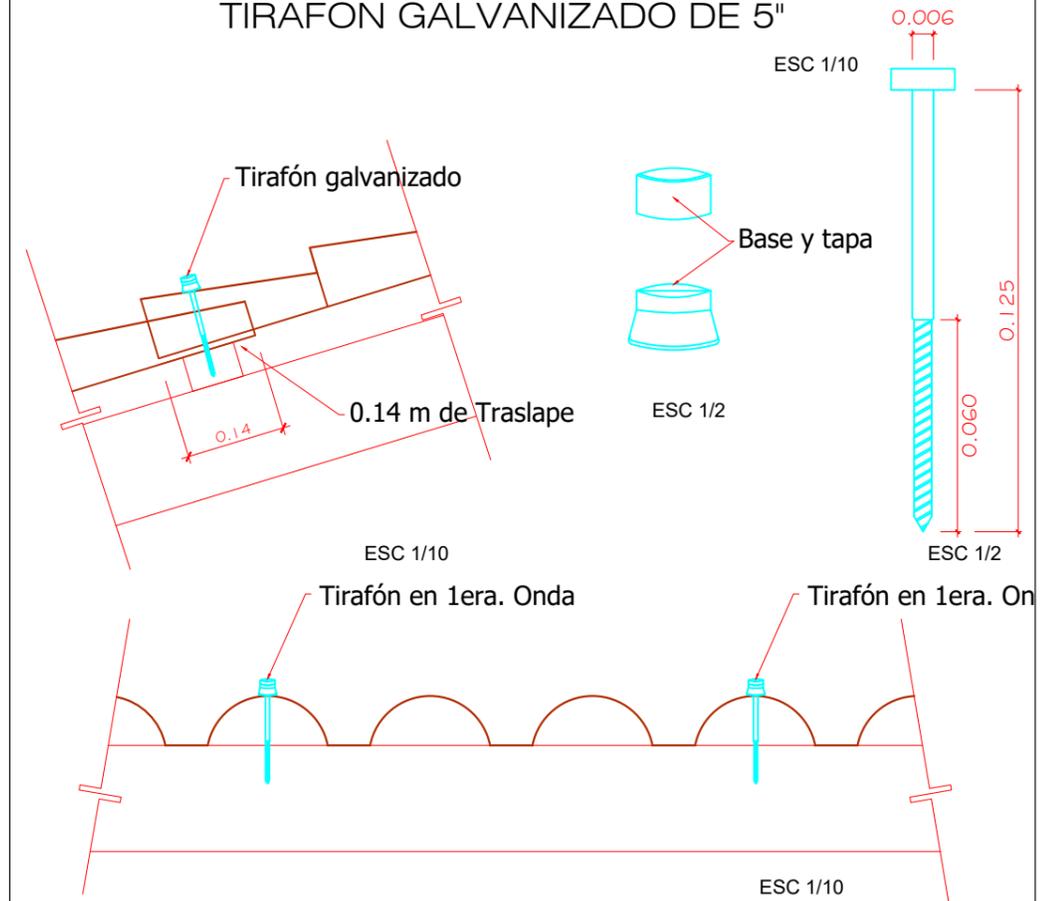
DISTRIBUCION DE PLANCHAS

ESC 1/100



TIRAFON GALVANIZADO DE 5"

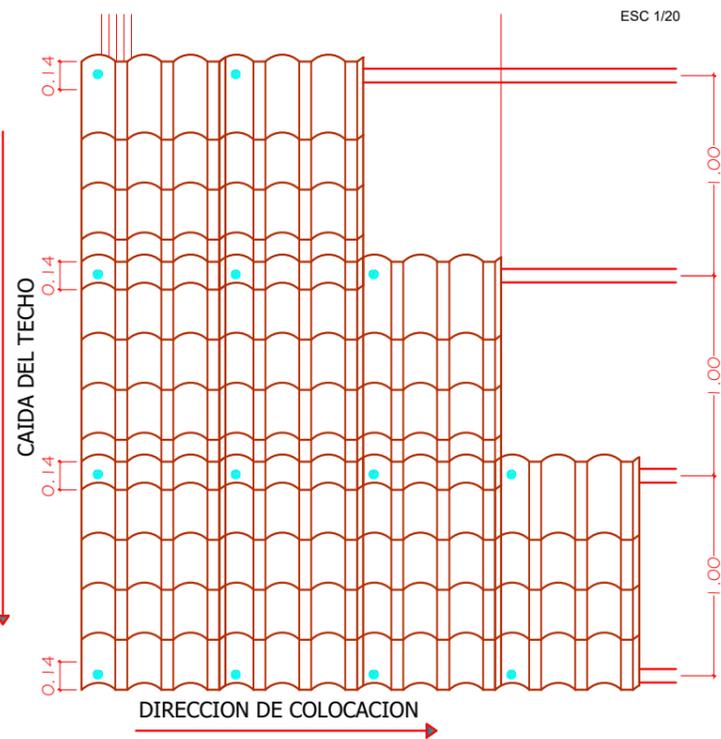
ESC 1/10



- Para fijación de la plancha en correa de madera.
- Se coloca un tirafón por plancha en la cresta de la 1era. onda.
- La perforación se hará con broca de acción manual o eléctrica de baja velocidad.
- No clave la plancha.
- El diámetro de la perforación deberá ser una vez y medio mayor que el diámetro del tirafón.
- La arandela plástica debe girar a un esfuerzo manual.

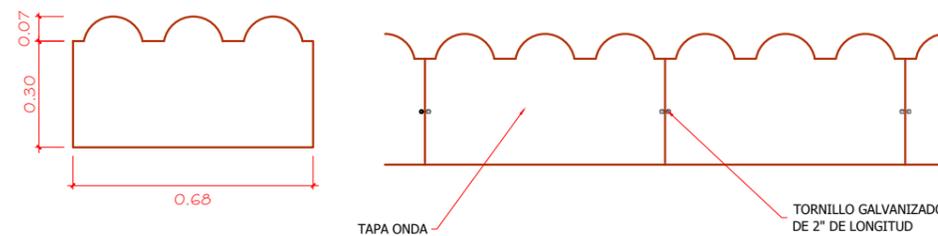
DISTANCIA ENTRE CORREAS DE MADERA

ESC 1/20

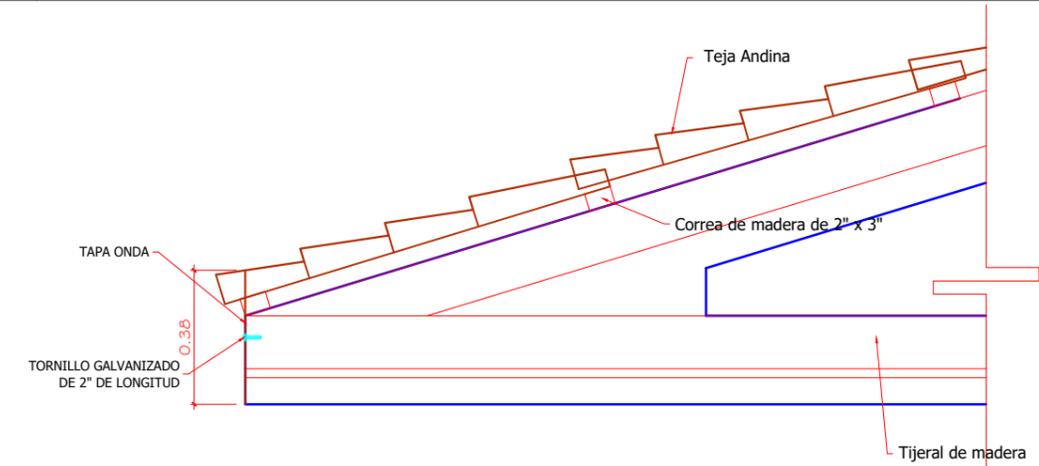


TAPA ONDA TEJA ANDINA

ESC 1/20



- La Tapa Onda Teja Andina cubre las ondas de la plancha, logrando un mejor remate frontal.
- Fijación con tornillos galvanizados de 2" de longitud.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: Desempeño Sismorresistente del Pabellón "D" de la I.E. San Ramon Cajamarca

PLANO: Arquitectura del Pabellón "D" - Detalles de cobertura

PLANO Nº

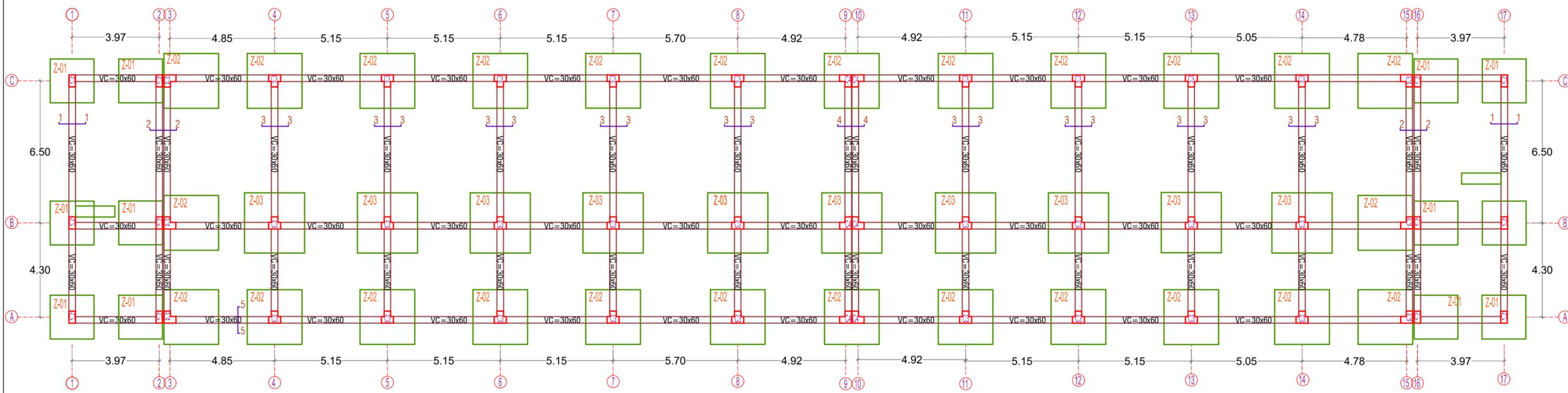
BACHILLER: Altamirano Segura, Roiser

05

ASESOR: M.Cs. Ing. Mauro Augusto Centurión Vargas

ESCALA: Indicada

Fecha: Cajamarca de 2021



PLANO CIMENTACION
ESCALA: 1/175

CUADRO DE ZAPATAS E = 1/40

| TIPO | ZAPATA (Z-01) | ZAPATA (Z-02) | | ZAPATA (Z-03) | |
|---------|-----------------|-----------------|--|-----------------|--|
| SECCIÓN | | | | | |



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: Desempeño Sismorresistente del Pabellón "D" de la I.E. San Ramón Cajamarca

PLANO: Cimentacion del Pabellón "D"

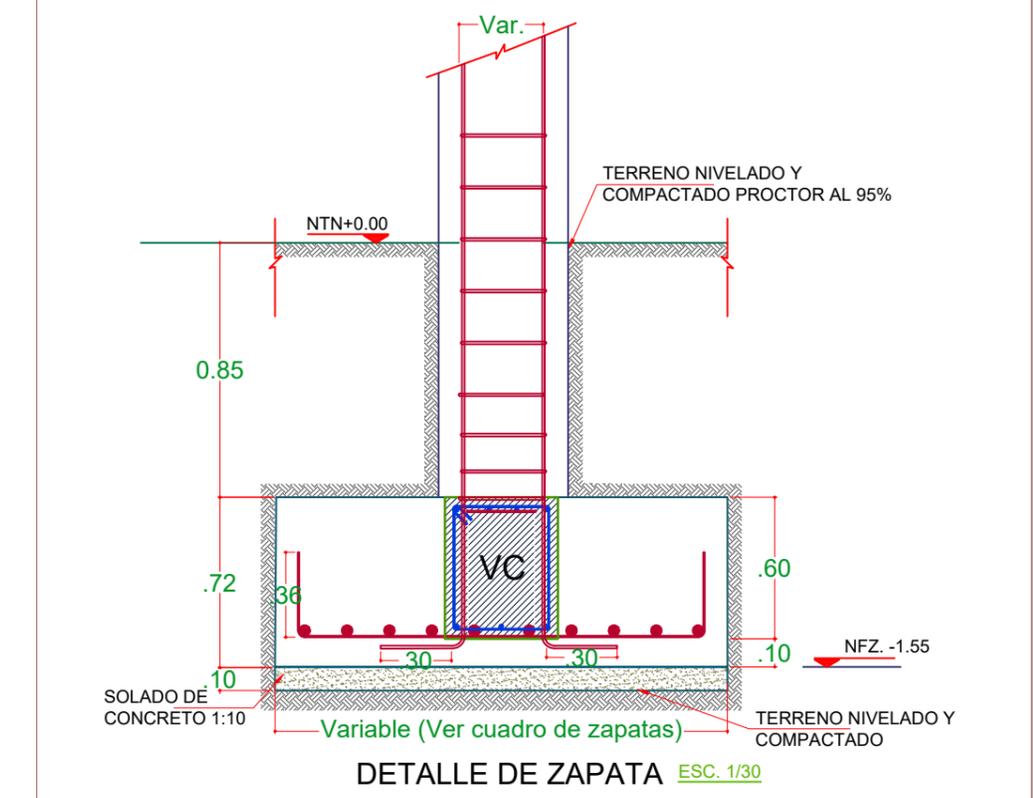
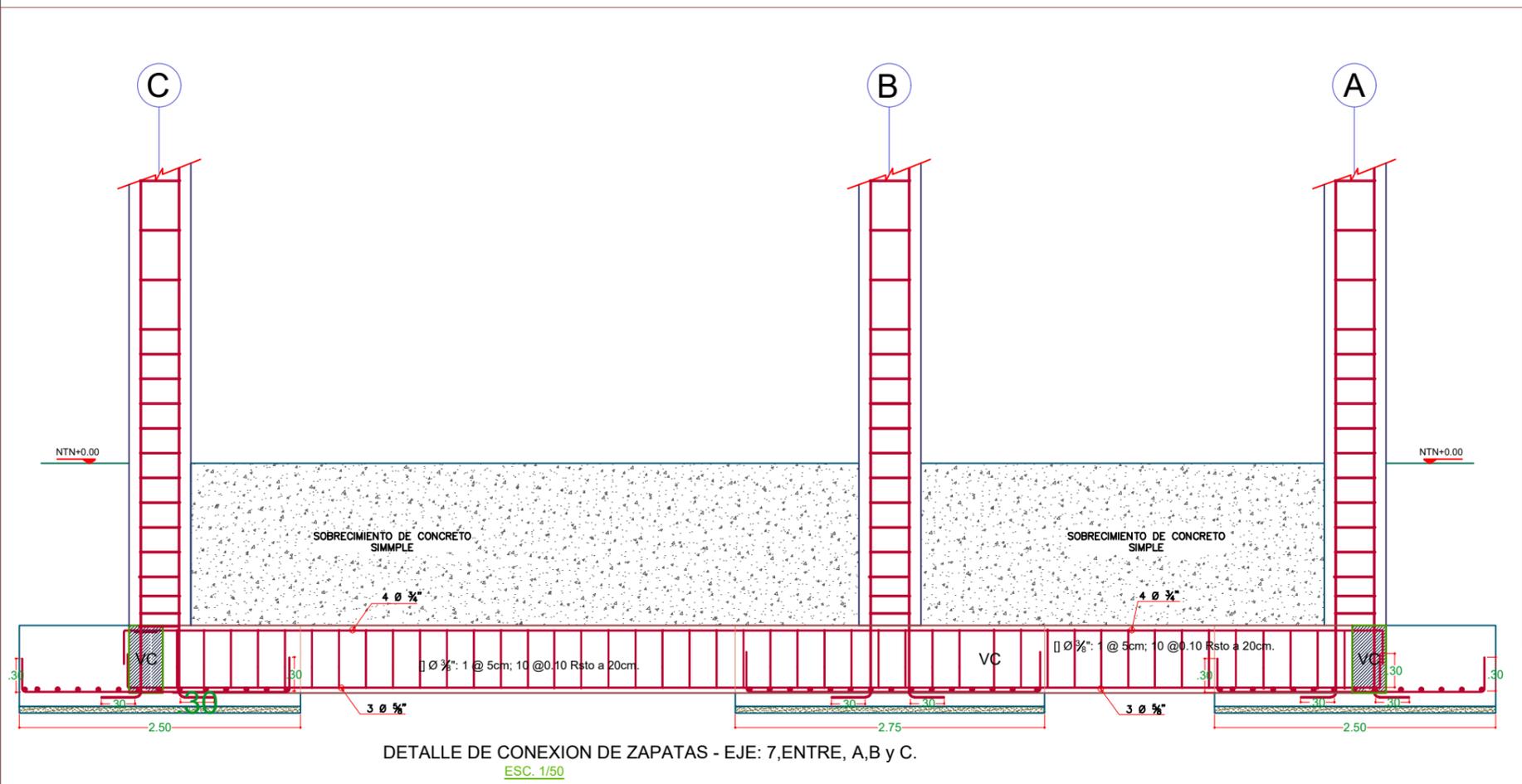
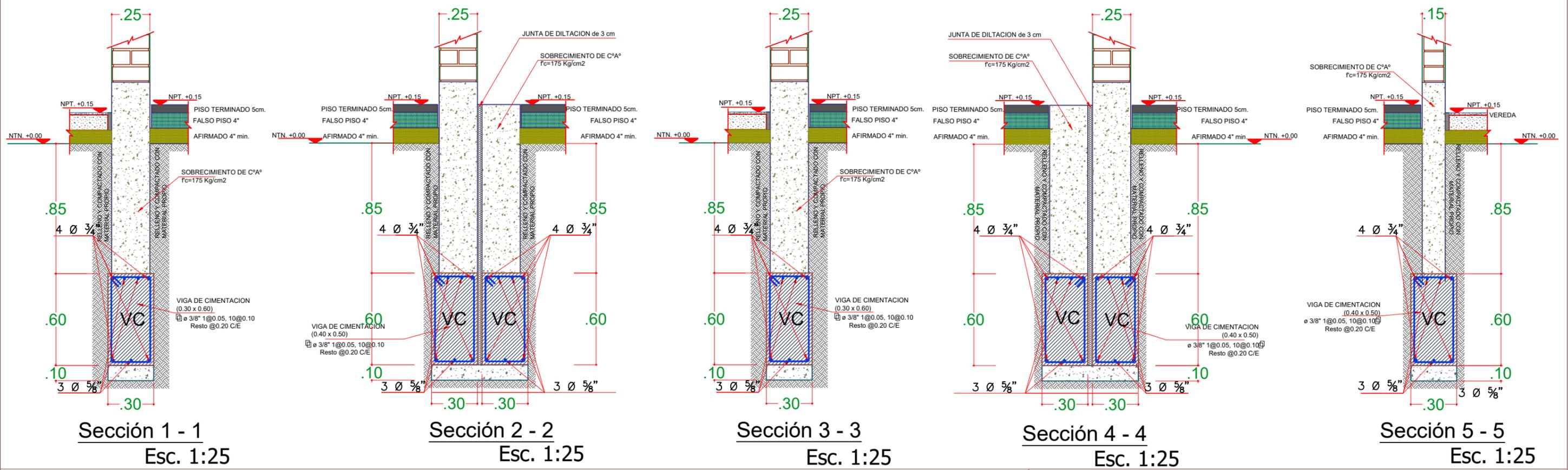
BACHILLER: Altamirano Segura, Roiser

ASESOR: M.Cs. Ing. Mauro Augusto Centurión Vargas

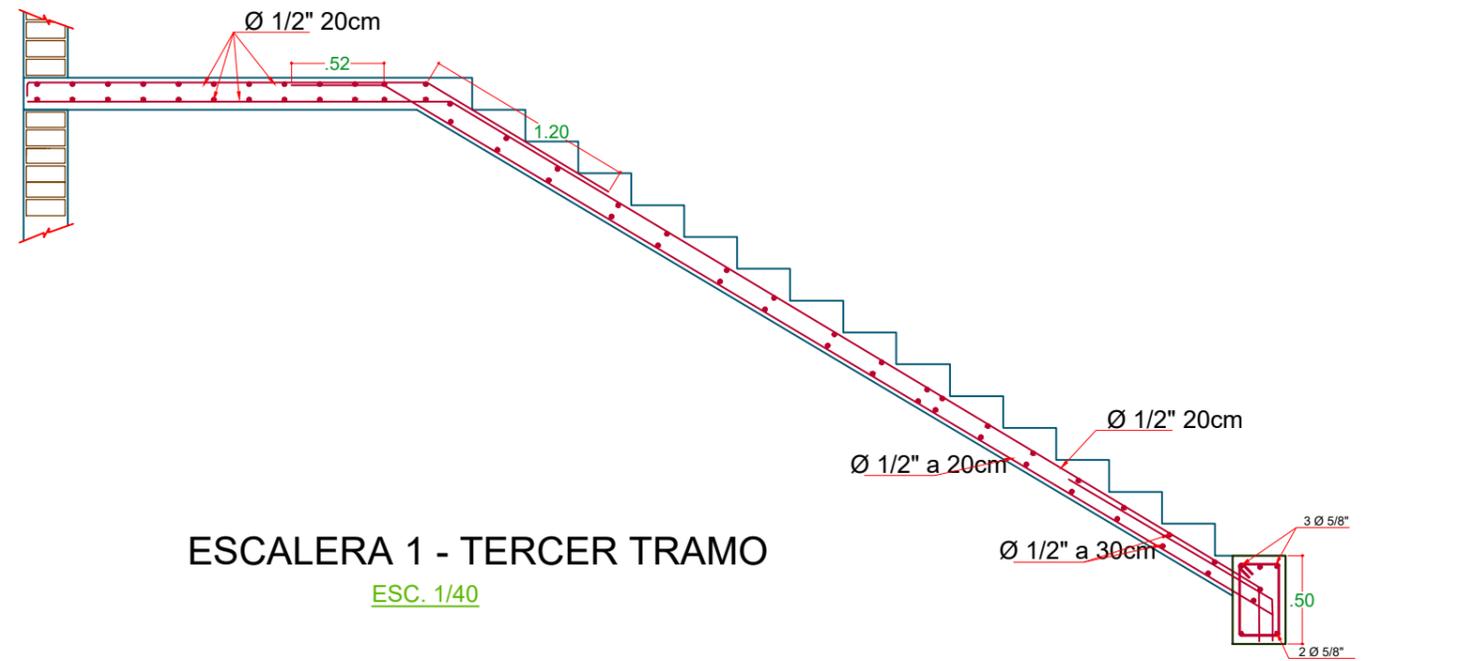
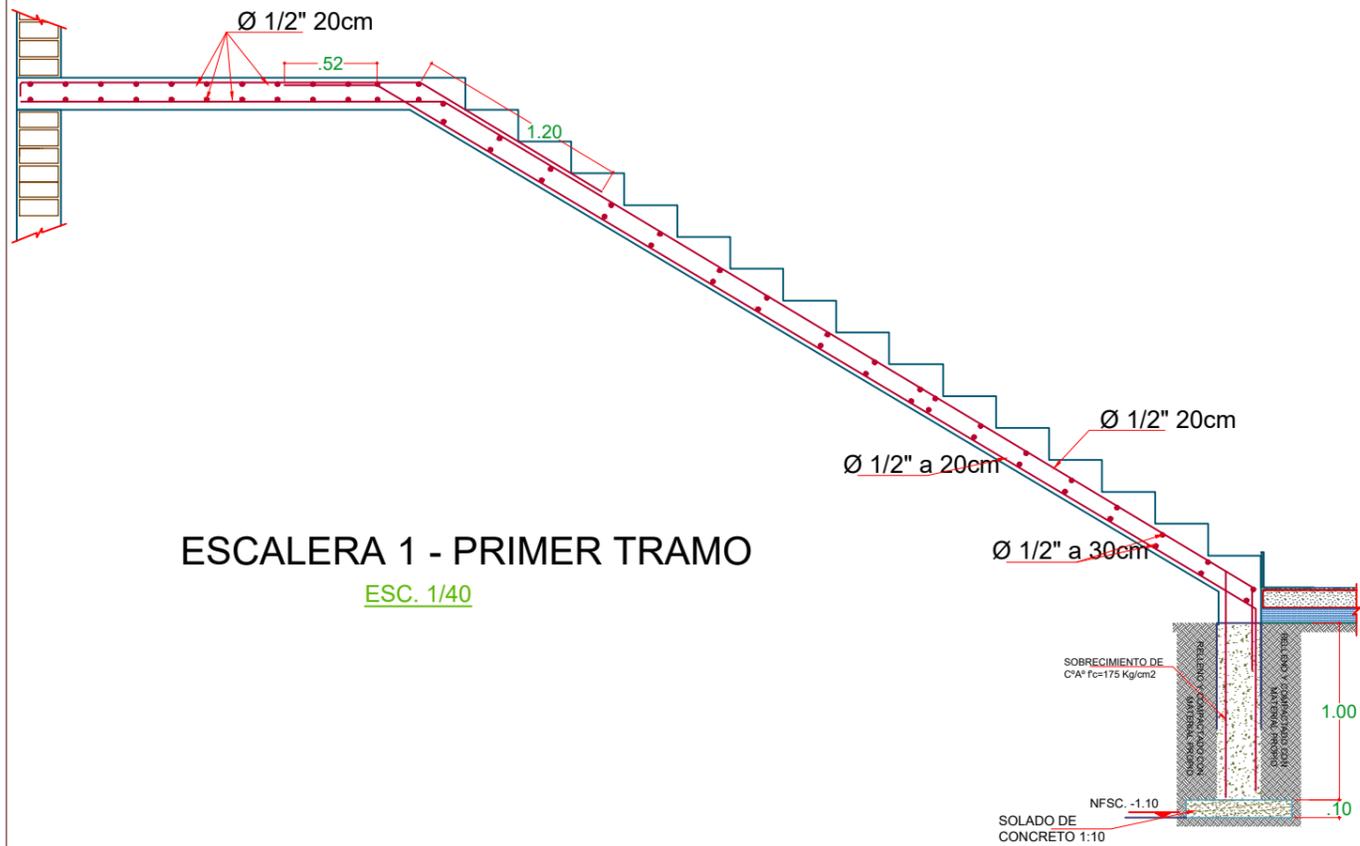
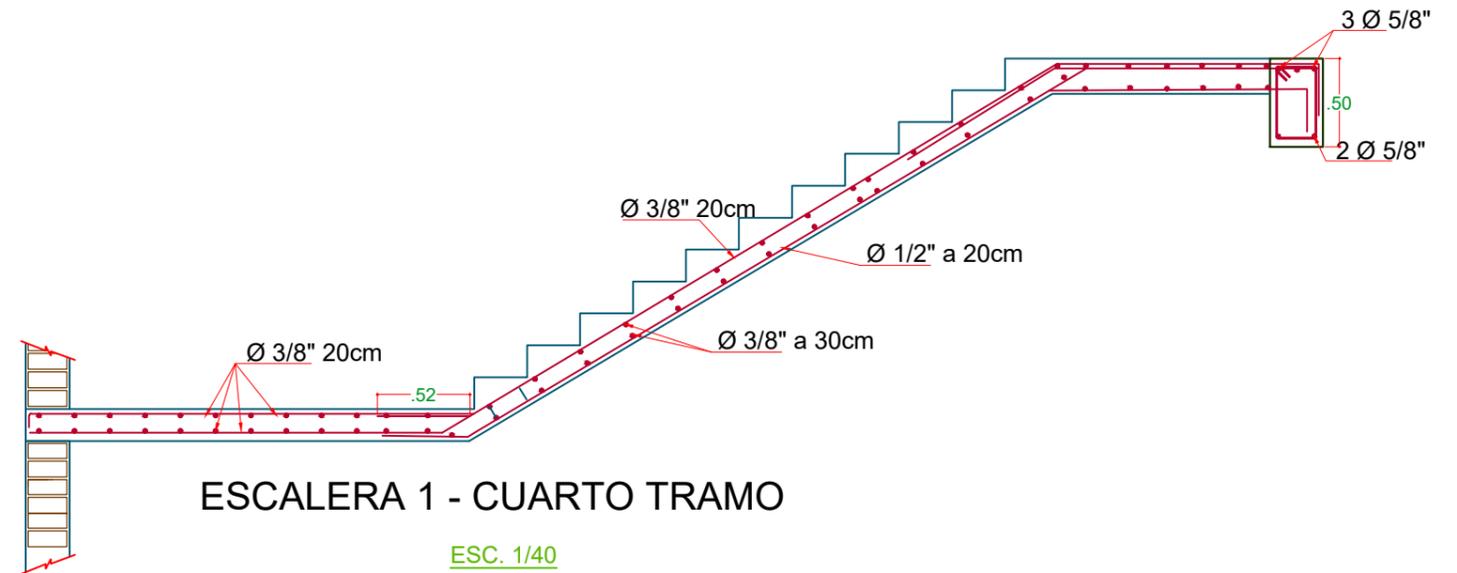
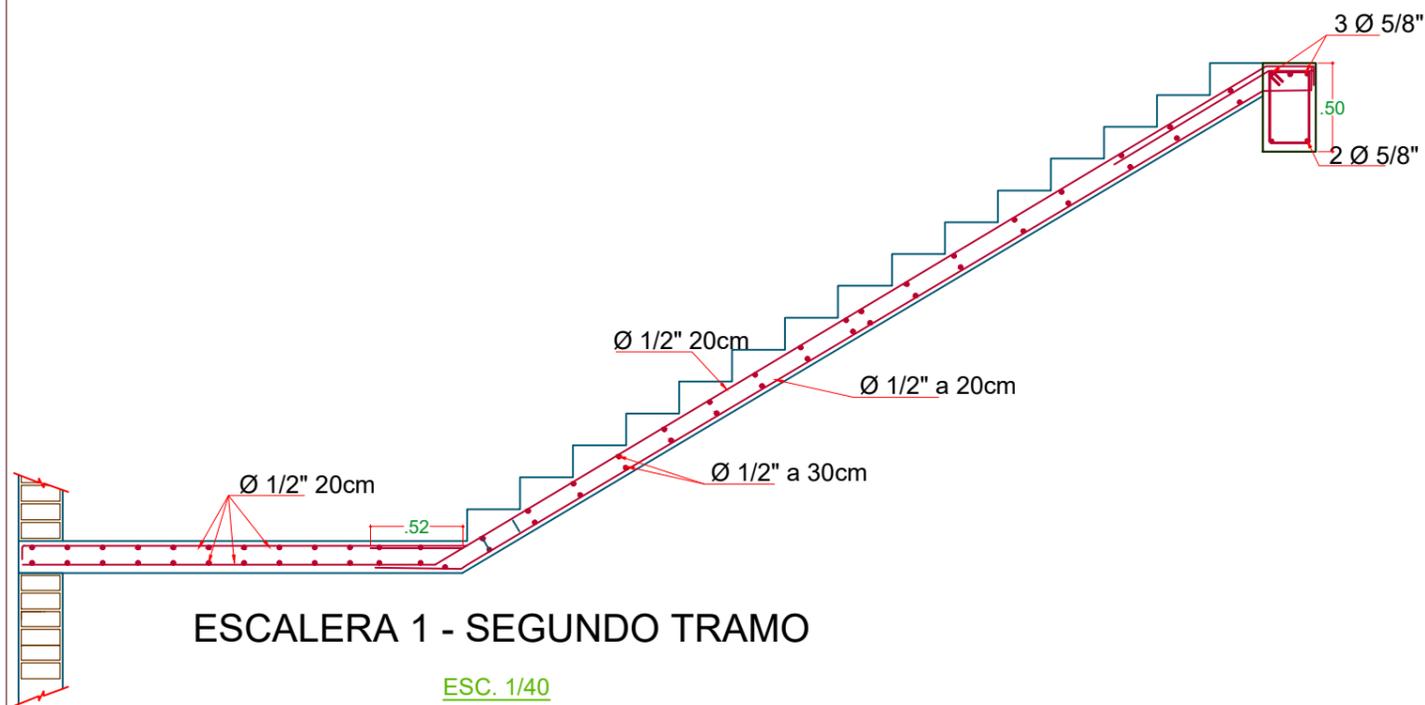
ESCALA: Indicada

Fecha: Cajamarca de 2021

PLANO N°
01



| | |
|---|--|
| UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | |
| TESIS: | Desempeño Sismorresistente del Pabellón "D" de la I.E. San Ramón Cajamarca |
| PLANO: | Detalle de Cimentacion del Pabellón "D" |
| BACHILLER: | Altamirano Segura, Roiser |
| ASESOR: | M.Cs. Ing. Mauro Augusto Centurión Vargas |
| ESCALA: | Indicada |
| | Fecha: Cajamarca de 2021 |
| | PLANO N° 03 |



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: Desempeño Sismorresistente del Pabellón "D"
de la I.E. San Ramón Cajamarca

PLANO: Escalera N° 01

BACHILLER: Altamirano Segura, Roiser

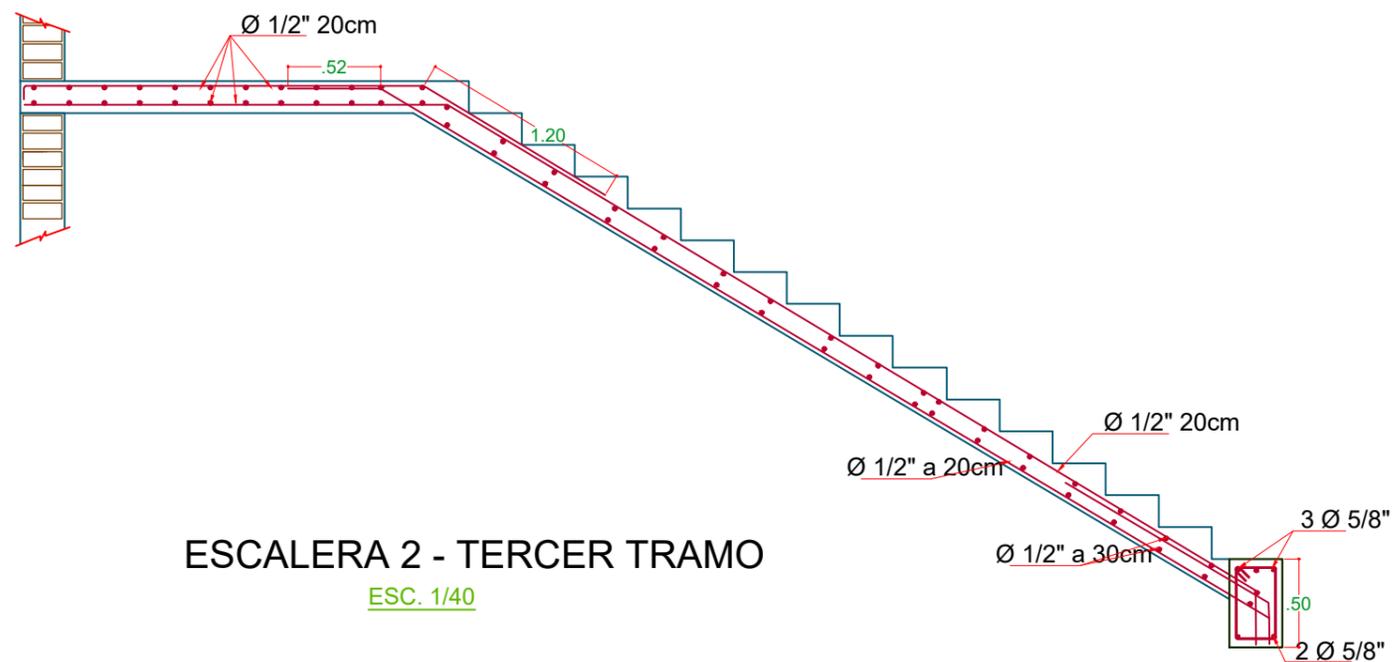
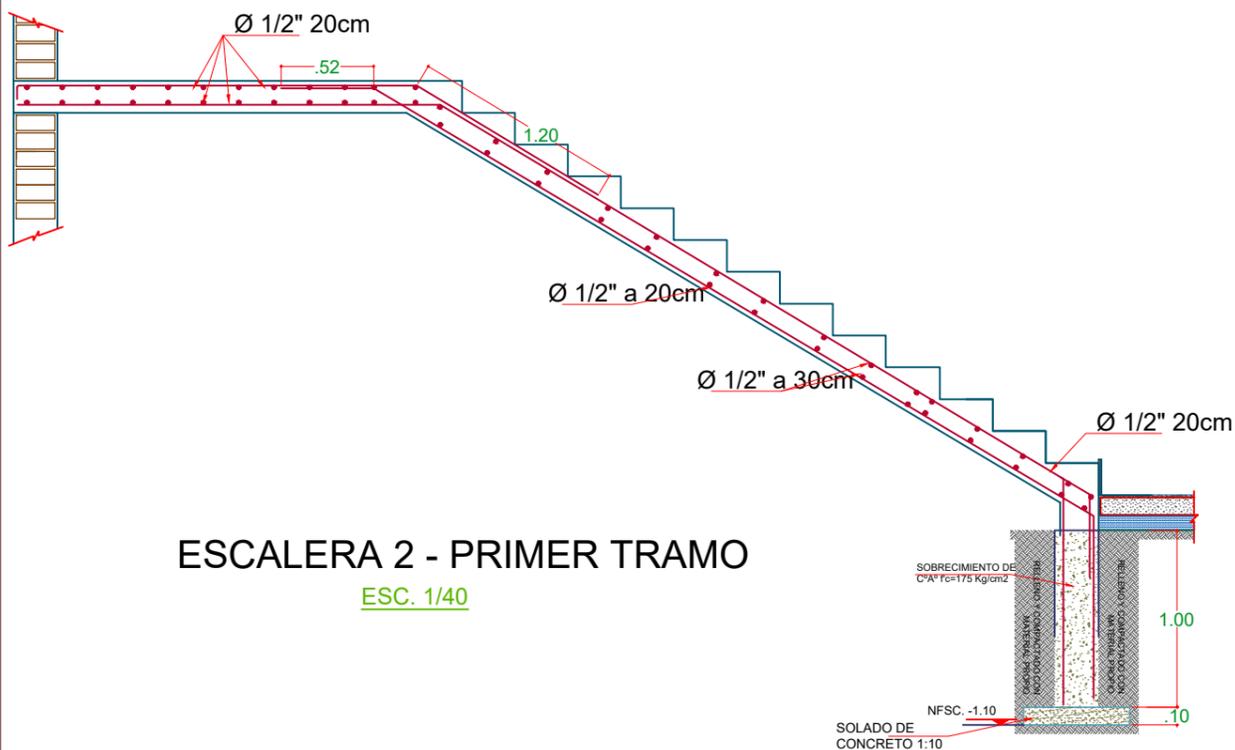
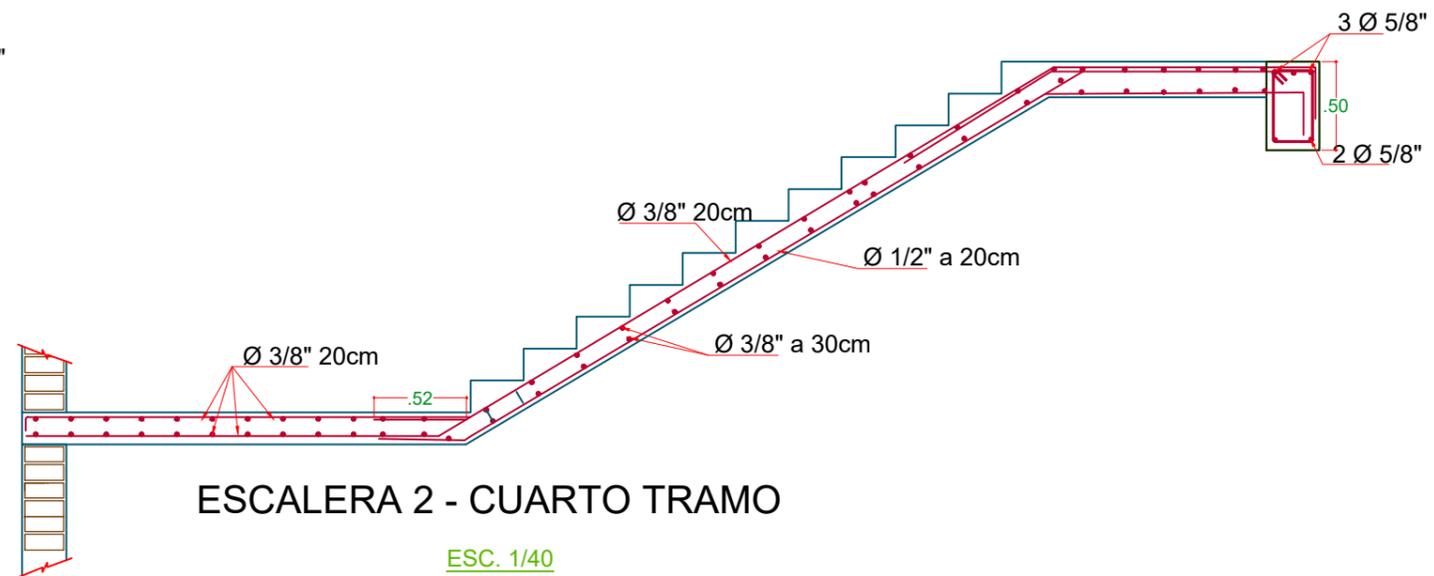
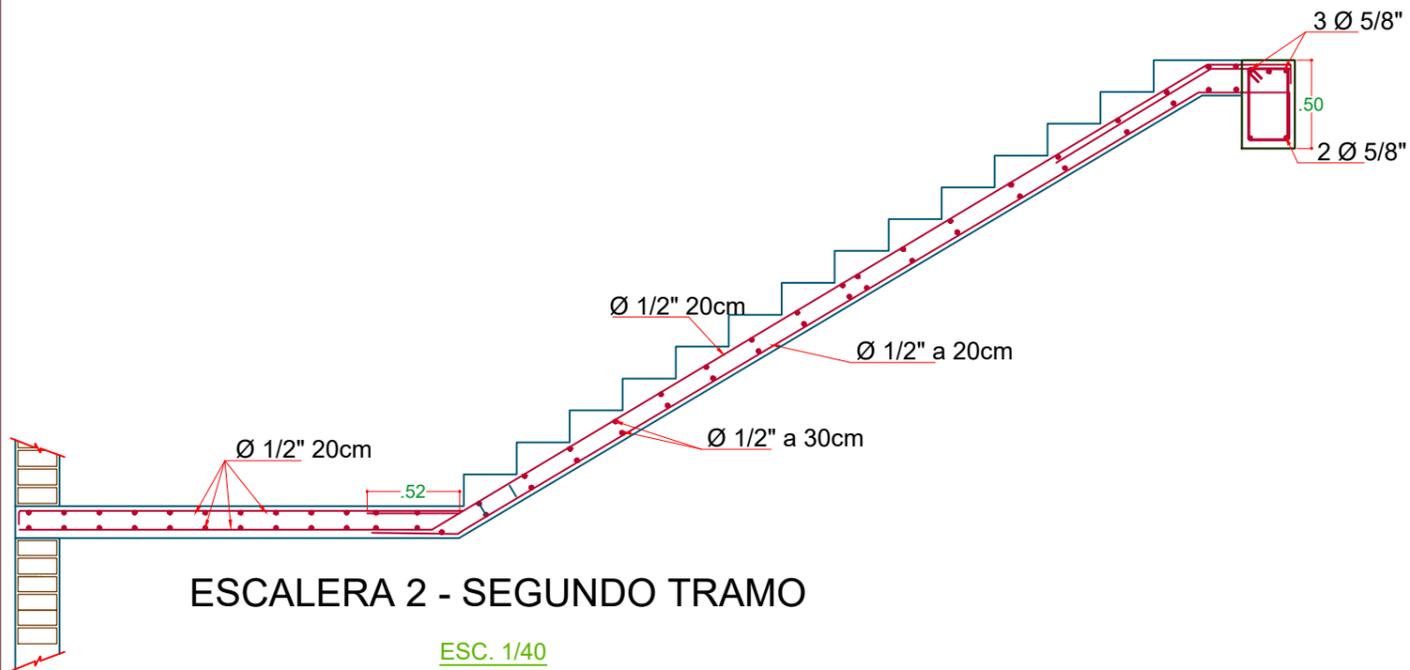
ASESOR: M.Cs. Ing. Mauro Augusto Centurión Vargas

ESCALA: Indicada

Fecha: Cajamarca de 2021

PLANO N°

04



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: Desempeño Sismorresistente del Pabellón "D" de la I.E. San Ramón Cajamarca

PLANO: Escalera N° 02

BACHILLER: Altamirano Segura, Roiser

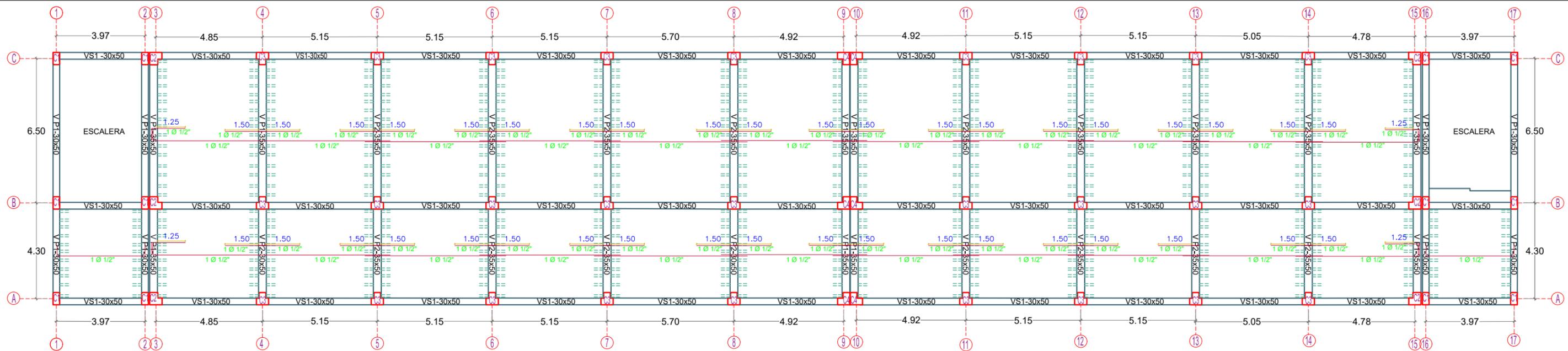
ASESOR: M.Cs. Ing. Mauro Augusto Centurión Vargas

ESCALA: Indicada

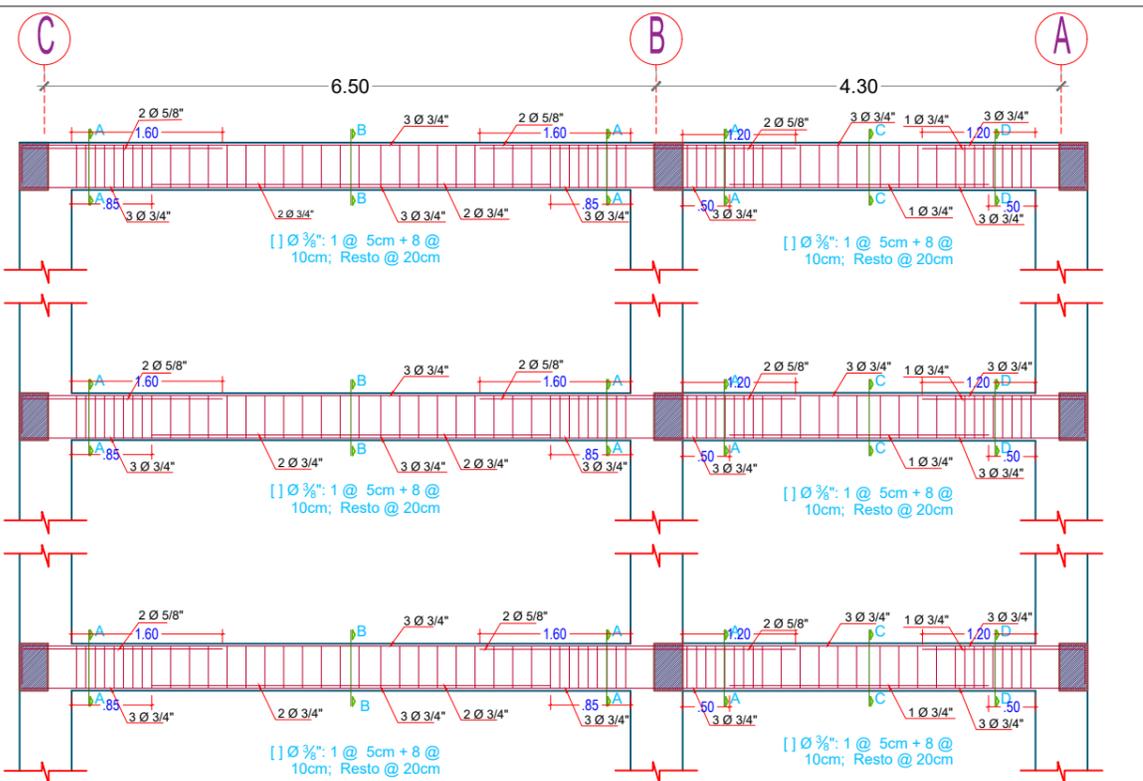
Fecha: Cajamarca de 2021

PLANO N°

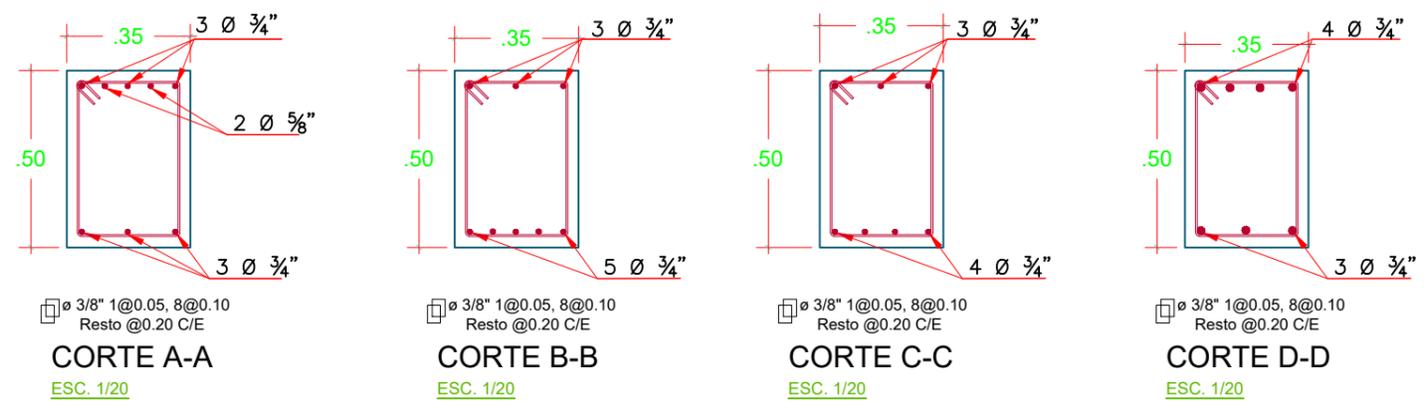
05



PLANO LOSA ALIGERADA PRIMER, SEGUNDO Y TERCER NIVEL
ESCALA: 1/175



PORTICO:
 Eje 4-4, Eje 5-5, Eje 6-6, Eje 7-7, Eje 8-8, Eje 11-11, Eje 12-12, Eje 13-13, Eje 14-14.
 ESCALA: 1/75



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- 1.00 CONCRETO**
 CONCRETO ARMADO:
 Elementos estructurales : $f_c=210$ Kg/cm² (en general)
- 2.00 ACERO DE REFUERZO**
 Fierro corrugado $f_y=4,200$ Kg/cm², Grado 50 (en general)
- 3.00 RECUBRIMENTOS**
 Columnas y V Ps Peraltadas : 4.00 cm
 Columnas y V Ps de confinamiento : 4.00 cm
 Losas : 2.00 cm
- 4.00 TABIQUERIA**
 El ladrillo para tabiquería será King-Kong de Arcilla, Tipo IV de 18 huecos de 9x13x24cm. con mortero $f_m=45$ Kg/cm² JV y JH: 1.5 cm. (Máximo)
- 5.00 NORMAS**
 Normas Técnicas Concreto Armado E-0.60
 Normas Técnicas de Albañilería E-0.70
 Normas de Diseño Sismorresistente E-030
 A.C.I. 2000
- 6.00 IMPORTANTE:**
 El cemento a utilizarse en la preparación del concreto sera PORTLAND TIPO MS, para todos los elementos estructurales
 La estructura de la edificación se ha diseñado para dos niveles.

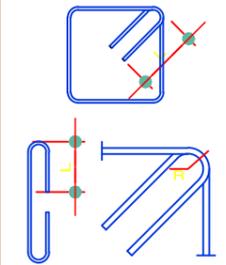
TRASLAPES Y EMPALMES

| Ø | LOSAS VP VS (cm) | | COLUM VP VS (cm) | |
|------|------------------|----|------------------|----|
| | VP | VS | VP | VS |
| 6 mm | 30 | - | - | - |
| 8 mm | 40 | 30 | - | - |
| 1/2" | 50 | 40 | - | - |
| 5/8" | 50 | 50 | - | - |
| 3/4" | 70 | 50 | - | - |
| 1" | 120 | 90 | - | - |

NO SE PERMITIRAN EMPALMES DEL REFUERZO SUPERIOR (NEGATIVO) EN UNA LONGITUD DE 1/4 DE LUZ DE LA LOSA O V P A CADA LADO DE LA COLUMNA O APOYO

LOS EMPALMES L SE UBICARAN EN EL TERCIO CENTRAL NO SE EMPALMARAN MAS DEL 50% DE LA ARMADURA EN UNA MISMA SECCION

ESTRIBOS



| Ø | L | Rmin |
|------|-------|--------|
| 1/4" | 10 cm | 1.5 cm |
| 3/8" | 15 cm | 2.0 cm |



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: Desempeño Sismorresistente del Pabellón "D" de la I.E. San Ramón Cajamarca

PLANO: ESTRUCTURAS del Pabellón "D"

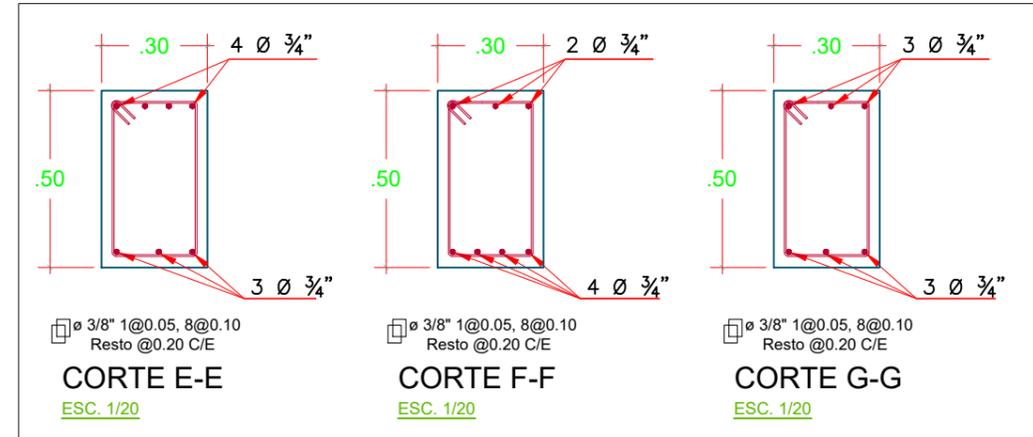
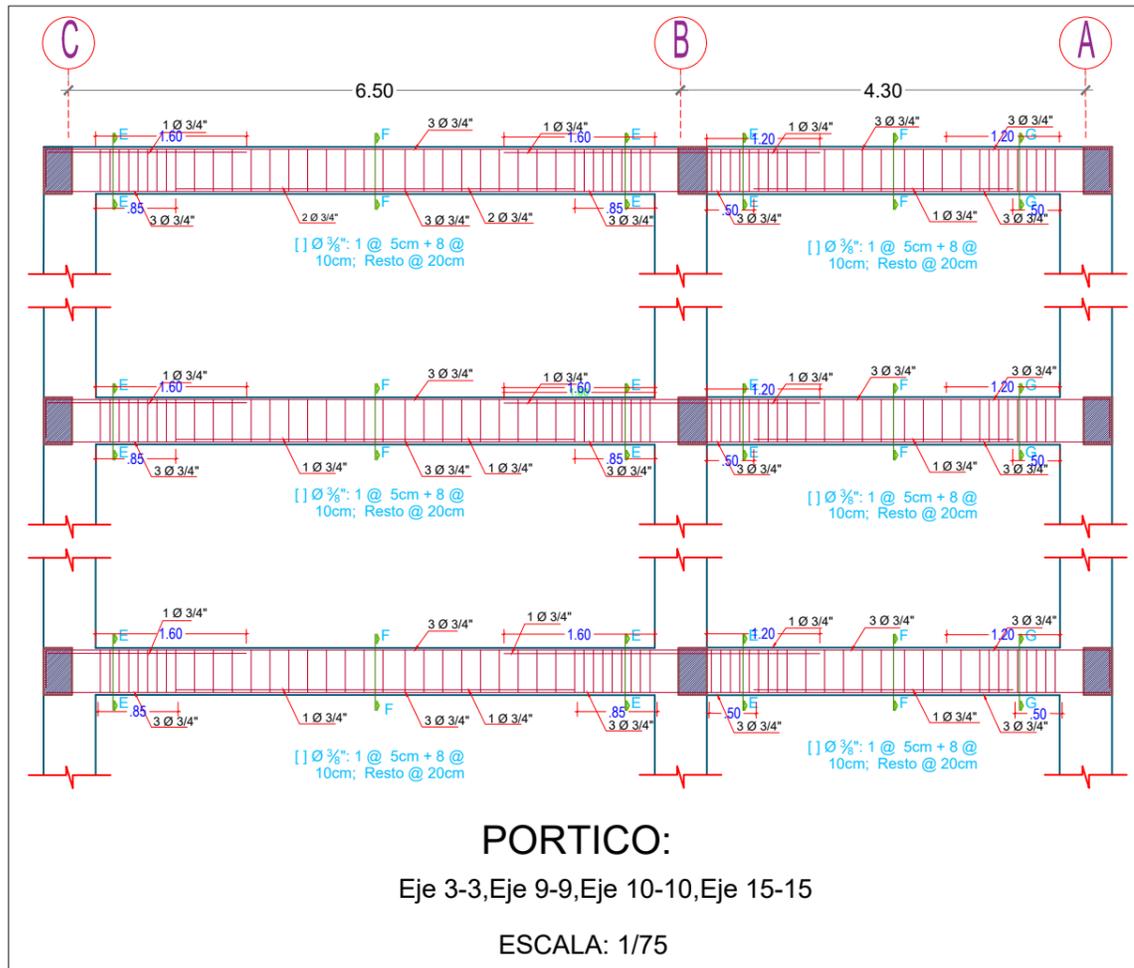
BACHILLER: Altamirano Segura, Roiser

ASESOR: M.Cs. Ing. Mauro Augusto Centurión Vargas

ESCALA: Indicada

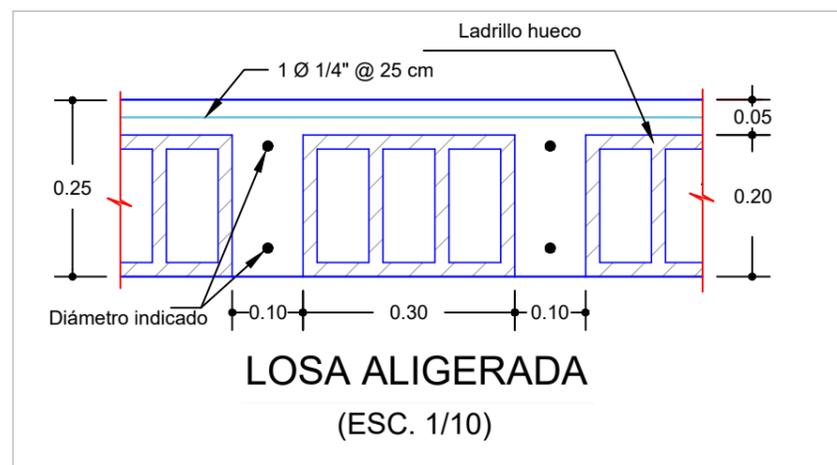
Fecha: Cajamarca de 2021

PLANO N°
01

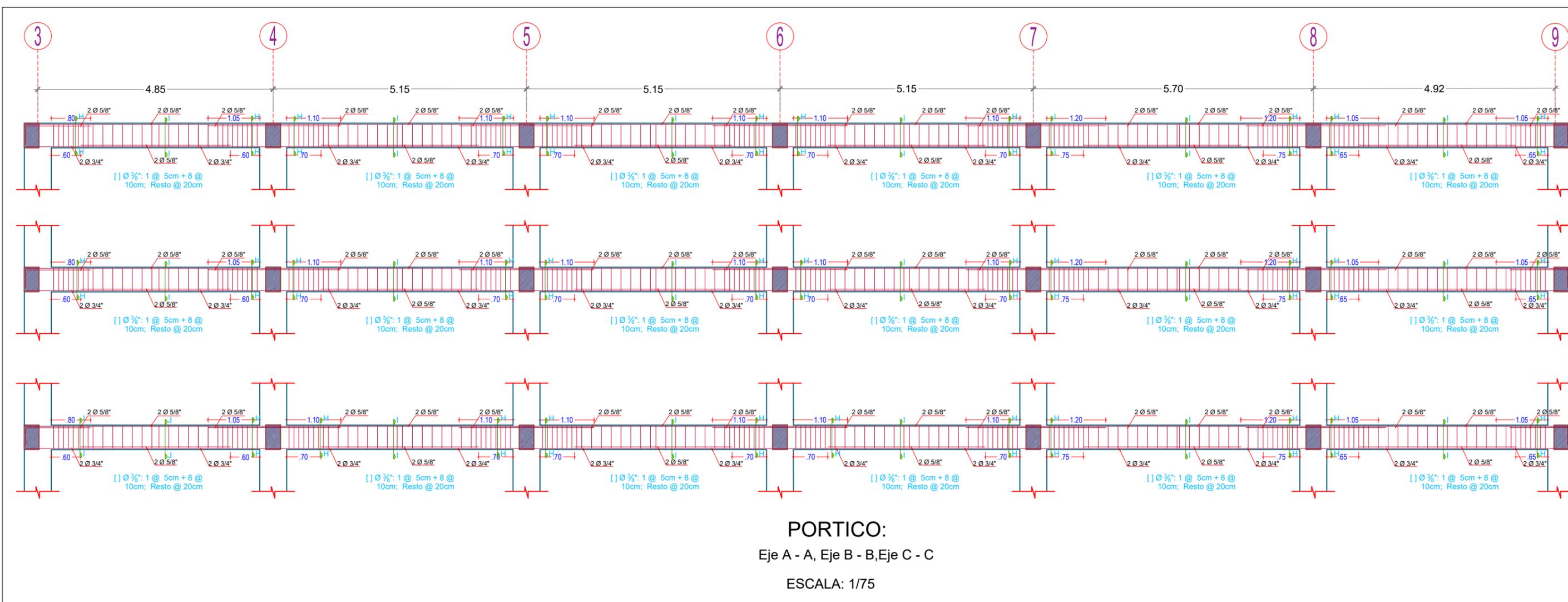


| TRASLAPES Y EMPALMES | | | | ESTRIBOS | | | |
|----------------------|------------------|------------------|---|--|---|-------|--------|
| Ø | LOSAS VP VS (cm) | COLUM VP VS (cm) | LOSAS Y VP VS | COLUMNAS | Ø | L | Rmin |
| 6 mm | 30 | - | | | | 10 cm | 1.5 cm |
| 8 mm | 40 | 30 | | | | | |
| 1/2" | 50 | 40 | NO SE PERMITIRAN EMPALMES DEL REFUERZO SUPERIOR (NEGATIVO) EN UNA LONGITUD DE 1/4 DE LUZ DE LA LOSA O V P A CADA LADO DE LA COLUMNA O APOYO | LOS EMPALMES L SE UBICARAN EN EL TERCIO CENTRAL NO SE EMPALMARAN MAS DEL 50% DE LA ARMADURA EN UNA MISMA SECCION | | 15 cm | 2.0 cm |
| 5/8" | 50 | 50 | | | | | |
| 3/4" | 70 | 50 | | | | | |
| 1" | 120 | 90 | | | | | |

| ESPECIFICACIONES TÉCNICAS | |
|---|---|
| 1.00 CONCRETO | |
| CONCRETO ARMADO: | |
| Elementos estructurales | : f _c =210 Kg/cm ² (en general) |
| 2.00 ACERO DE REFUERZO | |
| Fierro corrugado f _y =4,200 Kg/cm ² , Grado 50 (en general) | |
| 3.00 RECUBRIMIENTOS | |
| Columnas y V Ps Peraltadas | : 4.00 cm |
| Columnas y V Ps de confinamiento | : 4.00 cm |
| Losas | : 2.00 cm |
| 4.00 TABIQUERIA | |
| El ladrillo para tabiquería será King-Kong de Arcilla, Tipo IV de 18 huecos de 9x13x24cm. con mortero f _m =45 Kg/cm ² JV y JH: 1.5 cm. (Máximo) | |
| 5.00 NORMAS | |
| Normas Técnicas Concreto Armado E-0.60 | |
| Normas Técnicas de Albañilería E-0.70 | |
| Normas de Diseño Sismoresistente E-030 | |
| A.C.I. 2000 | |
| 6.00 IMPORTANTE: | |
| El cemento a utilizarse en la preparación del concreto sera PORTLAND TIPO MS , para todos los elementos estructurales | |
| La estructura de la edificación se ha diseñado para dos niveles. | |



| | |
|---|--------------------------|
| UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | |
| TESIS: Desempeño Sismorresistente del Pabellón "D" de la I.E. San Ramón Cajamarca | |
| PLANO: ESTRUCTURAS del Pabellón "D" | PLANO N° |
| BACHILLER: Altamirano Segura, Roiser | 02 |
| ASESOR: M.Cs. Ing. Mauro Augusto Centurión Vargas | |
| ESCALA: Indicada | Fecha: Cajamarca de 2021 |

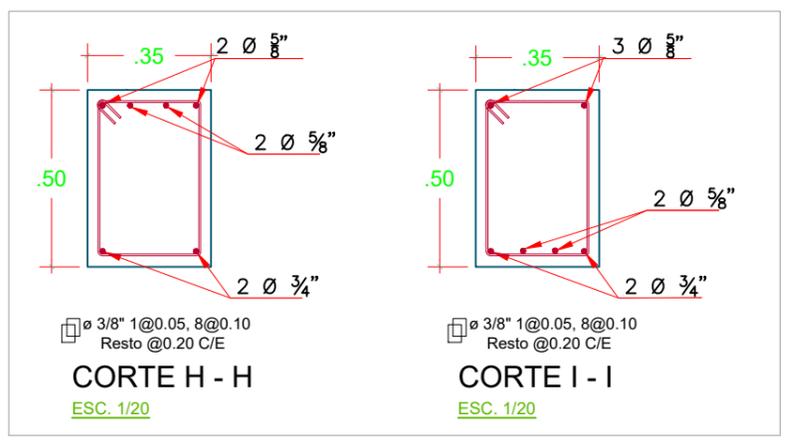


| ESPECIFICACIONES TÉCNICAS | |
|--|--|
| 1.00 CONCRETO | |
| <u>CONCRETO ARMADO:</u> | |
| Elementos estructurales | : $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ (en general) |
| 2.00 ACERO DE REFUERZO | |
| Fierro corrugado $f_y = 4,200 \text{ Kg/cm}^2$, Grado 50 (en general) | |
| 3.00 RECUBRIMIENTOS | |
| Columnas y V Ps Peralgadas | : 4.00 cm |
| Columnas y V Ps de confinamiento | : 4.00 cm |
| Losas | : 2.00 cm |
| 4.00 TABIQUERIA | |
| El ladrillo para tabiquería será King-Kong de Arcilla, Tipo IV de 18 huecos de 9x13x24cm. con mortero $f_m = 45 \text{ Kg/cm}^2$ JV y JH: 1.5 cm. (Máximo) | |
| 5.00 NORMAS | |
| Normas Técnicas Concreto Armado E-0.60 | |
| Normas Técnicas de Albañilería E-0.70 | |
| Normas de Diseño Sismoresistente E-030 | |
| A.C.I. 2000 | |
| 6.00 IMPORTANTE: | |
| El cemento a utilizarse en la preparación del concreto será PORTLAND TIPO MS, para todos los elementos estructurales | |
| La estructura de la edificación se ha diseñado para dos niveles. | |

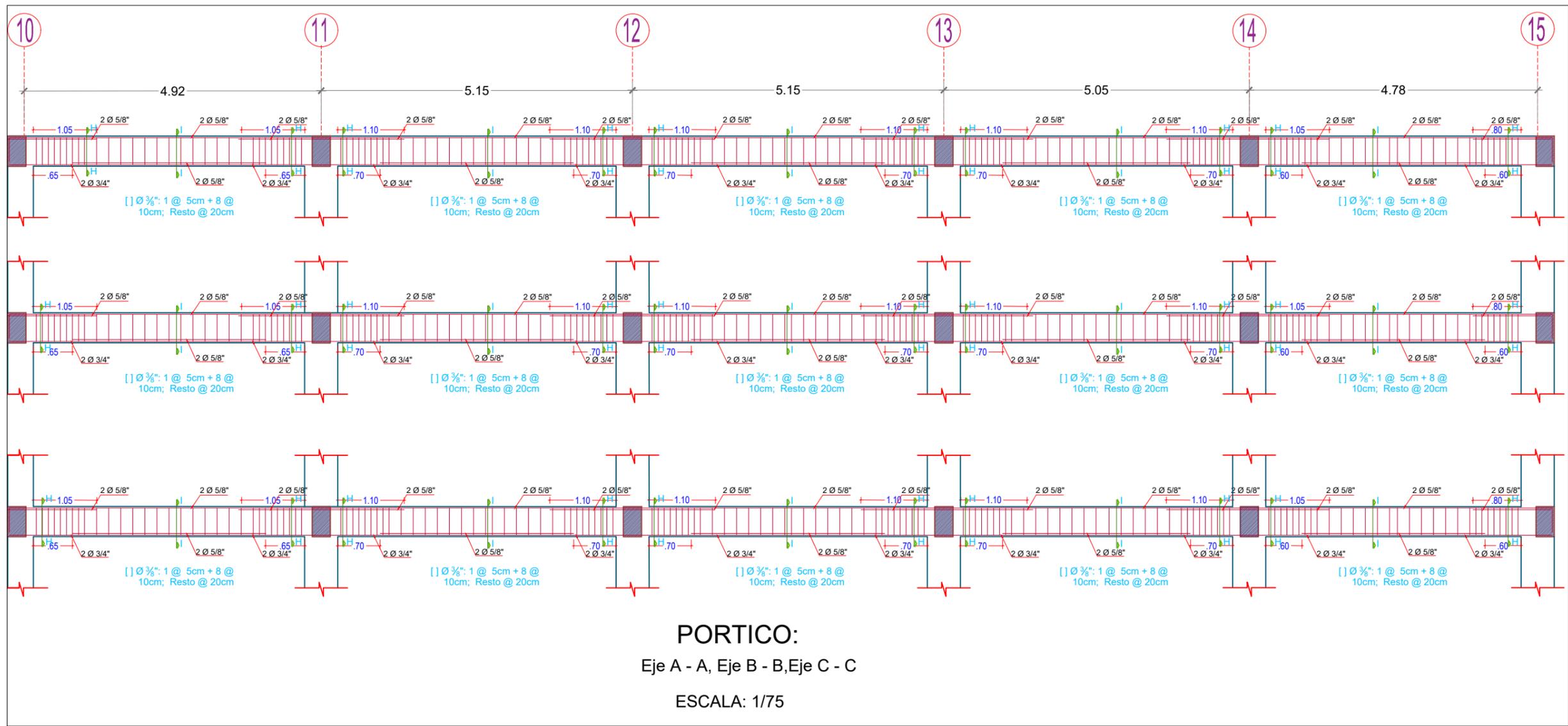
| TRASLAPES Y EMPALMES | | | |
|----------------------|------------------|------------------|--|
| Ø | LOSAS VP VS (cm) | COLUM VP VS (cm) | |
| 6 mm | 30 | - | |
| 8 mm | 40 | 30 | |
| 1/2" | 50 | 40 | |
| 5/8" | 50 | 50 | |
| 3/4" | 70 | 50 | |
| 1" | 120 | 90 | |

| LOSAS Y VP VS | | COLUMNAS | |
|---|--|--|--|
| | | | |
| NO SE PERMITIRAN EMPALMES DEL REFUERZO SUPERIOR (NEGATIVO) EN UNA LONGITUD DE 1/4 DE LUZ DE LA LOSA O V P A CADA LADO DE LA COLUMNA O APOYO | | LOS EMPALMES L SE UBICARAN EN EL TERCIO CENTRAL NO SE EMPALMARAN MAS DEL 50% DE LA ARMADURA EN UNA MISMA SECCION | |

| ESTRIBOS | | |
|----------|-------|--------|
| | | |
| Ø | L | Rmin |
| 1/4" | 10 cm | 1.5 cm |
| 3/8" | 15 cm | 2.0 cm |



| UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA | | |
|---|--|--------------------------|
| FACULTAD DE INGENIERÍA | | |
| ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | |
| TESIS: | Desempeño Sismorresistente del Pabellón "D" de la I.E. San Ramón Cajamarca | |
| PLANO: | ESTRUCTURAS del Pabellón "D" | PLANO N° |
| BACHILLER: | Altamirano Segura, Roiser | 03 |
| ASESOR: | M.Cs. Ing. Mauro Augusto Centurión Vargas | |
| ESCALA: | Indicada | Fecha: Cajamarca de 2021 |



PORTICO:
Eje A - A, Eje B - B, Eje C - C
ESCALA: 1/75

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- 1.00 CONCRETO**
CONCRETO ARMADO:
 Elementos estructurales : f_c=210 Kg/cm² (en general)
- 2.00 ACERO DE REFUERZO**
 Fierro corrugado f_y=4,200 Kg/cm², Grado 50 (en general)
- 3.00 RECUBRIMIENTOS**
 Columnas y V Ps Peraltadas : 4.00 cm
 Columnas y V Ps de confinamiento : 4.00 cm
 Losas : 2.00 cm
- 4.00 TABIQUERIA**
 El ladrillo para tabiquería será King-Kong de Arcilla, Tipo IV de 18 huecos de 9x13x24cm. con mortero f_m=45 Kg/cm² JV y JH: 1.5 cm. (Máximo)
- 5.00 NORMAS**
 Normas Técnicas Concreto Armado E-0.60
 Normas Técnicas de Albañilería E-0.70
 Normas de Diseño Sismoresistente E-030
 A.C.I. 2000
- 6.00 IMPORTANTE:**
 El cemento a utilizarse en la preparación del concreto sera PORTLAND TIPO MS , para todos los elementos estructurales
 La estructura de la edificación se ha diseñado para dos niveles.

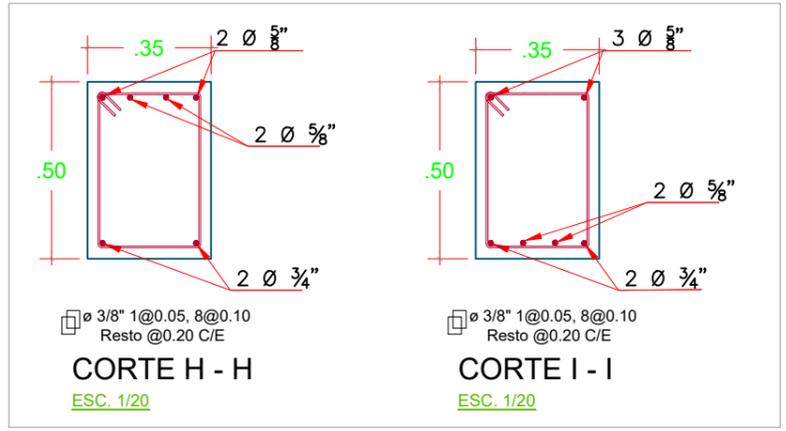
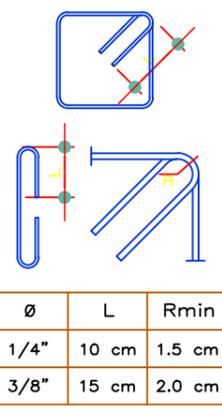
TRASLAPES Y EMPALMES

| Ø | LOSAS VP VS (cm) | COLUM VP VS (cm) | LOSAS Y VP VS | COLUMNAS |
|------|------------------|------------------|---------------|----------|
| 6 mm | 30 | - | | |
| 8 mm | 40 | 30 | | |
| 1/2" | 50 | 40 | | |
| 5/8" | 50 | 50 | | |
| 3/4" | 70 | 50 | | |
| 1" | 120 | 90 | | |

NO SE PERMITIRAN EMPALMES DEL REFUERZO SUPERIOR (NEGATIVO) EN UNA LONGITUD DE 1/4 DE LUZ DE LA LOSA O V P A CADA LADO DE LA COLUMNA O APOYO

LOS EMPALMES L SE UBICARAN EN EL TERCIO CENTRAL NO SE EMPALMARAN MAS DEL 50% DE LA ARMADURA EN UNA MISMA SECCION

ESTRIBOS



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

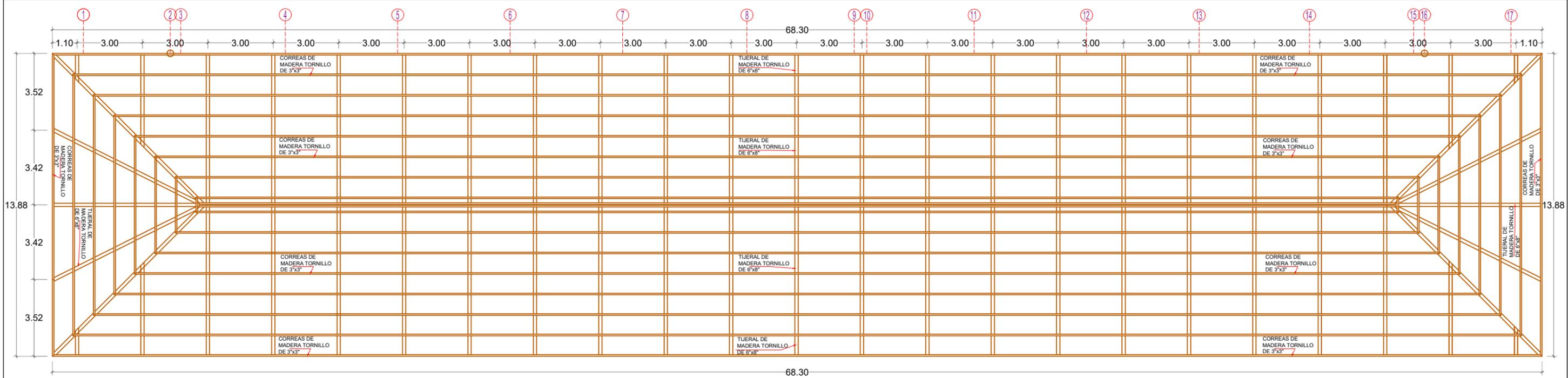
TESIS: Desempeño Sismorresistente del Pabellón "D" de la I.E. San Ramón Cajamarca

PLANO: ESTRUCTURAS del Pabellón "D" PLANO N°

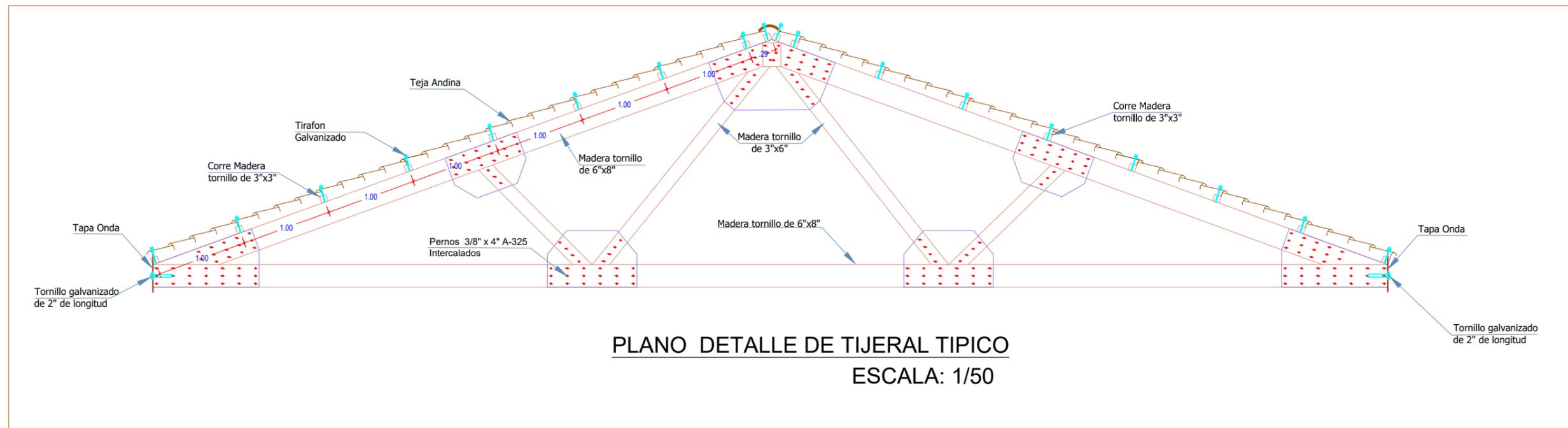
BACHILLER: Altamirano Segura, Roiser **04**

ASESOR: M.Cs. Ing. Mauro Augusto Centurión Vargas

ESCALA: Indicada Fecha: Cajamarca de 2021



PLANO COBERTURA DE MADERA
ESCALA: 1/175



PLANO DETALLE DE TIJERAL TIPICO
ESCALA: 1/50



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: Desempeño Sismorresistente del Pabellón "D" de la I.E. San Ramón Cajamarca

PLANO: ESTRUCTURAS del Pabellón "D"

BACHILLER: Altamirano Segura, Roiser

ASESOR: M.Cs. Ing. Mauro Augusto Centurión Vargas

ESCALA: Indicada

Fecha: Cajamarca de 2021

PLANO N°
05