



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**DIAGRAMA MOMENTO – CURVATURA Y
REFORZAMIENTO POR FIBRA PARA DETERMINAR LA
DUCTILIDAD ÚLTIMA EN LA ESTRUCTURA DE LA I.E.
10924 – CHICLAYO**

**PRESENTADA POR
CARLOS GIAN PIER FERNANDEZ BACA
JUNIOR ALDAIR CORONEL CISNEROS**

**ASESORES
JUAN MANUEL OBLITAS SANTA MARIA
ERNESTO ANTONIO VILLAR GALLARDO**

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

**CHICLAYO – PERÚ
2024**



CC BY-NC-ND

Reconocimiento – No comercial – Sin obra derivada

El autor sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede cambiar de ninguna manera ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**DIAGRAMA MOMENTO – CURVATURA Y
REFORZAMIENTO POR FIBRA PARA DETERMINAR LA
DUCTILIDAD ÚLTIMA EN LA ESTRUCTURA
DE LA I.E. 10924 – CHICLAYO**

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

**PRESENTADO POR:
CARLOS GIAN PIER FERNANDEZ BACA
JUNIOR ALDAIR CORONEL CISNEROS**

ASESORES:
Mg. Ing. JUAN MANUEL OBLITAS SANTA MARIA
<https://orcid.org/0000-0003-3228-8427>
Mg. Ing. ERNESTO ANTONIO VILLAR GALLARDO
<https://orcid.org/0000-0002-8731-7734>

**CHICLAYO, PERÚ
2024**

DEDICATORIA

A Dios, por darme la fortaleza y condiciones de seguir adelante en este trayecto que curso de desarrollo personal.

A mis padres, que forjaron el cimiento tanto en principios éticos como en educación para conmigo y haberme brindado las herramientas necesarias para avanzar en mi camino de desarrollo profesional.

Fernández Baca, Carlos Gian Pier

DEDICATORIA

A Dios quien me guía cada día por el buen camino, me da fuerza y esperanza para lograr mis objetivos y superar todas las adversidades.

A mis amados padres, por su apoyo incondicional y confianza en mí ante todas las dificultades en mi crecimiento profesional y personal.

Coronel Cisneros, Junior Aldair

AGRADECIMIENTO

A Dios, por brindarnos vida y salud para forjar nuestro camino al éxito y en el poder brindar un aporte a la sociedad a partir de nuestros conocimientos adquiridos.

A nuestros padres, que son el sostén y señal de aliento para nosotros y así no desistir y lograr mantenernos en el sendero correcto.

A nuestros asesores, que nos brindaron su apoyo como lo son su experiencia valiosa y capacidad de discernimiento en el arduo proceso de elaboración de la presente investigación.

Asimismo, agradecer a nuestra Alma Mater, la Universidad de San Martín de Porres por su dedicación en la formación de profesionales, capaces de afrontar retos en la sociedad y en el mundo laboral.

**Fernández Baca, Carlos Gian Pier
Coronel Cisneros, Junior Aldair**

ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN	XIV
ABSTRACT	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	
1.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	22
1.1.1 Antecedentes internacionales	22
1.1.2 Antecedentes nacionales	26
1.2 BASES TEÓRICAS	30
1.2.1 Diseño Sobrerresistente	30
1.2.2 Métodos alternativos por ductilidad.	32
1.2.3 Peligro sísmico	33
1.2.4 Peligro sísmico probabilístico	34
1.2.5 Vulnerabilidad sísmica.....	35
1.2.6 Vulnerabilidad no estructural	38
1.2.7 Vulnerabilidad estructural	38
1.2.8 Niveles de sismo según ATC-40	39
1.2.9 Intensidades de afectación.....	40
1.2.10 Diagrama Momento - Curvatura	42
1.2.11 Planteamiento por Momento - Curvatura	44
1.2.12 Normativas para diagramas de momento curvatura....	48
1.2.13 Componentes de fragilidad.....	49
1.2.14 Estado de daño limitado por ductilidad.....	51
	Pág.

1.2.15 Estado de daño limitado por desplazamiento.....	52
1.2.16 Modelo de plasticidad tipo fibra	53
1.2.17 Medidas de desempeño	54
1.2.18 Análisis no lineal.....	55
1.2.19 Espectro de capacidad	56
1.2.20 Diagrama momento - rotación.....	57
1.2.21 Métodos de investigación.....	58
1.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	60

CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.1 HIPÓTESIS.....	65
2.1.1 Hipótesis general.....	66
2.1.2 Hipótesis específicas.....	66
2.2 DEFINICIÓN DE VARIABLES.....	66
2.2.1 Definición Conceptual.....	67
2.2.2 Definición Operacional	70

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 DISEÑO METODOLÓGICO	78
3.1.1 Tipo de investigación.....	78
3.1.2 Diseño de investigación.....	78
3.1.3 Nivel de investigación.....	79
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	80
3.2.1 Población.....	80
3.2.2 Muestra	83
3.3 TÉCNICAS.....	94

3.4	INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN	94
3.5	PROCEDIMIENTO	100

CAPÍTULO IV RESULTADOS

4.1	DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA EN ESTUDIO	102
4.1.1	Referenciación de la muestra en análisis	102
4.1.2	Ubicación Geográfica	103
4.1.3	Ubicación mediante coordenadas UTM.....	104
4.1.4	Configuración estructural.....	109
4.1.5	Normas Empleadas	111
4.2	ANÁLISIS LINEAL DE LA ESTRUCTURA.....	112
4.2.1	Características del material empleado	112
4.2.2	Modelos estructurales	121
4.2.3	Estados de carga y combinaciones de carga	125
4.3	ANÁLISIS SÍSMICO	126
4.3.1	Factores para el análisis.....	126
4.3.2	Análisis dinámico.....	127
4.4	DIAGRAMA MOMENTO – CURVATURA	131
4.4.1	Diagrama momento – curvatura en secciones simplemente reforzadas.	140
4.4.2	Diagrama momento – curvatura en secciones doblemente reforzadas.....	146
4.5	DEFLEXIÓN MÁXIMA Y DUCTILIDAD DEL SISTEMA POR MOMENTO – CURVATURA.	153
4.5.1	Propuesta de Sawyer:	153
4.5.2	Propuesta de Mattock:.....	155

		Pág.
4.6	DIAGRAMA MOMENTO – CURVATURA BAJO REFORZAMIENTO POR FIBRA	156

CAPITULO V DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1	VALIDEZ DE HIPÓTESIS.....	166
	5.1.1 Hipótesis General HG: Ductilidad máxima alcanzada	166
	5.1.2 Hipótesis Especifica H1: Desplazamiento espectral máximo	167
	5.1.3 Hipótesis Especifica H2: $M\phi$ Secciones simplemente reforzadas.	168
	5.1.4 Hipótesis Especifica H3: $M\phi$ Secciones doblemente reforzadas.	169
	5.1.5 Hipótesis Especifica H4: Reforzamiento por fibra.....	170
5.2	CONTRASTACIÓN DE ANTECEDENTES	171
	5.2.1 Antecedente Internacional.....	171
	5.2.2 Antecedente Nacional	173

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

FUENTES DE INFORMACIÓN

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Estados límite para diseño sísmico	34
Tabla 2: Últimos sismos relevantes en el Perú del año 2023-2024.....	37
Tabla 3: Escala de Mercalli modificada (MM).....	41
Tabla 4: Ecuaciones De La Curva Esfuerzo – Deformación Del Acero De Refuerzo	48
Tabla 5: Variable Independiente.....	67
Tabla 6: Variable Dependiente	69
Tabla 7: Dimensiones de variable Independiente.....	71
Tabla 8: Dimensión Variable Dependiente	72
Tabla 9: Variables de la investigación	75
Tabla 10: Pisos de la estructura.....	87
Tabla 11: <i>Coordenadas UTM</i>	104
Tabla 12: Características sísmicas de la I.E. N. °10924 – Artesanos Independientes	107
Tabla 13: <i>Condiciones de Suelo y sitio de la muestra</i>	120
Tabla 14: Parámetros sísmicos	127
Tabla 15: Verificación de la ratio área/peso	128
Tabla 16: Desplazamiento Bloque I – AIP/AULAS	129
Tabla 17: Bloque II – Sum/Aulas	130
Tabla 18: Bloque III – Dirección / Biblioteca.....	130
Tabla 19: Subsanción de irregularidades bloque I	131
Tabla 20: Puntos notables del acero grado 60	133
Tabla 21: Característica del concreto armado en vigas	135
Tabla 22: Detalle de acero transversal.....	136
Tabla 23: Relación entre área confinada y sin confinar.....	137
Tabla 24: Relación del módulo secante del concreto confinado	138
Tabla 25: Puntos de la historia de carga en elementos confinados	139
Tabla 26: Características por curvatura de la sección peraltada.....	142
Tabla 27: Condición de agrietamiento.....	143
Tabla 28: Determinación de hipótesis A.....	144
Tabla 29: Comprobación de la no linealidad	144

	Pág.
Tabla 30: Momento – curvatura última	145
Tabla 31: Detalle sección con doble refuerzo	148
Tabla 32: Agrietamiento en sección con doble refuerzo.....	149
Tabla 33: Verificación de hipótesis.....	150
Tabla 34: Condición de acero.....	150
Tabla 35: Condiciones para el agotamiento del concreto.....	151
Tabla 36: Acero en transición.....	152
Tabla 37: Condición del concreto armado en doble refuerzo	153
Tabla 38: Condiciones de rotación del sistema	154
Tabla 39: Cuadro de deflexión por momento	155
Tabla 40: Condiciones del recubrimiento	158
Tabla 41: Condición bajo 3 fibras del área confinada.....	158
Tabla 42: 10 fibras en sección sin confinar	159
Tabla 43: 100 fibras en sección sin confinar	160
Tabla 44: Comparación de fibras	161
Tabla 45: Discusión de hipótesis General	166
Tabla 46: Discusión de hipótesis específica H1	167
Tabla 47: Discusión de hipótesis específica H2	168
Tabla 48: Discusión de hipótesis específica H3	169
Tabla 49: Discusión de hipótesis específica H4	170
Tabla 50: Discusión de antecedente Internacional.....	172
Tabla 51: <i>Discusión de antecedente Nacional</i>	173

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ilustración riesgo sísmico.....	32
Figura 2. Terremoto en Loreto, Perú, 2019.....	33
Figura 3. Espectro de diseño	35
Figura 4. Modelado lineal de la estructura	36
Figura 5. Comportamiento elástico e inelástico.....	40
Figura 6. Diagrama momento curvatura típico	44
Figura 7. Espectro de diseño	45
Figura 8. Curva esfuerzo – deformación (σ - ϵ) del concreto	47
Figura 9. Deformación unitaria del acero	47
Figura 10. Curva Generalizada	49
Figura 11. Curvas de fragilidad bajo tres estados de daño	50
Figura 12. Muestra de análisis-Institución educativa N.º10924.....	52
Figura 13. Concreto armado se fisura por efecto de tensión	53
Figura 14. Seccionamiento por plasticidad tipo fibra.....	54
Figura 15. <i>Curva de capacidad por enfoque determinista</i>	57
Figura 16. Diagrama Momento Rotación.	58
Figura 17. Visita técnica a la I.E. Artesanos Independientes	68
Figura 18. Identificación de puntos de fallo estructural	70
Figura 19. Determinación de medida de junta sísmica	74
Figura 20. Diseño de Investigación	79
Figura 21. Grupo de control vs grupo experimental	81
Figura 22. Localización de la I.E. Artesanos Independientes Nº10924... 81	
Figura 23. I.E. Artesanos Independientes N° 10924.	84
Figura 24. I.E. Artesanos Independientes N° 10924.	85
Figura 25. Proyección Estructural I.E. 10924.....	86
Figura 26. Toma de medidas en zonas colindantes.....	89
Figura 27. Detalle bloque I	90
Figura 28. Detalle segundo nivel bloque I	90
Figura 29. Detalle primer nivel del bloque II	91
Figura 30. Detalle segundo nivel del bloque II	92
Figura 31. Detalle del primer nivel del bloque III	93
Figura 32. Detalle del segundo nivel del bloque III.....	93

	Pág.
Figura 33. Control de la herramienta dron	95
Figura 34. Toma aérea de la muestra	96
Figura 35. Detalle losa aligerada en la I.E. 10924.....	97
Figura 36. Ensayo de esclerometría in -situ.....	98
Figura 37. Ensayo de esclerometría en Columna T	99
Figura 38. Esclerometría en sección irregular.....	100
Figura 39. Procedimiento de la investigación.....	101
Figura 40. Referencia de la muestra	102
Figura 41. Ubicación geográfica de la I.E. N.º10924.....	103
Figura 42. Georreferenciación de la I.E. N. º10924.....	104
Figura 43. Distribución de la I.E. N.º10924 – Artesanos Independientes	105
Figura 44. Toma de datos del parapeto en pasadizo	106
Figura 45. Mapa de isoaceleraciones para 500 años de periodo de retorno	108
Figura 46. Detalle del primer y segundo nivel del Módulo II.....	109
Figura 47. Representación estructural del tercer nivel – Módulo II	110
Figura 48. Toma del pabellón irregular de la I.E. Nº10924	111
Figura 49. Asignación de características de concreto.....	113
Figura 50. Descripción del acero en Robot Structural.....	114
Figura 51. Descripción de la albañilería confinada.....	115
Figura 52. Modelado 3D en Robot Structural.....	116
Figura 53. Toma de datos de vigas peraltadas en la muestra.....	117
Figura 54. Concreto cargado en Etabs	118
Figura 55. <i>Acero cargado en Etabs</i>	119
Figura 56. Modelado 3D en etabs.....	121
Figura 57. <i>Columnas Tipo L (60x60)</i>	122
Figura 58. Columnas Tipo T (100x60).....	123
Figura 59. Detalle de placa típica en la estructura	123
Figura 60. Detalle de viga típica.....	124
Figura 61. Descripción de peso en la estructura.....	128
Figura 62. Modelo elastoplástico del acero	134
Figura 63. Recorrido del concreto sin confinar.....	134

	Pág.
Figura 64. Recorrido confinado y sin confinar	140
Figura 65. Secciones peraltadas de la muestra	141
Figura 66. Momento- curvatura último	146
Figura 67. Sección doblemente reforzada	147
Figura 68. Punto donde el concreto encuentra el colapso	151
Figura 69. Momento – curvatura para doble capa de acero.....	152
Figura 70. Diagrama de rotación del sistema.....	154
Figura 71. Momento – curvatura por flecha del sistema	156
Figura 72. Representación de la compresión y la tracción teórica	157
Figura 73. Diagrama de momento total entre fibras	161
Figura 74. Diagrama la curvatura entre fibras	162
Figura 75. Momento – curvatura de viga 35x60	163
Figura 76. Momento – curvatura de sección 35x 60 en Etabs	164
Figura 77. Momento – curvatura Manual vs Etabs para columna 35x50	165

RESUMEN

La configuración estructural de las instituciones educativas en el Perú viene tomando cambios en los últimos años es así que analizar cada elemento estructural que conforma a estas edificaciones esenciales toma relevancia y así poder describir la línea de vida dentro de toda su historia de carga permitiendo a la población conocer el nivel de riesgo ante afectaciones sísmicas que puedan suscitarse dentro del área de estudio.

La finalidad de esta investigación es establecer cómo influye el diagrama momento-curvatura y reforzamiento por fibra para obtener la ductilidad última en la institución educativa – Artesanos Independientes N°10924- Chiclayo.

El estudio está formado bajo el diseño no experimental y nivel descriptivo - explicativo, la muestra se rige por el sistema dual de concreto armado que comprende un área construida de 1,083.14 m² y área techada de 811.60 m².

El resultado de la investigación planteó que los elementos no estructurales limitan el recorrido en condiciones sísmicas de las secciones de concreto armado, el diagrama momento – curvatura indicó una condición de agrietamiento ante cargas sísmicas de 8Mw mientras que el análisis aplicando un reforzamiento de fibra coloca a la estructura en una condición de cedencia y de riesgo a colapso bajo cargas sísmicas de 7Mw.

La investigación plantea como solución homologar todos los niveles de la institución educativa y así satisfacer los requerimientos de la norma sísmica peruana, y luego sustenta el añadir acero de refuerzo en el eje horizontal de la muestra para vigas que absorban carga sísmica.

Palabras clave: Momento- curvatura, agrietamiento, colapso.

ABSTRACT

The structural configuration of educational institutions in Peru has been undergoing changes in recent years, so analyzing each structural element that makes up these essential buildings becomes relevant and thus being able to describe the life line within its entire load history, allowing the The population will know the level of risk in the event of seismic damage that may occur within the study area.

The purpose of this research is to determine the influence of the moment-curvature diagram and fiber reinforcement to obtain the ultimate ductility in the educational institution – Artisans Independents N°10924-Chiclayo.

The study is formed under the non-experimental design and descriptive-explanatory level, the sample is governed by the dual system of concrete reinforcement that includes a constructed area of 1,083.14 m² and a roofed area of 811.60 m².

The result of the investigation stated that non-structural elements limit the path in seismic conditions of the reinforced concrete sections, the moment - curvature diagram indicated a cracking condition under seismic loads of 8Mw while the analysis applying a fiber reinforcement places the structure in a condition of yield and risk of collapse under seismic loads of 7Mw.

The research proposes as a solution to standardize all levels of the educational institution and thus satisfy the requirements of the Peruvian seismic standard, and then supports the addition of reinforcing steel in the horizontal axis of the sample for beams that absorb seismic load.

Keywords: Moment- curvature, cracking, collapse.

NOMBRE DEL TRABAJO

DIAGRAMA MOMENTO – CURVATURA Y
REFORZAMIENTO POR FIBRA PARA DET
ERMINAR LA DUCTILIDAD ÚLTIMA EN L
A ES

AUTOR

CARLOS GIAN PIER FERNÁNDEZ BAC JU
NIOR ALDAIR CORONEL CISNEROS

RECUENTO DE PALABRAS

26027 Words

RECUENTO DE CARACTERES

144514 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

199 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

37.2MB

FECHA DE ENTREGA

Aug 27, 2024 10:27 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Aug 27, 2024 10:29 AM GMT-5

● 10% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 9% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 6% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)



Biblioteca FIA

María Viquez Claros
Bibliotecóloga

INTRODUCCIÓN

Analizar cada elemento sísmico que conforman los marcos estructurales de una elevación de gran importancia como lo es una institución educativa cuya premisa es servir de acopio antes catástrofes, toma gran relevancia, es por ello que al sectorizar cada sección y ver su recorrido lineal y plástico otorga una información del transcurso de vida que tomara cada elemento sismorresistente hasta llegar al punto de fallo.

Es así como toma relevancia un análisis por momento – curvatura y la metodología de sectorización por fibra bajo la premisa de lograr describir la falla frágil o dúctil que alcanzará los elementos sísmicos de la estructura.

Toda edificación esencial de tipo A-II catalogada así por la normativa sísmica peruana deberá ser homogénea en todos sus niveles, caso contrario se deberá corregir estos puntos en conflicto, el cual es el caso de la presente investigación que busca dar una nueva solución ante típicas problemáticas.

El problema general que da origen a la presente investigación es el siguiente: ¿Cuál es la influencia del método diagrama momento-curvatura y reforzamiento por fibra para obtener la ductilidad última en la I.E. 10924-Chiclayo?

Es así que el objetivo general es el siguiente: Determinar la influencia del método diagrama momento-curvatura y reforzamiento por fibra para obtener la ductilidad última en la I.E 10924- Chiclayo.

Asimismo, se formula el primer objetivo específico: Determinar la ductilidad última alcanzada por desplazamiento espectral máximo admitido en la I.E N° 10924 – Chiclayo, donde se tiene para la muestra en análisis una elaboración del casco estructural con las normativas locales peruanas de diseño para la parte lineal obteniéndose por límites en el recorrido espectral.

El segundo objetivo específico es generar el diagrama momento - curvatura para las secciones simplemente reforzadas, para ello se aplicó verificaciones como la comprobación si esta sub- reforzada ante cargas laterales, verificación de agrietamiento, cedencia y agotamiento de los elementos sísmicos por diagrama momento – curvatura.

El tercer objetivo específico es generar el diagrama momento – curvatura para secciones doblemente reforzadas, que toma importancia en vigas acarteladas o vigas peraltadas donde recibirá mayor carga repartida, en este caso se toman dos hipótesis falle el acero o el concreto que se traduce en falla dúctil y falla frágil respectivamente.

El cuarto objetivo específico es determinar la ductilidad última al aplicar reforzamiento por fibra bajo 3, 10 y 100 secciones o fibras en los

elementos resistentes de la I.E 10924 de Chiclayo, para ello se tuvo que estudiar el concreto confinado y el concreto sin confinar por separado y ver como interactúan entre sí en cada corte que se le haga a la sección.

La hipótesis general de la investigación fue la siguiente: La influencia del método diagrama momento-curvatura y reforzamiento por fibra describen un mayor recorrido por ductilidad última.

Esta hipótesis fue comprobada utilizando puntos de análisis como el recubrimiento tanto el que llega al borde del estribo, como asumiendo hasta el borde superior del acero de la sección, para comprobar lo expuesto se compara el momento – curvatura manual del sistema con el diagrama momento – curvatura dado por el software de diseño estructural Etabs v20.

La importancia de la investigación se centra en dar a conocer novedosas herramientas de análisis para el diseño sismorresistente, donde el diagrama momento – curvatura da inicio para la amplia gama de herramientas en el análisis no lineal o ductilidad fuera del rango plástico, donde a la vez existen múltiples estudios, se hace énfasis también en la metodología de la fibra que trata de explicar este punto de transición y como prolongar este cambio de fluencias del acero.

Las limitaciones del estudio fueron el no poder aplicar ensayos destructivos a la muestra ya que estaba operativa y no se quería debilitar

los elementos de soporte a carga y que son pilares tales como columnas y muros de corte, y otros peligros en la zona de estudio como la inseguridad.

La metodología de la investigación fue no experimental de tipo descriptiva porque se trató de dar solución a la problemática de irregularidad en altura de la muestra aplicando herramientas que no se encuentran en la normativa local por lo cual se recayó en utilizar normas extranjeras.

Con miras a discretizar la investigación, la estructura de la tesis comprende seis capítulos. El primero, se presenta el marco teórico donde se plantean los antecedentes de la investigación tanto nacionales como internacionales, tomando como referencia estudios innovadores dentro del ámbito de las estructuras, conjuntamente se plasma las bases teóricas que sustentan científicamente la investigación bajo normativas estandarizadas a nivel internacional, el capítulo termina con Explicación de conceptos fundamentales para comprender referencias mencionadas en la investigación.

En el segundo capítulo, se presentan las hipótesis y variables, que son supuestas respuestas a la problemática que da origen a la investigación, se definen las variables dependiente e independiente en su forma conceptual y operacional, por último, en este capítulo se plasma la operacionalización de variables para resumir los indicadores y dimensiones de estas.

En el tercer capítulo, se habla de la metodología de la investigación en sus partes que fueron: diseño de la investigación donde se habla del tipo, nivel y diseño seguido en el estudio, se referencia también a la población y muestra, donde se indican todas las características físicas y técnicas que se traducen en las condiciones en las que se realizará el estudio, luego se habla de los instrumentos utilizados, aquí se aplicó el vuelo dron a toda la estructura para tener referencia de los puntos donde no se tiene acceso, a la vez también se aplicó el ensayo no destructivo del esclerómetro para tener referencia de la resistencia alcanzada por el concreto, por último se habla del procedimiento o esquema de resumen de trabajo en todo su recorrido y extensión de trabajo.

En el cuarto capítulo, se explicó los resultados de la investigación de acuerdo a la matriz de consistencia, detallando lo obtenido para satisfacer cada uno de los objetivos específicos, para así poder sustentar las conclusiones y recomendaciones.

En el quinto capítulo, se hace la contrastación de hipótesis tanto general como específicas, y también con los antecedentes tanto nacional como internacional.

Por último, se finaliza con las conclusiones y recomendaciones que son el sustento del aporte de la investigación para con la problemática que presenta la muestra en análisis a la vez servirá como fuente de referencia para trabajos de la misma índole.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes de la investigación

1.1.1 Antecedentes internacionales

Dogu & Menkulasi (2022); pretenden aproximar el momento flector de vigas en sistemas estructurales con estructura de anclaje de tipo A, B y C en el estado de plasticidad presentado en el estudio. Los autores aplicaron el método de la curva de momento y pretendieron determinar el momento de rotación de las piezas rotas, el artículo expone la creación de ecuaciones destinadas a generar gráficos $M-\phi$ para secciones de formas rectangulares, triangulares, trapezoidales, tensionadas y compresión. Los puntos del diagrama, incluyendo los más importantes: momento de fisuración, momento de tensión del acero y momento de rotura con sus correspondientes curvaturas, se calculan Tomando en cuenta una distribución parabólica para los esfuerzos de compresión y una distribución lineal para los esfuerzos de tracción en el concreto, a la vez que en el acero se supone que las tensiones de tracción y compresión son bilineales. En los resultados finales de durabilidad se logró una relación de desplazamiento de 1 a 2,75 con respecto al desplazamiento del base absorbido por la carga axial del marco. También recomienda refuerzo de fibra en tramos vulnerables, en cuyo caso el hormigón tiene de 3 a 25 tramos. reproducción de la función en concreto confinado según normas ACI, comparando el área mínima y máxima del acero y el efecto del acero pretensado sobre el elemento.

Qi et al. (2021), los autores muestran en su trabajo cómo determinar la capacidad máxima de deformación, la fórmula para la caída de rigidez positiva

y negativa de vigas cajón compuestas en sistemas mixtos de concreto armado y acero estructural en el diagrama de curva de momento. Además, se formó un modelo de orientación-histéresis a partir del punto máximo de momento flector-flexión de vigas cajón de acero y hormigón. Los resultados calculados del modelo de fuerza restauradora concuerdan bien con los resultados experimentales. Se verifica la corrección del método propuesto. El método de cálculo del modelo es simple y claro, conveniente para el cálculo manual y adecuado para aplicaciones técnicas. Donde su aplicación produce piezas más rígidas, acelerando la inversión y el tiempo de aprendizaje. El objetivo del estudio es identificar la capacidad de carga de una losa de concreto y una viga monocapa y una losa de concreto y una viga bicapa, donde se conectan mediante vigas de cortante de manera que la diferencia en la flecha obtuvo 0.0075 mm^2 . Optimización del acero $0,0358 \text{ tn-m}$, que es una resistencia conjunta muy importante de una viga de acero resistente a largo plazo en todo el diseño del edificio y la losa de hormigón. Además, no sólo tiene las ventajas de un peso ligero y una mayor rigidez torsional, sino que también se adapta a la construcción moderna.

Wang et al. (2019), en su trabajo de investigación intentan conocer los parámetros de momento - flexión en muros de corte de RC en forma de T. Los autores muestran cómo la curvatura y la ductilidad son primordiales en el diseño sísmico apoyado en el desplazamiento y la evaluación del desempeño. piezas estructurales. Sin embargo, existen pocos estudios para evaluar la curvatura de muros con alas asimétricas bajo diferentes condiciones de contorno. En este artículo, se realizó un estudio paramétrico en una serie de

secciones de muro en forma de T basado en el análisis de curva de momento. Al investigar el efecto de la relación de carga axial, el contenido de refuerzo, las propiedades del material y los parámetros geométricos sobre las curvas en los estados límite elástico y de fractura, interpretan en detalle la variación de la curvatura con diferentes factores que influyen según los cambios en la profundidad neutra. eje 4941 Con base en análisis de regresión de resultados numéricos para una sección transversal en forma de T, se desarrollan expresiones simples para estimar la rigidez de fluencia y la flexión última de muros con alas asimétricas, y se realizan estimaciones simplificadas de la capacidad de flexión, incluyendo la capacidad a la flexión y la tenacidad al corte. hecho. concluyó En comparación con los resultados experimentales, confirmamos una deflexión en modo plástico de 453,45 lb/ft en la parte más débil de la sección más crítica de acuerdo con las fórmulas propuestas.

Mora & Aguiar (2015); continúan presentando y comparando modelos de momentos flectores y matrices de rigidez simples y complejos para elementos con diversas secciones de rigidez, ya sea en el rango lineal o no lineal. lineal con momento asociado - curvatura para obtener una curva de volumen. Tener este tipo de modelos para trabajar proporciona un diagrama de momento flector que tiene en cuenta la elasticidad de la sección transversal, es decir su potencial para pasar a la región no lineal antes de que se llegue al fallo. consiguiéndose mediante el conocimiento. el comportamiento del módulo de elasticidad (E) y de inercia (I) ($\Phi(\text{curvatura}) = M(\text{momento})/EI$, asumiendo que la falla ocurre por flexión y no por otros tipos de esfuerzos como el cortante. Los códigos de resistencia sísmica regulan un

tipo específico de falla por flexión, donde las estructuras, como los edificios y puentes, se diseñan y construyen utilizando materiales cuyo comportamiento químico y mecánico es predecible. debido tanto a su composición como a su rendimiento, limitados por las regulaciones locales. El acero estructural tiene límites: productividad, tensión máxima y falla dependiendo Según la composición química (hormigón o acero), se pueden utilizar diferentes tipos de modelos de tensión-deformación. El Código ASCE 41, que trata sobre La revisión de seguridad sísmica y la actualización de edificaciones ya construidas, no proporciona Los criterios para establecer diagrama momento-curvatura, sino gráficos de momento-rotación. El artículo concluye comparando estos modelos, resaltando los beneficios y limitaciones de cada uno, así como los diferentes tipos de matrices de rigidez utilizadas para el análisis no lineal. También se menciona una eficiencia de 0,0452 factores por relación de flexión para una viga no plástica en una relación típica viga-plástico.

Almada et al. (2022), los autores sugieren en su estudio que el mecanismo de vigas de concreto armado se puede analizar generando una curva Momento - Curva ($M-\phi$) de la sección. El artículo detalla la creación de fórmulas para producir diagramas $M-\phi$ de secciones transversales de todo tipo en situaciones de tensión y compresión de acero. Los aspectos clave del diagrama, como el momento de fisuración, el momento de tensión del acero y el momento de rotura, junto con sus curvaturas correspondientes, Se calculan teniendo en cuenta una distribución parabólica para las fuerzas de compresión y una distribución recta para las fuerzas de tracción en el concreto. Para el

acero, se supone que las reacciones son lineales. La resistencia a la flexión del miembro se analiza según la norma ACI contrastando la curvatura máxima y mínima correspondiente al área mínima y máxima del acero y el resultado del acero a compresión sobre el miembro. Además, se evalúa la resistencia del elemento antes de que aparezca la primera grieta y se examina la disminución de la resistencia cuando la curvatura del miembro aumenta hasta que el acero se dobla y se rompe. Las secciones que causan una tensión unitaria de 5 tn/m tienen una tensión mínima (0,004 mm) correspondiente al área máxima de refuerzo para satisfacer la ductilidad.

1.1.2 Antecedentes nacionales

Altamirano (2023); intenta conocer la elasticidad e inelasticidad de vigas curvadas y de hormigón armado con fibras. Se centra en investigar la planificación de la estructura de un edificio de varios niveles para determinar su sostenibilidad. cargas y al mismo tiempo la aplicación del hormigón reforzado con fibras como referencia para la aceptación de tensiones, debido a que este método era necesario para la implementación de proyectos de construcción en áreas de bajo o alto riesgo sísmico en Indonesia. Las investigaciones han demostrado que el análisis del refuerzo de fibras es adecuado para evaluar la resistencia a las cargas sísmicas de los edificios. Sin embargo, dado que el diseño estructural de cada edificio da su resistencia nominal, siempre se debe realizar un análisis de desempeño. El propósito de esta investigación fue evaluar y contrastar el rendimiento estructural de edificios en áreas de riesgo sísmico bajo, medio y alto representadas por Palembang, Yakarta y Palu. Se concluyó que en la región de peligro elevado

sísmico de Palu se produjeron 79.744 mm en la dirección lateral y 51.656 mm en sentido de los ejes X e Y. La deriva lateral más pequeña se produjo en la zona de bajo riesgo sísmico de Palembang a lo largo de los ejes X e Y, 59.401 mm y 38.378 mm, respectivamente.

Espinoza & Quinto (2018); quiere proponer una circulación con secciones infinitesimales tanto en concreto cerrado como libre, para luego tomar estos resultados, que ya han sido definidos como parámetros para el análisis y diseño no lineal del concreto, el siguiente paso fue identificar un determinado requisito. parámetros y normas de aprobación apropiados para la evaluación cuantitativa de los niveles de desempeño. Los parámetros de demanda generalmente incluyen fuerzas máximas y deformaciones de elementos estructurales y no estructurales, derivas de pisos y aceleraciones de pisos. Se pueden verificar otros parámetros necesarios, como tensiones acumulativas o energía disipada, para confirmar la precisión del análisis y/o evaluar el efecto del daño acumulativo. El propósito de este documento técnico es resumir los aspectos importantes a considerar al considerar las capacidades actuales de los métodos de análisis no lineal y su implementación en la práctica. Su propósito es llegar a un análisis estático no lineal (empuje) utilizando refuerzo de fibras, pero con énfasis en este último, donde el resultado fue llegar a la curva principal: la fuerza general de conexión y la resistencia. . Se utilizó una deformación de 25 mm (o tensión y deformación total) hasta 15 m antes del colapso dado el componente o conjunto estructural para caracterizar la respuesta en el modelo de análisis no lineal.

Galarza (2019); destacó los problemas de durabilidad de las piezas estructurales en su investigación, utiliza un diagrama de curva de momento para ver el efecto de las cargas externas (por ejemplo, terremoto, viento) sobre las cargas internas (flexión, torsión y deflexión), así como considerar las agresivas condiciones ambientales de edificaciones de concreto armado (CR) es uno de los aspectos más significativos que impactan la capacidad estructural. La corrosión provoca un cambio en las propiedades mecánicas de los materiales (concreto armado), como resultado de lo cual disminuye la capacidad portante de las piezas, elementos y de toda la estructura; Se propone un factor de desgaste para el elemento estructural y se ve su efecto en la curva de capacidad de carga. En situaciones en las que las armaduras, además de la reducción de la sección conocida, se evidencia una reducción de la capacidad de flexión de las barras debido a corrosión. Los resultados de las pruebas revelaron valores residuales de alargamiento a carga máxima (Agt) que eran bastante iguales al 50% de rendimiento, excluyendo el efecto de la corrosión. El estudio concluye tratando vigas y columnas como elementos viga-columna no lineales basados en fuerzas basadas en una formulación de flexión iterativa con un método de integración que considera el factor de descomposición por oxidación con deriva plástica que afecta el 17,29%. resistencia a la tracción adecuada, que contribuye directamente a la reducción del 5,17% en la capacidad de resistir a la flexión del concreto.

Zanelli & Paredes (2019); desarrolló un enfoque de integración numérica para investigar una columna circular de concreto de resistencia

normal (NSC) y de concreto de alta resistencia (HSC) reforzada con una barra de polímero reforzado con fibra. PRFV). Los resultados obtenidos mediante el método de integración desarrollado fueron validados por los resultados de las pruebas de ocho muestras de elemento estructurales verticales de concreto reforzadas con barras de GFRP. De estas ocho muestras, cuatro se fundieron con NSC a una capacidad de resistencia a la compresión de 37 MPa y cuatro muestras con HSC a una capacidad de resistencia a la compresión de 85 MPa. En un estudio paramétrico, se investigó la influencia de la resistencia a la compresión del concreto y las relaciones de rigidez longitudinal y transversal de GFRP en el comportamiento momento-curva de columnas redondas NSC y HSC reforzadas con barras de GFRP bajo la influencia de cargas axiales y flexión. Los resultados del estudio paramétrico muestran que el aumento de la relación entre la resistencia a la compresión del hormigón o el refuerzo longitudinal de PRFV conduce a un aumento en la capacidad del momento flector de los elementos estructurales verticales de concreto armado con barras. El confinamiento proporcionado por los cordones de PRFV (refuerzo transversal) mejora tanto el momento flector como la durabilidad de los pilares circulares de hormigón armados con barras de PRFV. Debido a la relación de refuerzo transversal del GFRP, el rendimiento (momento flector y durabilidad) mejoró para las columnas NSC reforzadas con barras de GFRP que para las columnas HSC reforzadas con barras de GFRP.

Huapaya & Palomino (2021); el autor presenta un enfoque estándar para su estudio para obtener soluciones analíticas para el campo de deflexión de ciertas vigas sometidas a patrones de carga convencionales. Las

soluciones se basan en una respuesta trilineal de momento-curva que utiliza un comportamiento de rigidez a la flexión caracterizado por agrietamiento por flexión, respuesta inelástica debido a la expansión de la grieta y la formación de bisagras plásticas completas. Se presenta una metodología de distribución de deflexión y rotación a gran escala para varios casos, incluyendo flexión de tres y cuatro puntos, carga uniforme, momento concentrado y vigas en voladizo. El enfoque propuesto por el autor proporciona expresiones analíticas para curvatura, rotación y flexión en cualquier punto a lo largo de la viga y se correlaciona con la tensión o la distribución de tensiones. Por lo tanto, el procedimiento puede integrarse en un método de diseño basado en la sostenibilidad. Se discute un estudio paramétrico del efecto de los parámetros del modelo en las fases de reacción. Se llevan a cabo varios estudios de caso de hormigón armado con fibras de acero (SFRC), concreto armado textil (TRC) y concreto de alto rendimiento (UHPC) y las respuestas simuladas de carga-deflexión se verifican mediante varias pruebas publicadas. El efecto del tamaño en los límites de servicio de vigas lisas de 0,22 a 8,6 metros se investiga observando las respuestas de momento-curvatura y carga-deflexión en toda la región.

1.2 Bases teóricas

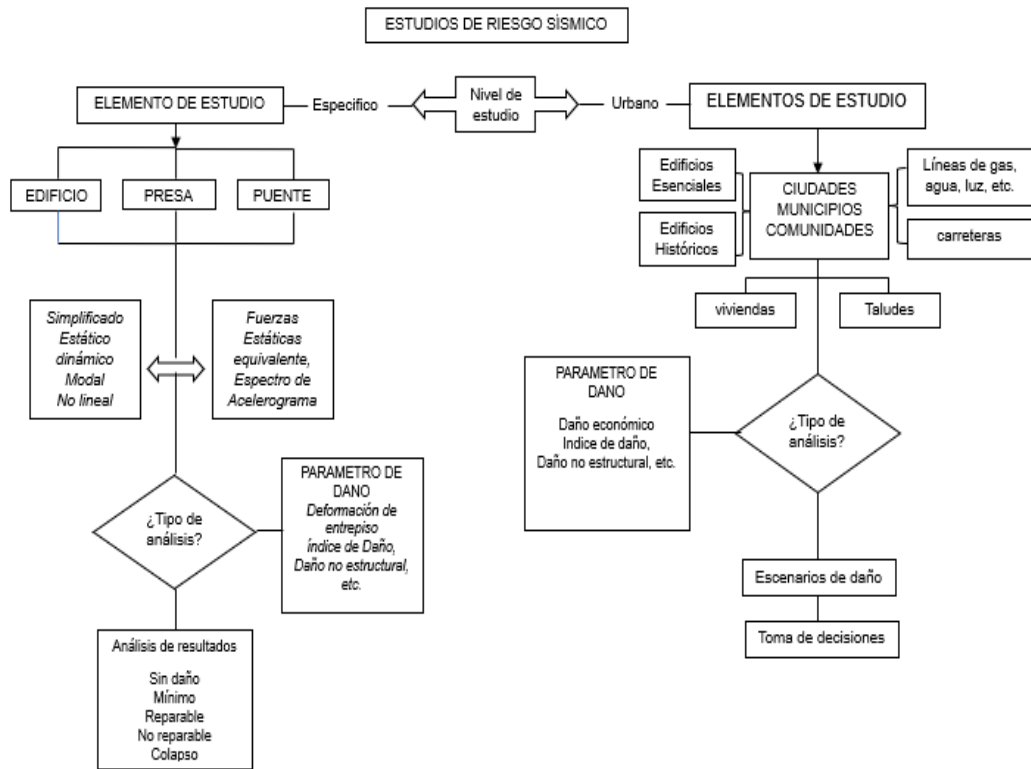
1.2.1 Diseño Sobrerresistente

Almada et al. (2022) sostienen que estos enfoques sólidos tienen como objetivo ofrecer un enfoque fundamentado en el rendimiento para el diseño estructural a terremotos de edificios altos como una alternativa a los procedimientos prescriptivos de ASCE 7 y otras normas incorporadas por

referencia en el Código Internacional de Construcción. (IBC) en los últimos cinco años. El uso del enfoque seleccionado es un enfoque alternativo o no regular que exime uno o más de los requisitos prescriptivos del IBC mencionados anteriormente y depende de la parte resistente a terremotos de los códigos locales. Si se demuestra que, sin la existencia de peligro sísmico, vulnerabilidad sísmica y valor económico, lo que indica el costo de no evaluar la resistencia sísmica inelástica, lo que conducirá a daños sísmicos graves en el futuro, entonces las conclusiones de los enfoques tradicionales. (p. 5).

En la figura 1 se plantea el estudio de riesgo sísmico, tanto para diferentes elementos de estudio como específicos y urbanos con sus diferentes tipos de análisis para entender la magnitud de la vulnerabilidad y la posibilidad que se produzcan estas afectaciones por movimientos sísmicos.

Figura 1. Ilustración riesgo sísmico



Nota. Estudio de riesgo sísmico, basado en un nivel de estudio específico y urbano.

1.2.2 Métodos alternativos por ductilidad.

Almada et al. (2022), señala que Materiales, Diseño y Métodos Alternativos de Construcción son herramientas actualizadas que resultan de las disposiciones vigentes de este Código, que no buscan impedir ni restringir ningún material ni prohibir ningún diseño o método de construcción que no esté específicamente previsto en este código si se aprueba dicha alternativa. Un material, plan o método de construcción alternativo será aceptable si la autoridad de construcción determina que el plan propuesto es satisfactorio y se ajusta a las disposiciones de este código y que el material, método o trabajo propuesto está destinado al propósito previsto.

Figura 2. Terremoto en Loreto, Perú, 2019



Nota. Ocurrido el 26 de mayo de 2019, con una magnitud de 7.5 Mw registrada por el Instituto Geofísico del Perú. Tomado de Perú 21.

1.2.3 Peligro sísmico

Monti & Petrone (2015) denominan el peligro de terremotos a la posibilidad de que una región sufra movimientos tectónicos según la intensidad a la que esté expuesta. Cuando ha ocurrido un evento sísmico, los años entre el terremoto y la siguiente ocurrencia se denominan “período de retorno”, lo cual se muestra en la Tabla 1. Las ondas sísmicas en la corteza terrestre debido a la sismicidad se extienden a una distancia considerable, donde cuanto más se mueven, la amplitud disminuye debido a los efectos de dispersión y amortiguación. En resumen, se menciona que la intensidad sísmica disminuye cuando aumenta la distancia al epicentro.

Tabla 1: Estados límite para diseño sísmico

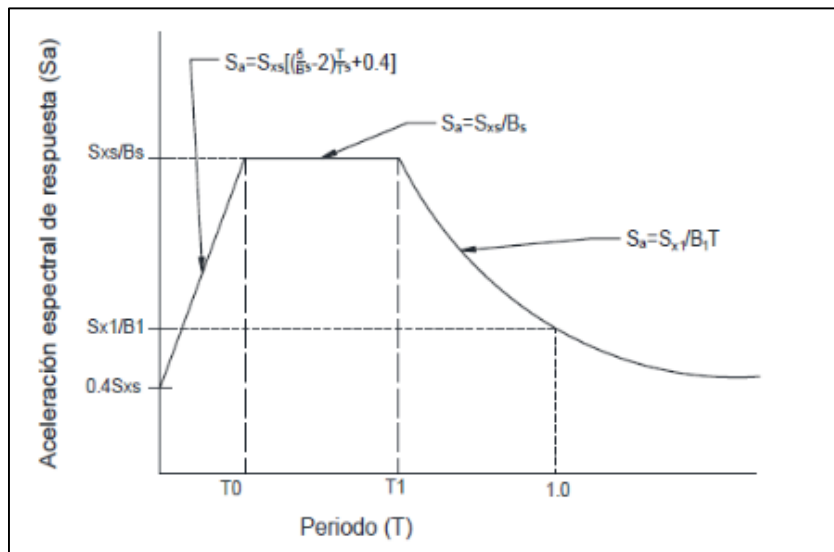
Estado limite	Intensidad sísmica	Periodo de retorno, años
Servicio	Moderada	20-30
Integridad estructural	Severa	50-100
Supervivencia	Extraordinaria	500-1000

Nota. Estados de límite para diseño sísmico con indicador de intensidad sísmica y periodo de retorno en años. Elaboración Propia.

1.2.4 Peligro sísmico probabilístico

Monti & Petrone (2015) muestran que la peligrosidad sísmica probable se debe a la identificación y caracterización de zonas sísmicas que indican una alta peligrosidad latente. Un paso para lograrlo es identificar terremotos o movimientos tectónicos a gran escala que ocurrieron hace años y utilizar métodos probabilísticos para determinar el nivel esperado de vulnerabilidad. Por lo tanto, La correspondencia entre la aceleración espectral y el período determina el nivel de peligro de una ubicación de infraestructura como se menciona en FEMA 356.

Figura 3. Espectro de diseño



Nota. Aceleración espectral de respuesta (S_a) y periodo (T). Tomado de Monti & Petrone (2015).

A la vez en la figura 3, también refiere que el análisis sísmico probabilístico se expresa por medio de curvas de probabilidad anual de superación frente a aceleración espectral, donde su finalidad es definir ordenadas espectrales de acuerdo con la fuerza de sismicidad.

1.2.5 Vulnerabilidad sísmica

Perles (2019) se refiere a la susceptibilidad sísmica como el grado de impacto de un sistema estructural debido a efectos sísmicos, mostrando que se correlaciona bajo el criterio de sensibilidad, respuesta y grado de exposición. Por tanto, forman un parámetro que conecta a la población y su entorno con las dinámicas sociales y organizativas. La Figura 4 muestra cómo el error de alineación y la frecuencia de las ondas sísmicas coinciden con el epicentro.

Figura 4. Modelado lineal de la estructura



Nota. Modelado estructural, pabellón B de la I.E. 10924 Artesanos Independientes.

La vulnerabilidad sísmica es un término de amplio desenvolvimiento donde el Perú se ha visto afectado, siendo más específicos, en la tabla 2 se muestra una relación de sismos que han ocurrido dentro del Perú entre los años 2023 y 2024, brindando características de cada sismo como fecha, ubicación donde ocurrió el sismo y la magnitud de este, información brindada por parte del instituto geofísico de Perú.

Tabla 2: Últimos sismos relevantes en el Perú del año 2023-2024.

FECHA	LOCALIZACION	MAGNITUD (Mw)
04/01/2023	Tacna	4.9
04/01/2023	Pasco	5.0
06/01/2023	Ancash	5.1
20/01/2023	Tacna	4.6
22/01/2023	Nazca	4.8
31/01/2023	Tacna	4.9
03/02/2023	Lambayeque	4.7
09/02/2023	Junín	4.8
18/02/2023	Tacna	5.2
26/02/2023	Piura	4.7
02/03/2024	Arequipa	5.3
04/03/2024	Arequipa	4.6
05/03/2024	Arequipa	5.5
09/03/2024	Ucayali	4.8
12/03/2024	Amazonas	5.0
13/03/2024	Tacna	4.9
18/03/2024	Tumbes	6.7
20/03/2024	Arequipa	4.9

Nota. Sismos relevantes recientes ocurridos en el Perú desde el año 2023 hasta la actualidad. Adaptado del instituto geofísico del Perú (2023).

1.2.6 Vulnerabilidad no estructural

Perles (2019), indica que este tipo de fragilidad se dice que está asociada a elementos no estructurales que pueden colapsar debido a un terremoto inminente o que pueden deteriorarse posteriormente. En teoría no son partes estructurales del edificio, pueden ser tabiques, ventanas, revestimientos, parapetos, etc. La importancia de los componentes no estructurales en la construcción ha quedado demostrada por terremotos pasados, ya que los componentes estructurales absorbieron tensiones sísmicas mientras que los componentes no estructurales sufrieron grietas y daños importantes. Por tanto, se puede concluir que los componentes no portantes antes mencionados cambian la respuesta dinámica de la estructura cuando se introducen nuevas excentricidades y producen algún grado de torsión que afecta al edificio. Una prueba de ello es el daño llamado “columna corta” provocados debido a la ausencia de regulación del nivel de vibración que impide el deslizamiento entre pisos y un modelado incorrecto que ignora el rendimiento.

1.2.7 Vulnerabilidad estructural

Perles (2019), señala que la vulnerabilidad estructural es causada por daños al casco o a los sistemas estructurales primarios. Por tanto, su comportamiento depende de cómo responda el edificio global y parcialmente, es decir. en cada nivel, por lo tanto, esto dependerá de los materiales utilizados. Luego se presenta el esquema de resistencia del diseño, el soporte del edificio y los parámetros analíticos, que mostrarán el efecto de las deformaciones del piso.

1.2.8 Niveles de sismo según ATC-40

ATC-40 (1996) establece 03 tipologías de riesgo telúrico

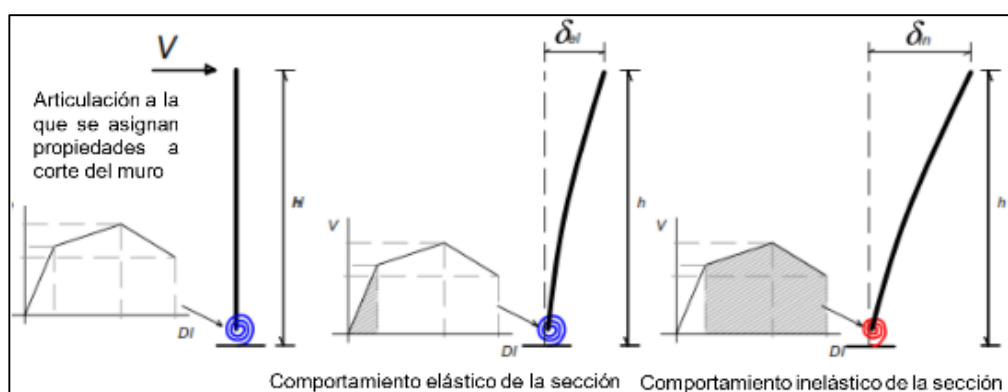
Sismo de servicio: Se trata de un tipo de sismo con un intervalo de recurrencia de 72 años, se espera que más del 50% de los terremotos ocurran dentro de 50 años, sucede de manera habitual este tipo de sacudimiento en el suelo y con una alta tasa de probabilidad que puede afectar a la infraestructura, ya que es retroactivo a nivel medio.

Sismo de diseño: También conocidos como terremotos raros, son un tipo de terremotos con un período de recurrencia de 475 años, que se espera que supere el 10% dentro de 50 años, por lo que estos terremotos suelen afectar a las infraestructuras.

Sismo máximo: Es el tipo de terremoto más alto y por tanto, por su extrema intensidad, tiene mayor impacto en estructuras con un período de 950 años que puede superar el 20% en 100 años y amplitudes de sacudida entre el 25% y el 50%.

En la figura 5, se puede ver como es el comportamiento tanto elástico e inelástico en la estructura de acuerdo con la afectación de una fuerza lateral producto un sismo.

Figura 5. Comportamiento elástico e inelástico



Nota. Comportamiento de sección estructural de tipo muro a fuerza cortante.

Tomado de Nilson (2001).

1.2.9 Intensidades de afectación

Nilson (2021), muestra en el mundo de las fuerzas de ingeniería descritas como movimiento del suelo sobre edificios, como una propiedad en sí misma, teórica y detallada cuando ocurren grandes movimientos del suelo. Es detallado por un observador (experto en la materia), ejemplificando que es de carácter subjetivo porque no utiliza instrumentos.

La intensidad, al igual que la amplitud, tiene diferentes métodos en una variedad de mediciones, en la tabla 3 se muestra la escala más comercial y mayor asertividad es decir la llamada escala de Mercalli modificada (MM).

Tabla 3: Escala de Mercalli modificada (MM)

Grado	Descripción
I	Sin percepción salvo por personas expuestas favorablemente al sismo.
II	Perceptible en niveles altos por pequeña cantidad de personas en quietud.
III	Perceptible dentro de edificaciones, generalmente en pisos superiores, los autos tienden a bambolear sutilmente, duración notable.
IV	Sentido dentro de la edificación por varios, a la intemperie perceptible a algunos, se sacuden ventanas y puertas.
V	Se siente casi por la mayoría, en la noche despierta a las personas, tiende a agrietar ventanas, genera grietas, se puede percibir el balanceo de árboles.
VI	Toda la población lo percibe, genera pánico, objetos pesados tienden a moverse, desplomo de tabiques sin estabilidad.
	Descripción
Grado	Genera un pánico mayor, que la población sale de sus viviendas, daño regular en estructuras nuevas, y considerables en estructuras antiguas, se percibe mientras se está conduciendo.
VIII	Daño poco notorio en estructuras esenciales, de consideración en edificios sólidos, y grave en construcciones

	antiguas, objetos pesados volteados, posible licuación del suelo.
IX	Afectación de consideración en estructuras esenciales, las edificaciones con considerable cantidad de pisos se moverán de sus ejes, grietas notorias, suelo en proceso de licuación, generación de tsunamis.
X	Estructuras de madera destruidas, estructuras con armaduras pierden la vertical, desplazamiento de ejes de los edificios, se presencia tsunamis y deslizamientos.
XI	La mayoría o todas las estructuras de albañilería son derrumbadas, las tuberías subterráneas quedan sin uso, el suelo desciende de nivel llamado hundimientos, genera tsunamis y deslizamientos.
XII	Total, destrucción.

Nota. Ayuda a medir la intensidad de un terremoto basado en Las consecuencias o perjuicios ocasionados por un terremoto en una región específica o comunidad.

Elaboración propia.

1.2.10 Diagrama Momento - Curvatura

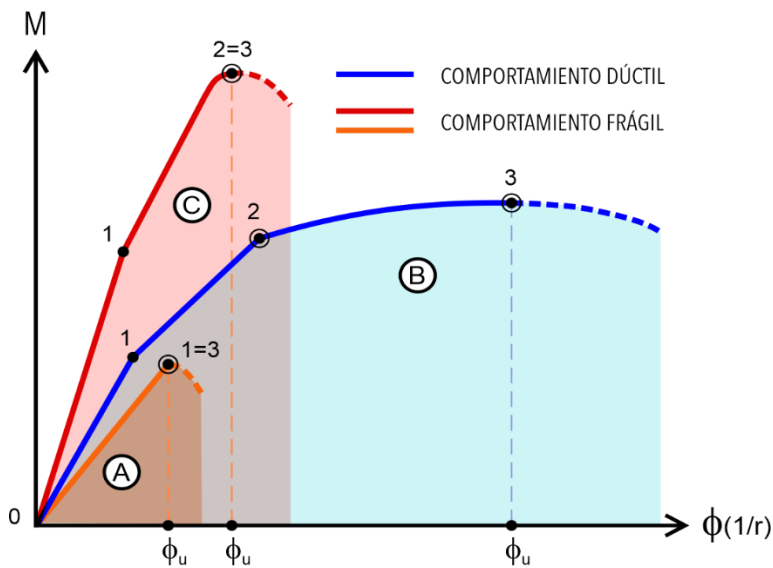
Mora & Aguiar (2015), afirman que el diagrama momento curvatura ofrece información crucial sobre la ductilidad de una sección, es decir, su La habilidad para sufrir deformaciones plásticamente antes de colapsar. Esto se logra al comprender cómo varía la curvatura en función del momento aplicado, mediante la relación $\Phi(\text{curvatura}) = M(\text{Momento})/EI$, donde E es el módulo de

elasticidad e I es la inercia. Se parte del supuesto de que el fallo ocurre principalmente debido a la flexión, excluyendo otros tipos de esfuerzos como el cortante. Estas recomendaciones de diseño son especialmente relevantes en el diseño sísmico de edificaciones que exhiben características particulares de respuesta a los terremotos, típicamente asociadas con estructuras de alta rigidez, incluyendo:

- Un periodo fundamental de vibración que excede considerablemente el segundo.
- Gran influencia de la masa y una respuesta lateral marcada en los modos vibratorios superiores.
- Un sistema de resistencia a las fuerzas sísmicas que garantiza una deriva lateral que coincide con la deformación axial de las paredes y/o columnas.

Nilson (2001) La grafica momento curvatura de construcciones como se muestra en la figura 6, Para edificios de mediana altura, suele existir una capacidad mayor para resistir fuerzas de compresión que de tracción. En el desarrollo de estas pautas, se enfocan en una participación significativa del primer modo de vibración traslacional, que oscila entre el 40% y el 70% del total, con aproximadamente el 90% de la masa participando en cada una de las direcciones principales de respuesta cuando se consideran los primeros tres o cuatro modos de vibración. Aunque los procedimientos delineados en estas pautas pueden aplicarse al diseño sísmico mediante técnicas de Sobrerresistencia, con el apoyo de la relación momento-curvatura.

Figura 6. Diagrama momento curvatura típico



Nota. Diagrama momento curvatura estándar, por comportamiento dúctil o comportamiento frágil. Fuente: Nilson (2001).

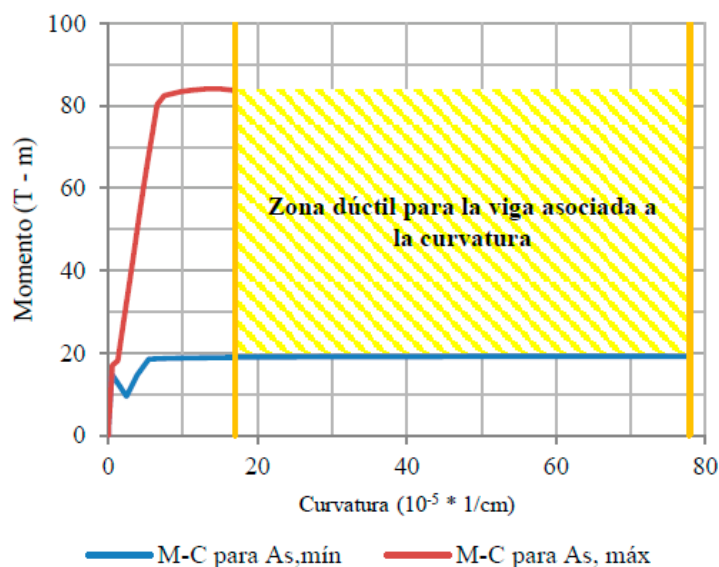
1.2.11 Planteamiento por Momento - Curvatura

Dogu & Menkulasi (2022), muestran que el mecanismo de vigas de concreto armado es posible analizar generando una curva Momento - Torque de flexión ($M-\phi$) de la sección. Su objetivo es desarrollar ecuaciones para producir gráficos $M-\phi$ de secciones transversales de diferente forma con acero sometido a tracción y compresión. El diagrama incluye Puntos críticos de resistencia, como el momento de inicio de fisuración, el momento de fluencia del acero y el momento de fractura, todos determinados considerando la distribución parabólica de las fuerzas de compresión y la asignación lineal de los esfuerzos de tracción en el hormigón, mientras que en el acero se asume que las tensiones de tracción y compresión son bilineales. La resistencia a la flexión del miembro se evalúa según la norma ACI, Comparando la curvatura

máxima y mínima asociada al área máxima y mínima del refuerzo de acero, así como el impacto del acero en compresión en el elemento. Además, se evalúa la rigidez del elemento antes de la primera fisura y se analiza la pérdida de rigidez conforme aumenta la curvatura del elemento hasta que el acero se deforma y falla.

El gráfico Momento-Curvatura muestra los puntos de momento de resistencia interna y su correspondiente curvatura, lo que permite trazar un gráfico de deformación que satisface la adecuación y la armonía de las fuerzas internas. Los puntos más importantes del diagrama, como se ilustra en la Figura 7, son aquellos en los que los materiales del miembro fallan o fluyen, como el momento correspondiente a la fisuración del concreto en tensión y el momento en que el acero fluye o el elemento falla.

Figura 7. Espectro de diseño



Nota. Momento vs Curvatura asociada al área de acero mínima y máxima según Almada et al (2022).

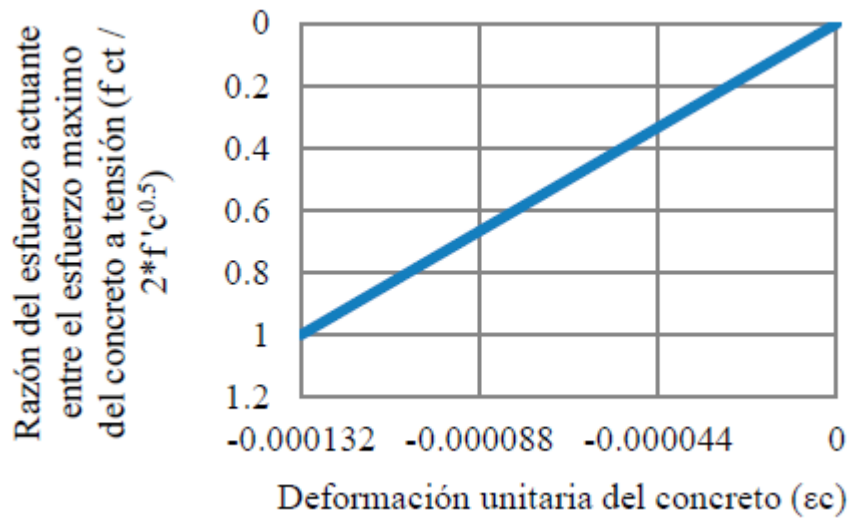
Además, la idoneidad y la consonancia flexibles antes de la rotura posibilita identificar la curvatura del elemento en condiciones operativas o la

deformación del acero bajo tensión. Por lo tanto, se puede utilizar la curva $M-\varphi$ para evaluar el efecto de la resistencia del acero a la compresión, tanto antes como después de la formación de grietas, y desde el momento en que el acero comienza a ceder hasta que ocurre la ruptura del miembro.

Jerves (2018), nos dice que elementos de concreto armado se diseñan según la teoría de la resistencia a la fractura, utilizando varias especificaciones de código. En la mayoría de los casos, se considera una distribución uniforme de los esfuerzos de compresión en el concreto y se ignora su resistencia a la tracción. Sin embargo, para entender el comportamiento del elemento antes de la falla, se considera una distribución parabólica de los esfuerzos de compresión y una distribución lineal de los esfuerzos de tracción en el concreto.

Almada et al. (2022), las características físicas de los materiales pueden ser estimadas utilizando las ecuaciones propuestas para conseguir analíticamente la resistencia del elemento. Para el concreto armado, se emplean curvas simplificadas de tensión-deformación tanto para el concreto como para el acero, en condiciones de tensión y compresión. A continuación, se describen las ecuaciones aplicadas a cada material. Los modelos asumidos y propuestos para el refuerzo permiten aproximar la curva de tensión-deformación ($\sigma-\epsilon$) del concreto en compresión, tanto para concreto libre como confinado., se ilustran en la Fig.8.

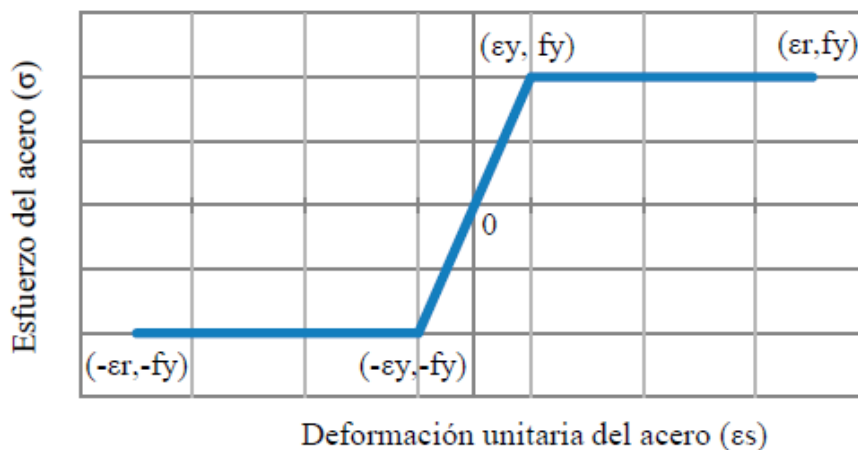
Figura 8. Curva esfuerzo – deformación (σ - ϵ) del concreto



Nota. Curva esfuerzo - deformación a tensión del concreto. Tomado de Almada et al. (2022).

En la figura 9 observamos la curva σ - ϵ del acero de refuerzo en condiciones de tensión y compresión se simplifica a una forma de dos líneas rectas.

Figura 9. Deformación unitaria del acero



Nota. Aproximación de la curva esfuerzo - deformación del acero. Tomado de Almada et al. (2022).

Las ecuaciones correspondientes se encuentran en la tabla 4, donde ϵ_y indica la deformación del acero al inicio del flujo, f_y es el esfuerzo asociado, ϵ_r es la deformación del acero al fallar, E_s es el módulo de elasticidad del acero, y ϵ_s representa la deformación del acero.

Tabla 4: Ecuaciones De La Curva Esfuerzo – Deformación Del Acero De Refuerzo

Rango	Ecuación
Falla por compresión ($-\epsilon_r$) hasta $-\epsilon_y$	$\sigma = -f_y$
De $-\epsilon_y$ a ϵ_y	$\sigma = E_s \epsilon_s$
De ϵ_y a la falla en tensión (ϵ_r)	$\sigma = f_y$

Nota. Ecuaciones según rango, basado en falla de compresión y tensión.

1.2.12 Normativas para diagramas de momento curvatura

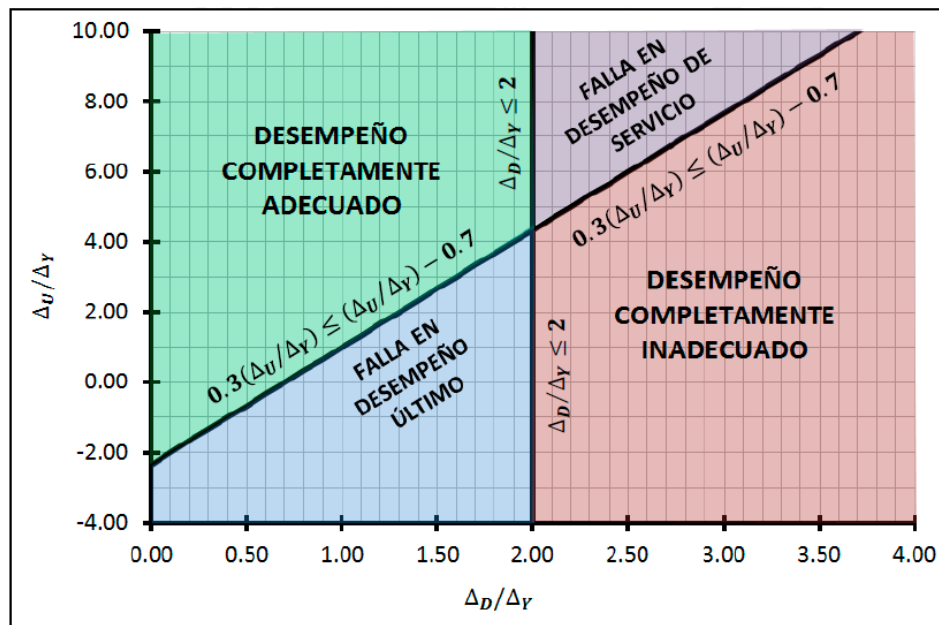
Mora & Aguiar (2015), señalan que en el código ASCE 41, que aborda la evaluación sísmica y el refuerzo de edificaciones existentes, no se proporcionan directrices para la definición de diagramas Momento – Curvatura, sino que se emplean diagramas Momento – Rotación que se basan en las características, el comportamiento y la utilización de las secciones estructurales.

Para aplicar la relación $EI=M/\Phi$, que requiere un diagrama Momento – Curvatura, se pueden utilizar varias técnicas, como el método Bilineal de Interacción Carga axial – Momento, relación de momento constante, segmento finito – resorte finito, o momento curvatura – segmento finito,

entre otros. Además, es posible emplear este diagrama directamente con las rotaciones mediante otros modelos.

Este artículo presentará el método Bilineal de Interacción Carga axial – Momento, el Modelo de Giberson y la Matriz de rigidez Condensada en coordenadas reducidas para su aplicación se puede apreciar la curva generalizada en la figura 10, y también comparará un enfoque para correlacionar la rotación con la curvatura en el método de la longitud efectiva.

Figura 10. Curva Generalizada



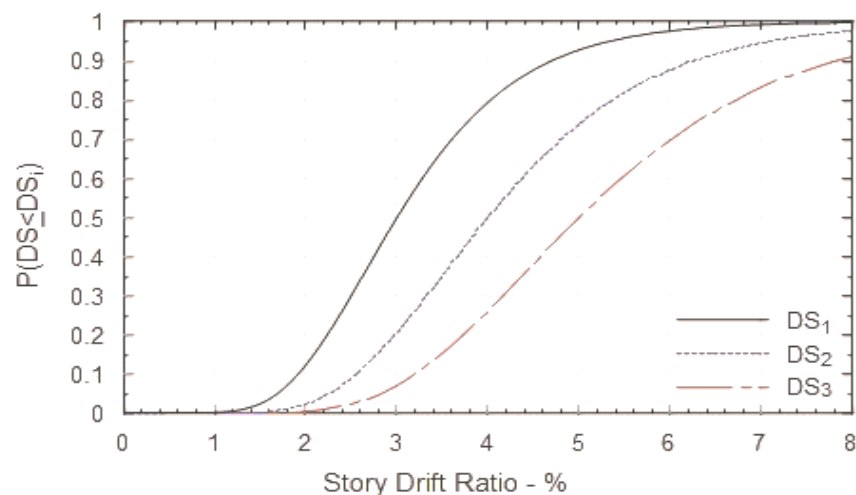
Nota. Curva generalizada Fuerza-Deformación de componentes o elementos. Tomado de Mora & Aguiar (2015).

1.2.13 Componentes de fragilidad

Perles (2019), El diseño estructural para enfrentar cargas que no están relacionadas con terremotos no es abordado en un análisis por histéresis, y

tampoco se considera en este documento el diseño de componentes no estructurales, excepto el revestimiento exterior, para resistencia sísmica. El diseño de estas cargas y sistemas debe cumplir con los requisitos pertinentes del código de construcción u otras alternativas apropiadas que tengan en cuenta las características de respuesta específicas de las estructuras de edificios altos.

Figura 11. Curvas de fragilidad bajo tres estados de daño



Nota. Estados de daño de cualquier desperfecto que comprometa o afecte los elementos estructurales. Tomado de Perles, (2019).

En la figura 11 mencionamos las curvas de fragilidad usadas en la ingeniería estructural para analizar la consecuencia en los elementos sísmicos debido a movimientos abruptos del suelo, ello guarda relación con el diagramado momento – curvatura ya que este es la base para el análisis no lineal donde se plantea la fragilidad de los elementos sismorresistente.

La fragilidad en conjunto con sus componentes conforman la curva de capacidad de una elevación o estructura en altura, donde también participan las curvas de fragilidad que están acorde a un correcto desplazamiento espectral intuitivo, y poder formar así un cimiento que garantice el correcto

comportamiento, para ello es necesario plantear los diagramados de momento – curvatura y momento – rotación condicionando a limitar el colapso por falla frágil del sistema y persiga su correcta línea de vida , sirviendo de salvaguardo ante seísmos.

1.2.14 Estado de daño limitado por ductilidad

Monti & Petrone (2015), señalan que en muchas ocasiones, las fallas sísmicas se han relacionado con construcciones que no cumplen con la intención original del diseño. Las estructuras diseñadas bajo estos criterios pueden necesitar una deformación no lineal significativa en sus componentes estructurales. La ausencia de una garantía de calidad adecuada en la construcción podría resultar en un funcionamiento inadecuado de la estructura. El proceso de diseño y determinación de los desplazamientos laterales para edificios diseñados con refuerzo de fibra suele requerir más tiempo y esfuerzo en comparación con los diseños que siguen rigurosamente los criterios del código de construcción.

En este caso particular, los criterios están influenciados por la ductilidad observada en la institución educativa N.º10924, que es la fuente de análisis donde se hizo la visita correspondientes, se puede observar en la figura 12.

Figura 12. Muestra de análisis-Institución educativa N.º10924



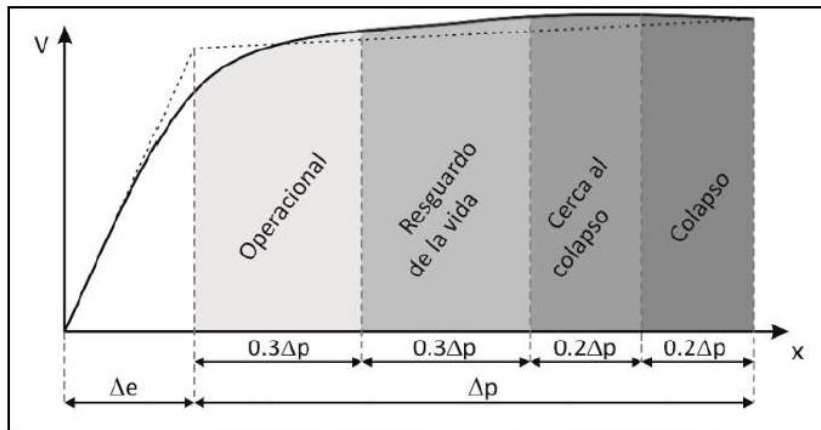
Nota. Institución Educativa N° 10924 Artesanos Independientes, José Leonardo Ortiz, Chiclayo.

1.2.15 Estado de daño limitado por desplazamiento

Perles (2019) Es probable que la mayoría de los edificios diseñados según estas pautas experimenten daños significativos durante terremotos intensos. Algunas partes interesadas podrían considerar que estos daños superan lo razonable y podrían intentar atribuir responsabilidad a los a las partes implicadas en el proceso de diseño y construcción por este rendimiento percibido como deficiente. En tal situación, es posible que se requiera que el ingeniero registrado demuestre haber cumplido con un estándar de cuidado apropiado. Esto podría ser más desafiante en edificios diseñados mediante métodos alternativos que en aquellos diseñados estrictamente de acuerdo con los códigos de construcción.

En la figura 13 tenemos un ejemplo de un concreto que se fisura por tensión, la revisión independiente realizada por expertos cualificados, como se propone en la investigación en curso, debería contribuir a establecer que se mantuvo un estándar de cuidado adecuado.

Figura 13. Concreto armado se fisura por efecto de tensión



Nota. para la barra de sección cuadrada llena, se obtienen las mismas tensiones y deformaciones en el acero que en la sección hueca. Tomado de Perles, (2019).

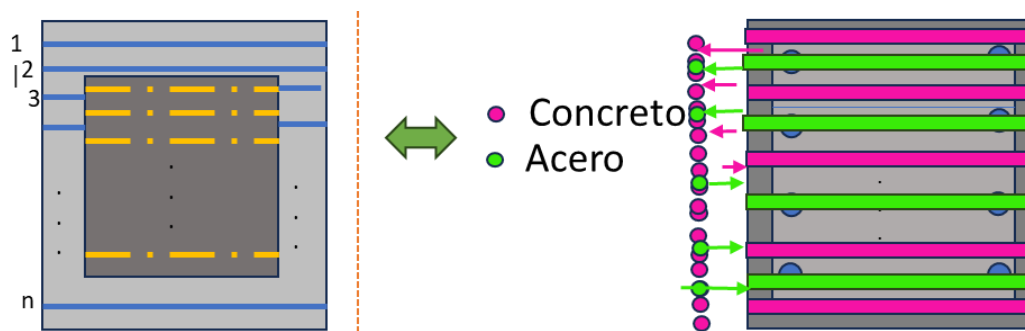
1.2.16 Modelo de plasticidad tipo fibra

Jerves (2018), menciona que los modelos de plasticidad tipo fibra son muy beneficiosos para analizar el comportamiento no lineal de los elementos estructurales a lo largo de su longitud completa. Este enfoque modela de manera más precisa la reacción de un componente al identificar la inelasticidad a lo largo de toda su extensión. Para lograr esto, se introducen puntos de integración que capturan la inelasticidad en las secciones mediante una relación momento – curvatura (a diferencia del diagrama momento-rotación, que requeriría definir la longitud plástica). Sin embargo, aumentar estos puntos no necesariamente mejora los resultados; simplemente agrega datos innecesarios. Idealmente, se busca identificar puntos efectivos en los elementos, aunque esto no sea fácil de lograr. Según algunos ensayos

experimentales, utilizar 4 o 5 puntos en los elementos se acerca más a los resultados numéricos. Además, estos modelos permiten la formación potencial de articulaciones en cualquier ubicación a lo largo del componente, en contraste con el modelo concentrado, donde generalmente se consideran solo en los extremos, aunque en la práctica puedan formarse en otros lugares también.

Tenemos un ejemplo de aplicación del modelo de plasticidad tipo fibra aplicado en una sección estructural tipo viga, que se puede ver en la figura 14.

Figura 14. Seccionamiento por plasticidad tipo fibra



Nota. Análisis para sección por método de plasticidad tipo fibra, tanto para concreto confinado y concreto sin confinar.

1.2.17 Medidas de desempeño

Quispe (2021), señala que esta técnica proporciona una estimación útil para identificar posibles deficiencias en el sistema resistente de un edificio y permite la implementación temprana de correcciones para mejorar su rendimiento esperado. Esto se logra sin la necesidad de utilizar modelos no lineales más complejos y costosos computacionalmente. Para aplicar este

enfoque, se evalúan diversos parámetros relacionados con la rigidez, el acoplamiento de modos, la redundancia y la ductilidad de la estructura. En áreas donde los terremotos de la zona de subducción representan un peligro significativo, un adecuado diagramado por curvatura de los elementos que soportarán cargas sísmicas no requiere términos de profundidad de inferencia al momento de establecer puntos de inflexión. Por lo tanto, se sugieren enfoques deterministas alternativos para considerar los efectos de la inferencia del acero.

1.2.18 Análisis no lineal

El ASCE/SEI 41-19 (2019), nos menciona en su publicación que la plasticidad, según los espectros de peligro uniforme asociados con la no linealidad y los niveles de movimiento del suelo deben traducir el correcto diseño por capacidad en el estado de fluencia de sus elementos , ello conforma un punto crucial a considerar en el diseño de elementos de concreto armado, tal es así que la norma recomienda que los espectros para estos tipos de sismos cuando se tenga irregularidades de diseño deben ampliarse más allá del período fundamental del edificio para incluir las sacudidas de intensidad durante el período de construcción efectivo (prolongado); y se deben tener en cuenta los espectros de respuesta de aceleración en el análisis.

Resulta útil realizar una desagregación para el nivel de movimiento del suelo correspondiente a sismos de gran magnitud (donde se encuentra un sismo de diseño hasta un sismo máximo considerado y para el cual se realizará opcionalmente un análisis del historial de respuesta). La

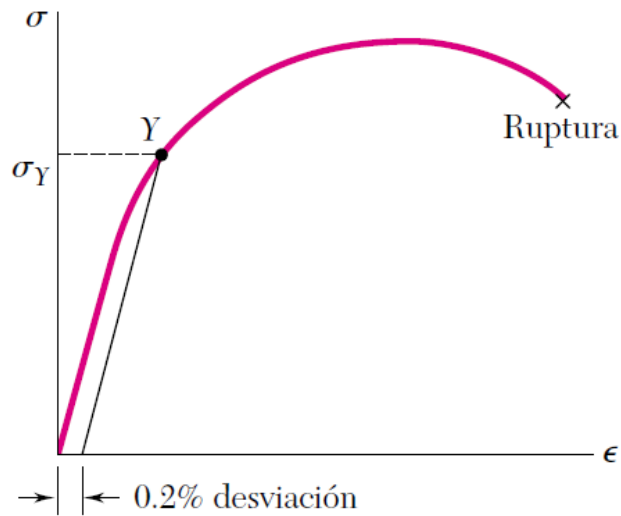
desagregación de los períodos estructurales es esencial para tenerlos en cuenta en la derivación de los espectros por escenarios.

Los resultados de la desagregación ofrecen contribuciones al reforzamiento por fibra de los elementos en términos porcentuales respecto al peligro de movimiento del suelo según la fuente sísmica, la magnitud del terremoto y la distancia de la fuente al sitio.

1.2.19 Espectro de capacidad

Bertoa et al. (2020), nos dice que los espectros se describen como representaciones gráficas de la respuesta de aceleración que ofrecen la forma y la magnitud anticipadas para las series temporales de movimiento de la estructura bajo carga lateral, a menudo utilizadas en análisis del historial de respuesta. Por lo general, los espectros objetivo se establecen para el nivel de movimiento del suelo debido a un terremoto. Sin embargo, en casos donde se requiere realizar un análisis del historial de respuestas mediante el diagramado por momento - curvatura, también sería necesario definir un espectro objetivo. Ver figura 15.

Figura 15. Curva de capacidad por enfoque determinista



Nota. Se define como espectros de respuesta de aceleración que proporcionan la forma espectral. Tomado de Galarza. (2019).

1.2.20 Diagrama momento - rotación

Federal Emergency Management Agency (2020), en su estudio, indican que el diagrama momento - rotación como se ve en la figura 16, Se establece un intervalo basado en los límites de daño, dentro del cual las curvas pueden encontrarse o superarlo. Para elaborar esto, se proponen dos suposiciones, las cuales son:

Hay una probabilidad del 50% de que los desplazamientos espectrales superen o alcancen el nivel de daño previsto.

El diagrama momento - rotación está bajo una distribución log normal, dada por la siguiente ecuación:

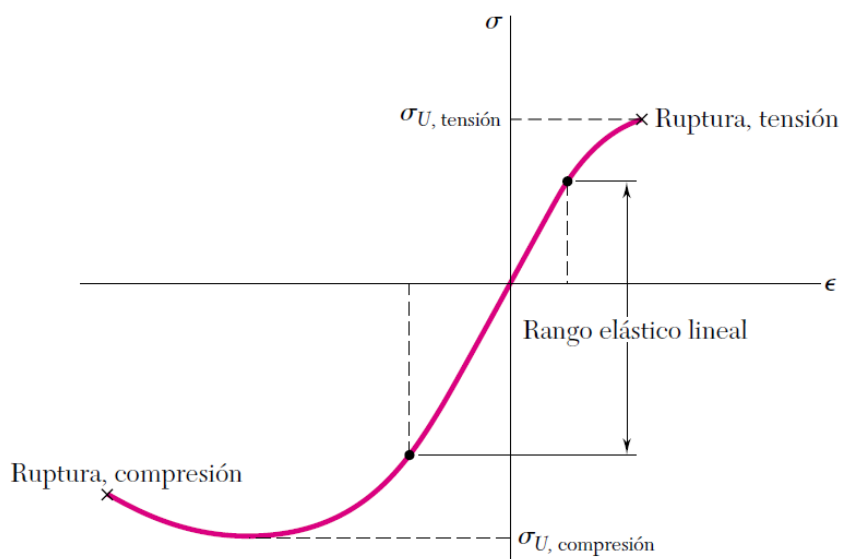
$$P[ds_i/sd] = \Phi \left[\frac{1}{\beta_{ds_i}} \text{Ln} \left(\frac{sd}{ds_i} \right) \right]$$

Donde:

sd = Desplazamiento espectral

β_{ds_i} = desviación est. del log natural de la variable ds_i

Figura 16. Diagrama Momento Rotación.



Nota. Representación de diagrama momento rotación para una viga de Acero. Tomado de Galarza (2019).

1.2.21 Métodos de investigación

1.2.21.1 Método basado en observación de campo

Galarza (2019), el método de investigación y recopilación de datos sobre personas, culturas y entornos naturales se denomina trabajo de campo. Generalmente, este trabajo se lleva a cabo en entornos naturales cotidianos, en contraposición a entornos controlados como laboratorios o aulas. Esto permite a los investigadores obtener información sobre entornos en constante cambio y los individuos presentes. que los ocupan.

El trabajo de campo se emplea principalmente en disciplinas de ciencias sociales como la antropología y las profesiones sanitarias, donde es crucial crear vínculos entre la teoría y la aplicación práctica. En cambio, en las En disciplinas como las ciencias, el enfoque se dirige hacia las propiedades físicas de la naturaleza y los entornos naturales.

1.2.21.2 Método experimental.

Velásquez (2006), se menciona que La experimentación es uno de los métodos centrales en la investigación cuantitativa. Se considera válida solo si el investigador puede demostrar que un cambio en la variable dependiente es consecuencia de la manipulación de la variable independiente. Es esencial en este tipo de estudio establecer una relación de causa y efecto entre los fenómenos, asegurando que los resultados observados en un experimento sean directamente atribuibles a la variable manipulada. Método basado en la opinión de expertos.

Galarza (2019), Indica que, durante el trabajo de campo, los participantes tienen la oportunidad de completar encuestas mediante cuestionarios diseñados previamente para recopilar datos pertinentes sobre el tema de estudio.

Una vez que los participantes responden a las preguntas, los investigadores proceden a la elaboración y análisis de las respuestas proporcionadas para llegar a conclusiones precisas. Es fundamental que las preguntas estén bien estructuradas y redactadas de manera clara y comprensible para asegurar la fiabilidad y validez de la encuesta.

1.2.21.3 Método analítico.

Tala (2019), indica que es un método que descompone un concepto integral en sus componentes fundamentales, partiendo de lo amplio hacia lo específico.

También puede entenderse como un método que comienza desde los fenómenos observados para alcanzar la comprensión de las leyes fundamentales, es decir, desde los resultados hacia las causas. La investigación analítica se centra en comprender los fenómenos mediante la descripción y la medición de las relaciones causales entre ellos.

1.2.21.4 Método analítico probabilista

Tala (2019), El muestreo probabilístico es un método de selección de muestras que utiliza métodos de selección aleatoria. Este enfoque asegura que cada individuo dentro de una población tenga la misma probabilidad de ser seleccionado.

Por ejemplo, si contamos con una población de 200 personas, cada individuo tendría una probabilidad de 1 en 200 de ser elegido. El muestreo probabilístico brinda la mejor oportunidad de generar una muestra que represente adecuadamente a toda la población.

Este método se fundamenta en la teoría estadística para seleccionar aleatoriamente un grupo reducido de individuos (la muestra) de una población más grande, con la expectativa de que las respuestas obtenidas representen de manera fiel la distribución general de la población.

1.3 Definición de términos básicos

Se detallará la terminología con más relevancia usada a lo largo de toda la presentación.

Estructura: Un conjunto de elementos ensamblados para soportar cargas verticales, sísmicas u otras cargas. Estas estructuras pueden dividirse en dos categorías principales: estructuras de edificación y estructuras no relacionadas con edificaciones, como puentes, tanques, entre otros. Norma Ecuatoriana de la Construcción (2014).

Efecto Backstay: El análisis modal indica un incremento en la fuerza de corte de los muros al llegar al primer nivel subterráneo. El análisis modal mediante historia temporal revela un cambio de dirección en la fuerza de corte. Tavera (2019).

Diseño por capacidad: Como su nombre indica, es un método de diseño, no de análisis, que es determinista, lógico y relativamente sencillo. Ha sido desarrollado en Nueva Zelanda en las últimas dos décadas y ha sido adoptado por otros países también. Este método se distingue por considerar las propiedades fundamentales de las estructuras de concreto armado, como las articulaciones plásticas, la ductilidad y la capacidad de resistencia adicional. Untuña (2021).

Histéresis: Es un fenómeno en el cual la relación entre dos o más propiedades físicas está influenciada por el historial de su comportamiento previo. Se refiere principalmente al comportamiento de los materiales estructurales cuando experimentan deformaciones o esfuerzos que exceden su rango lineal o elástico de comportamiento. Una porción considerable de la energía que un material estructural puede disipar durante su respuesta inelástica está vinculada con el área dentro de los ciclos de histéresis. Norma Ecuatoriana de la Construcción (2014).

Coeficiente de variación: Es un indicador de variabilidad que facilita la evaluación de las discrepancias de los datos en relación con la media, así como la dispersión entre los datos individuales. Esta métrica resulta muy útil para comparar eventos y tomar decisiones estadísticas en diversas situaciones. Hernández (2014).

Espectro medio condicional: Se adapta a una aceleración espectral concreta para un intervalo determinado, extrapolando los valores a otros períodos mediante factores de correlación. Este método ofrece una predicción más realista y menos cautelosa de la respuesta del sistema ante un terremoto, ya que el Espectro de Amenaza Uniforme (UHS) no reflejaría adecuadamente las aceleraciones espectrales en períodos distintos al de interés. Velastegui et al (2022).

Modelos ergódicos: La ergodicidad es una condición más estricta que la estacionariedad y puede resultar desafiante demostrar que es una suposición razonable en diversas situaciones físicas. A pesar de esto, en ocasiones se hace la suposición de ergodicidad para simplificar problemas. Westfall & Henning (2018).

Resistencia esperada: Las resistencias mínimas sugeridas deben alinearse con los valores establecidos en el Código Estructural, el cual es de cumplimiento obligatorio en lo que respecta a la durabilidad. Ocola (2019).

Curva de peligro: En el diseño de estructuras destinadas a ocupaciones especiales, esenciales, puentes, instalaciones portuarias y otras infraestructuras no edificadas, se deben considerar varios niveles de riesgo sísmico para garantizar el cumplimiento de distintos niveles de desempeño. Para determinar estos niveles de aceleración sísmica esperada en roca, se emplean las curvas de peligro sísmico probabilístico, las cuales describen la relación entre el valor de la aceleración sísmica en el terreno (PGA) y la probabilidad anual de que se supere dicho valor. Esta práctica está en concordancia con la Norma Ecuatoriana de la Construcción. (2014).

Peligro Sísmico: La probabilidad de excedencia se refiere a la posibilidad, dentro de un período y área definidos, de que ocurran movimientos del suelo con valores cuantificados de aceleración, velocidad, desplazamiento, magnitud o intensidad. Norma Ecuatoriana de la Construcción (2014)

Relación de deriva del piso: El desplazamiento lateral relativo entre pisos, especialmente causado por una fuerza horizontal, se refiere al movimiento medido en dos puntos situados verticalmente en la estructura. Se calcula restando el desplazamiento en el extremo inferior del piso del desplazamiento en el extremo superior del mismo. Norma Ecuatoriana de la Construcción (2014).

Espectro de Diseño: puede ser representado mediante un espectro de respuesta que considera las características geológicas, tectónicas, sismológicas y del suelo específicas del lugar donde se encuentra la estructura. Este espectro, que emplea un nivel de amortiguamiento del 5% en

comparación con el amortiguamiento crítico, se utiliza con fines de diseño para representar los efectos dinámicos del sismo de diseño. Norma Ecuatoriana de la Construcción (2014)

3

CAPÍTULO II: HIPOTESIS Y VARIABLES

2.1 Hipótesis

Para investigar las hipótesis se revisaron documentos primarios, como tesis de grado e informes de investigación, seleccionados por su relevancia, actualidad y confiabilidad en relación con el tema estudiado. También se utilizaron documentos secundarios, como artículos científicos publicados en revistas prestigiosas. La selección de estos documentos siguió los mismos criterios. criterios mencionados anteriormente. Además, se llevó a cabo una búsqueda en internet en páginas de carácter científico, aplicando las mismas exigencias de relevancia y confiabilidad.

Son guías de la investigación: Plantearlas ayuda a entender lo que se está intentando investigar y demostrar, proporcionan estructura y coherencia al estudio.

Favorecen la descripción y explicación: Mediante las hipótesis, el investigador anticipa los elementos del fenómeno en análisis, lo cual facilita la descripción de sus características o variables, basándose en los valores y cualidades que estos poseen.

Permiten la prueba de las teorías: Las hipótesis teóricas no se verifican directamente, sino mediante las implicaciones lógicas que se derivan de ellas. Las hipótesis de trabajo son aquellas que se examinan en la práctica, ya que permiten casos específicos. Sin embargo, respaldar una hipótesis con pruebas fortalece el fundamento conceptual y aumenta la confianza en su afirmación.

En función de estas consideraciones es que se plantean las siguientes hipótesis para la presente investigación:

2.1.1 Hipótesis general

HG: La influencia del método diagrama momento-curvatura y reforzamiento por fibra presenta un mayor recorrido por ductilidad ultima.

2.1.2 Hipótesis específicas

H1: La ductilidad ultima alcanzada a través de análisis sismorresistente supera el drift de 0.007 indica en la norma peruana.

H2: El diagrama momento - curvatura para las secciones simplemente reforzadas ubican a la estructura en un estado de no fluencia.

H3: El diagrama momento - curvatura aplicado en secciones doblemente reforzadas ubica a la estructura fuera del rango plástico.

H4: La variación de la ductilidad última al aplicar reforzamiento por fibra bajo 3, 10 y 100 secciones multilineales mejora el desplazamiento por capacidad en los elementos resistentes de la I.E 10924 de Chiclayo.

2.2 Definición de Variables

En un estudio de investigación, las variables son elementos esenciales que conforman las hipótesis y definen el problema investigado. Existen dos

tipos de variables: las dependientes, que se utilizan para medir o describir el problema, y las independientes, que se emplean para describir la causa que afecta al problema.

Variable Independiente: Diagrama momento – curvatura y reforzamiento por fibra

Variable Dependiente: Ductilidad última

2.2.1 Definición Conceptual

Variable Independiente

El análisis del diagrama momento-curvatura y el refuerzo mediante fibra se fundamenta en la combinación de ductilidad frente a cargas sísmicas el análisis detallado de elementos laterales implica el uso de un modelo estructural minucioso. Esta forma de análisis evalúa la capacidad de respuesta dinámica de los componentes sísmicos de la estructura en cada incremento de la deriva, se puede apreciar en la tabla 5, teniendo en cuenta el efecto de un marco estructural específico utilizado como referencia para este análisis.

Tabla 5: Variable Independiente

Variable	Dimensiones
Diagrama momento- curvatura y reforzamiento por fibra	Análisis en fluencia Análisis sísmico Método de fibra Deformación Máxima Ductilidad Máxima

Nota. Identificación de variable independiente bajo cada una de sus dimensiones.

En la figura 17 se hizo la visita a la muestra para poder determinar la operabilidad de las variables y lograr ubicar los puntos críticos donde se pueda aplicar el análisis momento – curvatura y el ensayo de esclerometría para lograr determinar la resistencia a la compresión cilíndrica del concreto utilizado.

Figura 17. Visita técnica a la I.E. Artesanos Independientes



Fuente. Elaboración propia (2024).

Variable Dependiente

La ductilidad máxima puede describirse cualitativamente teniendo en cuenta su impacto en la seguridad de los ocupantes durante un terremoto, los gastos y la factibilidad de restaurar el edificio a su condición original, el tiempo

de cese de actividades del edificio debido a las reparaciones necesarias, y los impactos económicos y arquitectónicos.

Según ATC-40 (1996) El nivel de rendimiento deseado para un edificio variará según varios factores, como las necesidades funcionales, las políticas, las consideraciones económicas y las de conservación. Por lo tanto, habrá diversas combinaciones de estos elementos, adaptadas a las particularidades individuales de cada edificio, que incluyen su propósito, función e importancia.

Tabla 6: Variable Dependiente

Variable	Dimensiones
Ductilidad última	Análisis de concreto confinado Análisis de concreto sin confinar Diagrama momento curvatura análisis por fibras admitidas

Nota. Identificación de variable dependiente bajo cada uno de sus indicadores.

En la tabla 6 referenciamos a la ductilidad última que según la matriz de consistencia de la investigación referenciada en el Anexo 1, hace alusión al eje o causante de análisis, esta cuenta con dimensiones como el estudio del concreto confinado y sin confinar, donde técnicamente hace referencia al núcleo del elemento de concreto armado y su recubrimiento respectivamente, una dimensión o herramienta de análisis de la ductilidad última en sismorresistencia es el diagramado por análisis de fibras admitidas, es decir seccionando infinitesimalmente a una sección correspondiente a un sistema de concreto armado, analizándose su comportamiento en tracción y compresión de acuerdo a diseño estipulado por cargas sometidas.

En la figura 18 se hizo reconocimiento de las deficiencias estructurales de acuerdo a la norma sísmica peruana y la determinación de acuerdo a

planos de los puntos de inflexión máxima que podrían ser causantes de fallo estructural.

Figura 18. Identificación de puntos de fallo estructural



Fuente. Elaboración propia (2024).

2.2.2 Definición Operacional

Variable Independiente

El diagrama momento-curvatura y reforzamiento por fibra requiere el uso de metodologías externas que son obtenidos a partir del ASCE SEI 41-19, los cuales deben incluir detalles sobre la intensidad, la distancia al epicentro, los tipos de falla y las características sísmicas.

Tabla 7: Dimensiones de variable Independiente

Variable	Dimensiones	Indicadores
		Drifts
	Análisis en fluencia	Amplitudes
Diagrama	Análisis sísmico	Periodos de Vibración
momento –		Método de
curvatura y	Método de fibra	Mattock y Sawyer
reforzamiento por		Fuerza
fibra	Deformación Máxima	Cortante,
	Ductilidad Máxima	Desplazamientos y
		Derivas

Nota. Identificación de variable independiente bajo cada una de sus dimensiones e indicadores. Elaboración Propia.

En la tabla 7 se hace mención a la variable independiente que para la investigación es el diagrama momento – curvatura y reforzamiento por fibra, lo mencionado conforma a las herramientas o metodología de análisis a emplear para llegar a determinar la ductilidad última (variable dependiente), las dimensiones o puntos clave de estudio son el analisis lineal o en fluencia , el planteamiento sismorresistente, la metodología del estudio por fibra de los elementos de concreto armado y la deformación y ductilidad máxima , los puntos en mención traen indicadores como lo es el Drift o recorrido espectral entre niveles , las amplitudes por vibración sísmica, el método de Sawyer y Mattock para el análisis del momento curvatura y momento rotación

respectivamente y por ultimo la obtención de los desplazamiento y derivas en linealidad y fluencia.

Variable Dependiente

Se llevará a cabo una evaluación estática no lineal de acuerdo con las directrices establecidas por las regulaciones de ATC-40, adaptada a diferentes tipos de riesgo sísmico.

Tabla 8: Dimensión Variable Dependiente

Variable	Dimensiones	Indicadores
Ductilidad última	Análisis de concreto confinado	F _c del concreto
	Análisis de concreto sin confinar	Grado de fluencia del acero
	Diagrama momento curvatura	Resistencia admitida
	Análisis por fibras admitidas	Resistencia por fibra 3,10,100 fibras
		Tipo de estribaje

Nota. Identificación de variable dependiente bajo cada una de sus dimensiones e indicadores. Elaboración Propia.

La tabla 8, refiere los indicadores de la variable dependiente, es decir los puntos a tomar en cuenta para poder sustentar con aseveración a la ductilidad última , para ello se ha analizado por ensayo no destructivo la resistencia del concreto, además se verifico y realizo el análisis de acuerdo a las especificaciones técnicas del acero, se conoció la máxima resistencia admitida por diseño de capacidad y sustentada en el expediente técnico, por ultimo se tuvo el aporte de la investigación donde para medir la reducción de

la ductilidad última se planteó el análisis por 3, 10 y 100 fibras de los elementos sísmicos del pabellón en estudio.

La ductilidad última se ve afectada por las juntas sísmicas entre estructuras y ver la separación correcta es vital y es indicador o causante de medida que influye en las dimensiones de la investigación, se hizo la medida de estos aspectos in situ a través de una visita técnica a la institución educativa artesanos independientes.

En la figura 19 se muestra la implicancia de estas juntas sísmicas como factor que limita el correcto desplazamiento de la estructura, se tomó registro de estas medidas y a la vez se analizó las medidas del parapeto ubicado en la esquina de la muestra, que sobresalía y no respetaba la fluencia de su elemento colindante.

Figura 19. Determinación de medida de junta sísmica



Fuente. Elaboración propia (2024).

En la tabla 9 se sintetiza toda la información mostrada previamente sobre las variables dependiente e independiente dándose una definición conceptual del diagrama momento – curvatura y reforzamiento por fibra ósea mencionando la finalidad de determinar los puntos de cedencia y agotamiento de los elementos sísmicos de una elevación obteniendo como respuesta la deformación máxima y ductilidad última en condición inelástica, por otra parte se dio la definición operacional que fue conocer los puntos de agrietamiento, cedencia y fluencia de los elementos sísmicos por dimensiones e indicaciones.

VARIABLE DEPENDIENTE

E-030

Análisis elástico

Desplazamiento Espectral

Deriva plástica

**Ductilidad
última**

Una de las vías para llegar a conocer la ductilidad última de soporte, es generar el análisis momento – curvatura y corroborar con el análisis tipo fibra, y así conocer en promedio la capacidad de deformación de la elevación al momento de interactuar con un seísmo y explicarlo por escalas magnitud – momento.

Lograr explicar la variable requiere de dos planteamientos, uno manual, que es aplicando el método de fibras multilineales en cada sección sísmica bajo 3, 10 y 100 iteraciones y por otro lado usando el software SAP 2000 y generar todos los pórticos estructurales de la muestra y determinar el momento – curvatura para así compararlo con el análisis manual y analizar los puntos en discordancia.

Momento – curvatura de secciones simplemente reforzadas

M ϕ Cedente

M ϕ último

Curvatura

Momento – curvatura de secciones doblemente reforzadas

Factor de reducción de respuesta

VARIABLE DEPENDIENTE

	Secciones multilineales
Plasticidad Distribuida	Momento – rotación
	M ϕ concreto confinado
	M ϕ concreto sin confinar

Nota. Variables de la investigación, identificada bajo su definición conceptual y su definición operacional.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Diseño Metodológico

3.1.1 Tipo de investigación

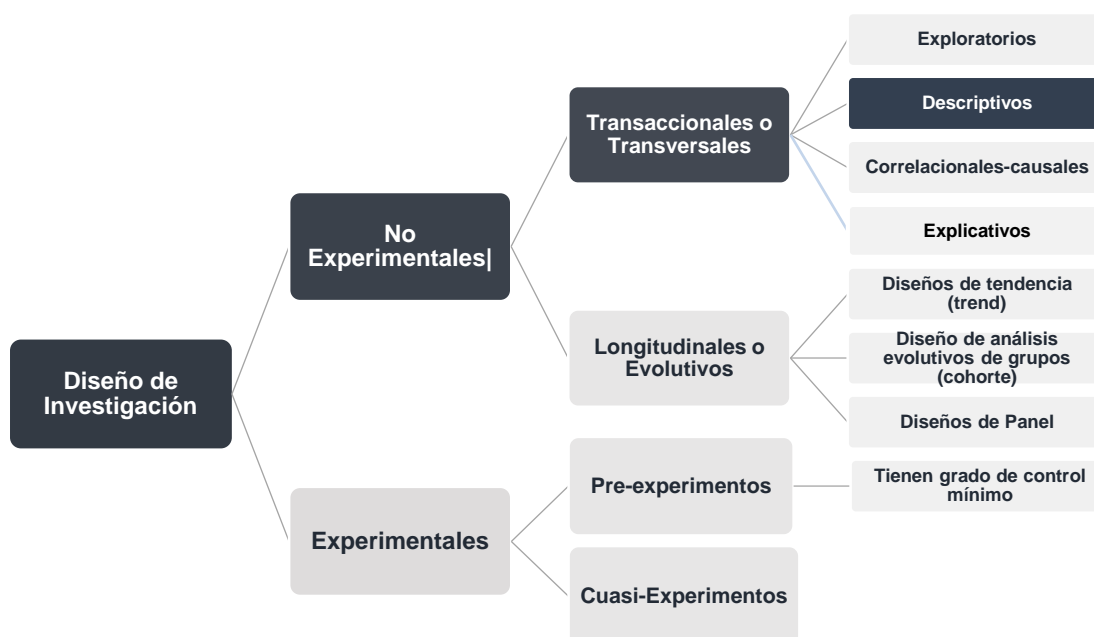
Se trata de una investigación de tipo aplicada, según indica la investigación de Hernández (2014), busca comprender, intervenir, construir y modificar la realidad de un problema. En este caso, se busca evaluar la respuesta ante sismos de un colegio utilizando el análisis dinámico no lineal.

3.1.2 Diseño de investigación

Se propone una investigación de diseño no experimental según Hernández (2014), donde no se generan situaciones nuevas, sino que se examinan situaciones ya existentes al recopilar y analizar datos de la respuesta de una estructura durante un sismo.

En la figura 20 se muestra el recorrido del análisis tomado en cuenta para especificar el diseño de la investigación, además de obtener el carácter que es tipo transversal – descriptivo.

Figura 20. Diseño de Investigación



Nota. Identificación de diseño de investigación. Según Hernández (2014).

3.1.3 Nivel de investigación

Esta investigación presenta un nivel de investigación descriptivo, que implica reunir información detallada sobre el proceso de cálculo, análisis y diseño estructural de una edificación esencial. Además, evalúa el comportamiento sísmico de sus elementos sismorresistentes mediante el uso del diagrama momento-curvatura y el análisis por plasticidad distribuida, siguiendo normativas tanto nacionales como internacionales.

También se considera en primera instancia un nivel de investigación exploratorio, puesto que se inició con la recolección de información teórica referente al nivel de desempeño sísmico y las metodologías empleadas para su desarrollo, así como la obtención de planos arquitectónicos, estructurales y mecánica de suelos de la edificación, esta información ha

sido obtenida de diferentes fuentes, normas internacionales, libros y tesis referentes al desempeño sísmico.

Se presenta un nivel explicativo del análisis momento - curvatura y método de fibra multilínea de la institución educativa que se evaluará, comparando los resultados obtenidos con el planteamiento plástico bajo las mismas metodologías mencionadas, analizando así sus diferencias y semejanzas.

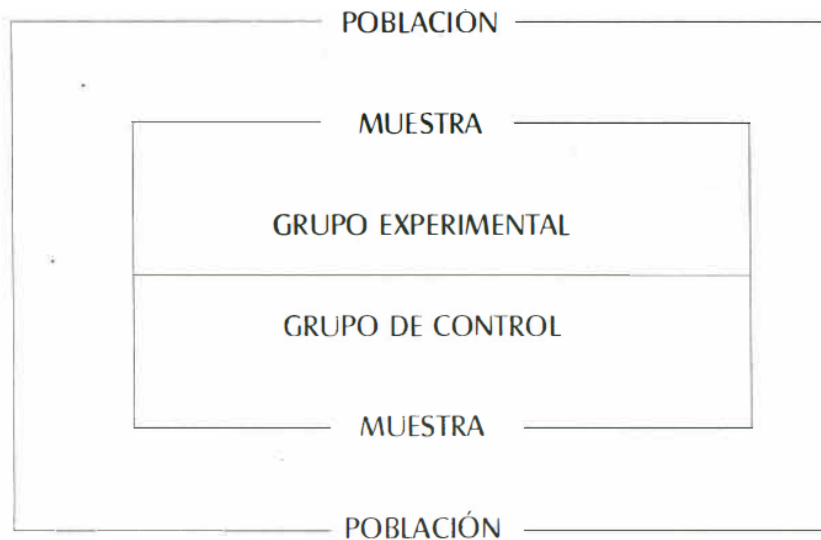
3.2 Población y Muestra

3.2.1 Población

Para determinar la población se divide en dos grupos: uno experimental y otro de control. El grupo experimental es aquel donde se utiliza la variable independiente para controlar su efecto en el comportamiento de los sujetos, para ello utilizamos la herramienta esclerómetro. Un grupo de control permite que la variable independiente sea el único determinante de los cambios experimentados en la variable dependiente. En el siguiente diagrama se pueden ver las relaciones entre la población, la muestra y los grupos.

En la figura 21 se plantea la iteración de los grupos de control y grupos experimental.

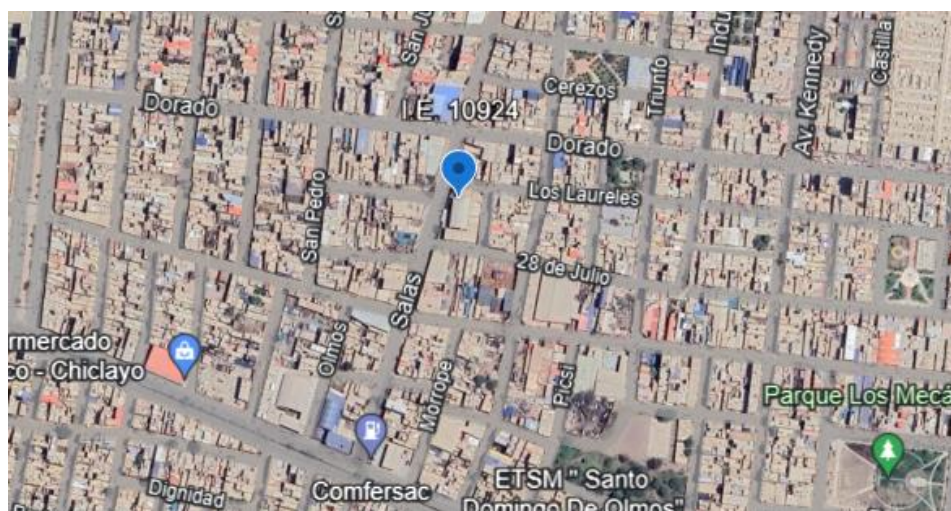
Figura 21. Grupo de control vs grupo experimental



Fuente. Elaboración propia (2024).

La población de estudio se centra en I.E. 10924 artesanos independientes con una estructura de concreto armado, compuesto por 3 módulos. Se ubica en la zona sísmica 4 y tiene un perfil de suelo de 1. Fue construido en el año 2017 con un área techada de 820.25 m² y área de terreno de 1915.22 m².

Figura 22. Localización de la I.E. Artesanos Independientes N°10924



Nota. Identificación de la zona de estudio. Tomado de Google Earth (2024).

En el desarrollo del proyecto se tuvo en cuenta el número y proyección del número de estudiantes de la institución educativa definida en el proyecto de inversión, la extensión del país y los aspectos climáticos del lugar. Las áreas se maximizan basándose en ser extremadamente cautelosos. En este caso se consideró la normativa vigente exigida por el MINEDU, que en este caso es la norma técnica para instituciones de educación básica de primaria aprobada en octubre de 2019; con base en estas áreas y considerando que el área techada de esta escuela es de 820.25 m² y un área de terreno de 1915.22 m², se propuso a consideración 20 aulas para los grados 1° a 6° para clases.

La zona de la institución educativa ha sido aprovechada de manera exhaustiva, planteándose 9 aulas pedagógicas, 01 aula AIP, 01 aula SUM y con batería de baños, cocina, dirección

Se ha evaluado el Proyecto como un sistema a porticado en doble sentido, con techo aligerado.

Se ha evaluado el siguiente tipo de acabados en aulas pedagógicas y aula psicomotricidad:

Muros: Tarrajado y Pintado

Columnas: Tarrajadas y pintadas

Carpintería: Ventanas de aluminio y Puertas de Madera

Pisos: Piso de cemento pulido

Se considerará el siguiente tipo de acabados en SSHH

Muros: Tarrajado y Pintado

Columnas: Tarrajado y pintado

Carpintería: Ventanas de aluminio y Puertas de Madera

Pisos: Cerámico

3.2.2 Muestra

El método de muestreo empleado fue no probabilístico, dado que los autores eligieron la muestra en función de toda la información necesaria para alcanzar los objetivos propuestos. Como muestra de investigación se seleccionó el pabellón irregular de la institución educativa N.º 10924, que consta de tres niveles y un techo. Este bloque está ubicado en la provincia de Chiclayo, parte del departamento de Lambayeque, siendo englobado por las avenidas Ca. Salas, Ca. Los Laureles, Ca. 28 de Julio, Ca. Mórrope.

En la figura 23, tenemos la imagen del colegio tomada con un vuelo dron, donde se aprecia la ubicación de la muestra, y la infraestructura del colegio.

Figura 23. I.E. Artesanos Independientes N° 10924.



Nota. Ubicación de la muestra I.E. 10924

Ubicación

- Departamento: Lambayeque
- Provincia: Chiclayo
- Distrito: José Leonardo Ortiz
- Área: 1,229.36 m²

La infraestructura dispone de tres pabellones, tales como bloque A, B y C. Los bloques A y C están compuestos por 2 pisos, el acceso al bloque C se realiza a través de la entrada principal peatonal, la cual está conectada a la avenida Salas. Además, hay dos escaleras que permiten el acceso a los pabellones A y C mientras que el pabellón B tiene su escalera

independiente para docentes y alumnado. Los tres módulos cuentan con un área de 76 m² cada uno, pero el pabellón B cuenta con irregularidad estructural ya que no presenta con continuidad de sus elementos verticales, los 3 módulos cuentan con pasadizo, en el último nivel se presentan gárgolas para el desfogue de agua y presentan ladrillo pastelero para el aligeramiento de peso en las elevaciones, el sistema estructural seguido por el pabellón en análisis es dual (pórtico y muro estructural).

En la figura 24 se muestra el detalle arquitectónico de toda la institución educativa, lo característico es la homogeneidad de sus pabellones y el aislamiento de la escalera como un solo modulo aislándola de los pabellones.

Figura 24. I.E. Artesanos Independientes N° 10924.

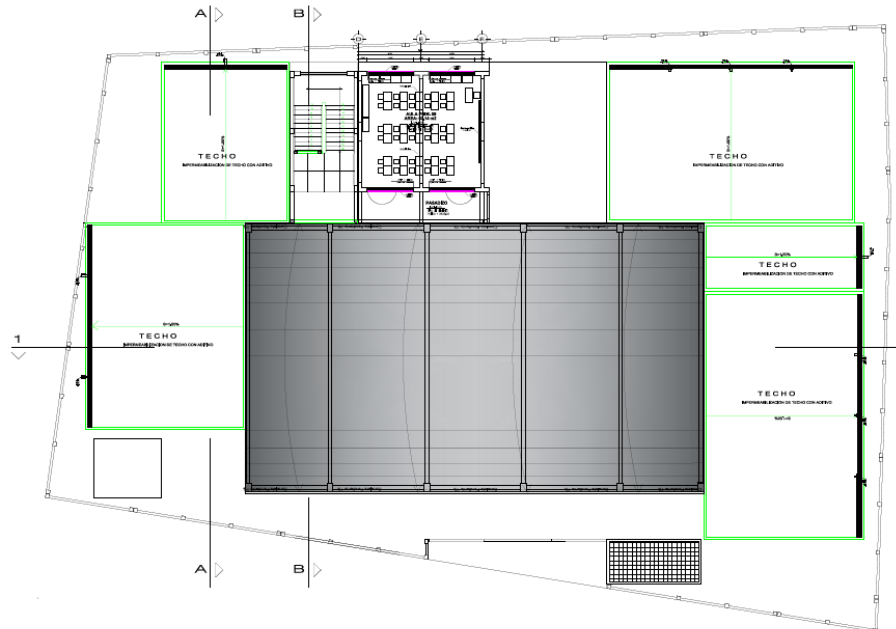


Nota. Planos de la Especialidad de Arquitectura de la I.E. 10924

En la figura 25 esta la proyección estructural del pabellón en análisis que es el B, donde se confirma también que la escalera y el modulo con

irregularidades en altura están completamente aislados, se corroborara con la visita a campo que se cumpla con lo plasmado en plano.

Figura 25. Proyección Estructural I.E. 10924.



Nota. Plano Estructural Pabellón B - Expediente Técnico.

Dentro del sistema se encuentran muros estructurales y vigas profundas con una sección de 0.30 m X 0.70 m en ambas direcciones, columnas en T con una sección de 0.60 m X 0.70 m en ambas direcciones, columnas en T con secciones de 0.60 m X 0.50 m y de 0.40 m X 0.40 m. Además, se encuentran techos aligerados de 0.20 m en una dirección.

Tabla 10: Pisos de la estructura

Bloque	Módulos	N° de pisos
A	1	2
B	1	3
C	1	2

Nota. Distribución de módulos y N° de pisos por bloques. Elaboración Propia.

En la tabla 10, se especifica los 3 bloques que conforman a la I.E. N°10924, donde cada bloque cuenta con 1 modulo, lo peculiar es que el bloque B cuenta con 3 niveles a diferencia de los otros dos bloques.

Para la elaboración de la investigación se ha tenido en cuenta la relevancia de la aplicación de la investigación.

El número y la distribución de los estudiantes de la escuela de acuerdo con lo especificado en el plan de inversión, el tamaño del terreno y las condiciones climáticas de la zona.

El área de la institución educativa ha sido aprovechada de manera exhaustiva planteándose 9 aulas pedagógicas, 01 aula AIP, 01 aula SUM y con batería de baños, cocina, dirección.

El proyecto presenta un sistema a porticado en doble sentido, con techo aligerado, presenta el siguiente tipo de acabados en aulas pedagógicas y aula psicomotricidad:

- Muros: Tarrajeado y Pintado
- Columnas: Tarrajeadas y pintadas
- Carpintería: Ventanas de aluminio y Puertas de Madera
- Pisos: Piso de cemento pulido

Presenta el siguiente tipo de acabados en SSHH

Muros: Tarrajeado y Pintado

Columnas: Tarrajeado y pintado

Carpintería: Ventanas de aluminio y Puertas de Madera

Pisos: Cerámico

Como obras exteriores se tuvo los siguientes puntos en consideración:

Portada Ingreso

Cerco Perimétrico

Patio, Veredas, Junta con brea.

Cisterna y Tanque Elevado.

Instalaciones Eléctricas y Sanitarias.

Se tomaron medidas de sectores colindantes al cerco perimétrico y corroborar estas longitudes de acuerdo a plano y verificar que no se extienda más de lo debido para tener un correcto análisis por diagrama momento – curvatura disminuyendo el margen de error. En la figura 26 se muestra la toma de medidas en zonas perimetrales del área de la muestra de estudio.

Figura 26. Toma de medidas en zonas colindantes



Fuente. Elaboración propia (2024).

Ahora se describirá las metas físicas de estudio para abarcar el máximo de puntos dúctiles por carga sísmica tanto en elementos verticales y horizontales y así tener un promedio y especificar las zonas de fallo y más riesgo para el alumnado y/o personas que acudan en la muestra en análisis

BLOQUE I

Primer Nivel:

En la figura 27 se presenta un plano arquitectónico, del primer nivel bloque I, donde se ubica la muestra en estudio y donde se detalla lo siguiente:

- 2 aulas pedagógicas
- Escalera
- Veredas de circulación.

Figura 27. Detalle bloque I



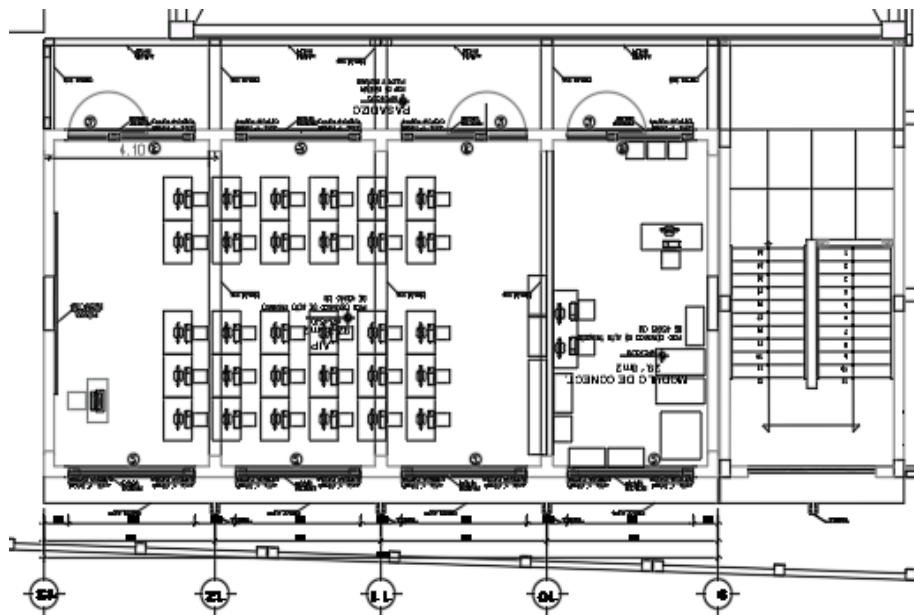
Nota. Elaboración del consultor (2019).

Segundo Nivel:

En la figura 28 se detallan las siguientes características

- Aula AIP
- Módulo de conectividad
- Escalera

Figura 28. Detalle segundo nivel bloque I



Nota. Elaboración del consultor (2019).

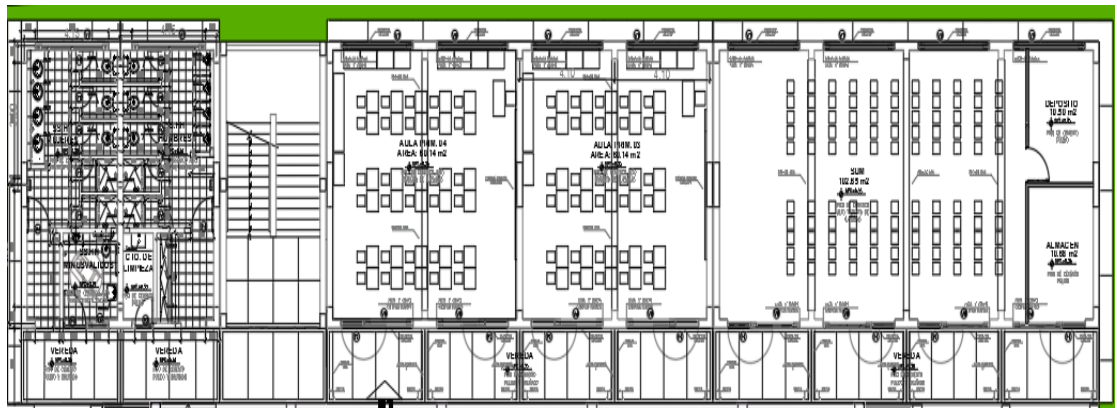
BLOQUE II

Primer Nivel:

En la figura 29 tenemos el bloque II que viene a ser el pabellón donde se ubica la muestra en estudio, se muestra el detalle siguiente:

- 3 aulas pedagógicas
- 1 aula AIP
- 2 batería de baños
- Escalera
- Veredas de circulación.

Figura 29. Detalle primer nivel del bloque II



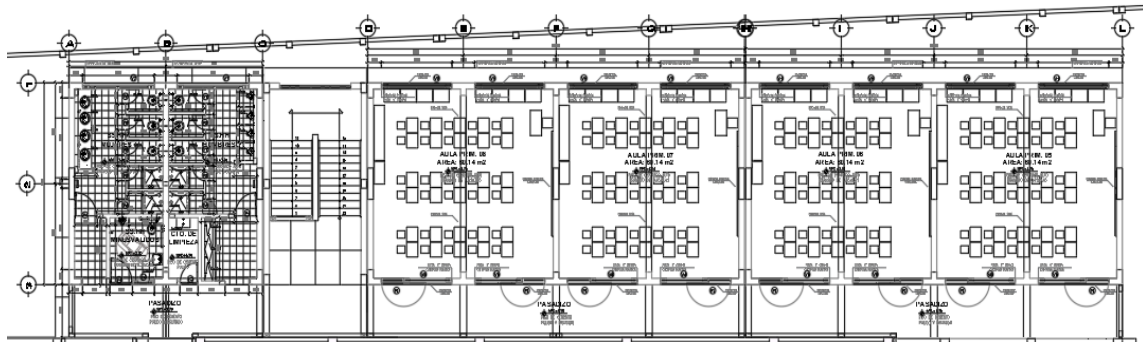
Nota. Elaboración del consultor (2019).

En la figura 30 se muestra el detallado del segundo nivel del bloque II con todas sus características

Segundo Nivel:

- 4 aulas pedagógicas
- 2 batería de baños
- Escalera
- Veredas de circulación.

Figura 30. Detalle segundo nivel del bloque II



Nota. Elaboración del consultor (2019).

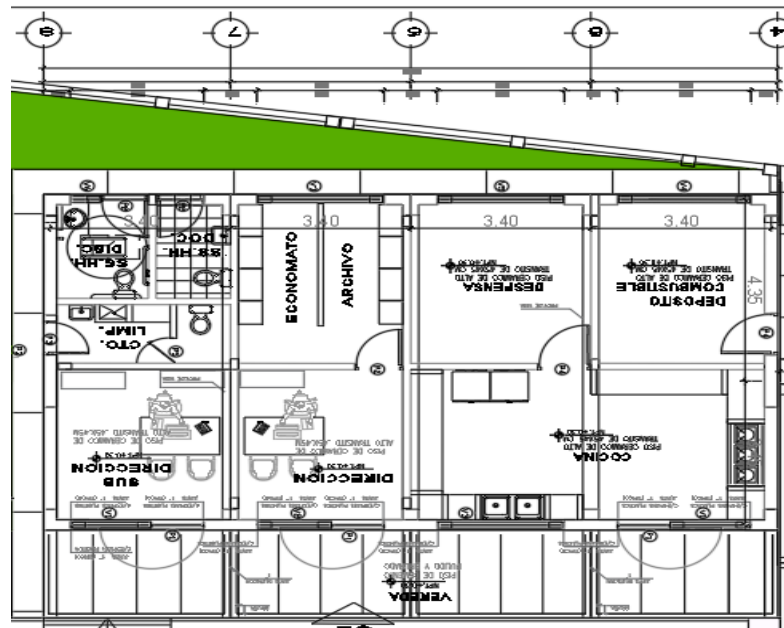
El bloque III es el último pabellón, en la figura 31 se observa el detallado y las distribuciones del primer nivel.

BLOQUE III

Primer Nivel:

- Dirección
- Subdirección
- Cocina
- Deposito
- SS. HH
- Veredas de circulación

Figura 31. Detalle del primer nivel del bloque III



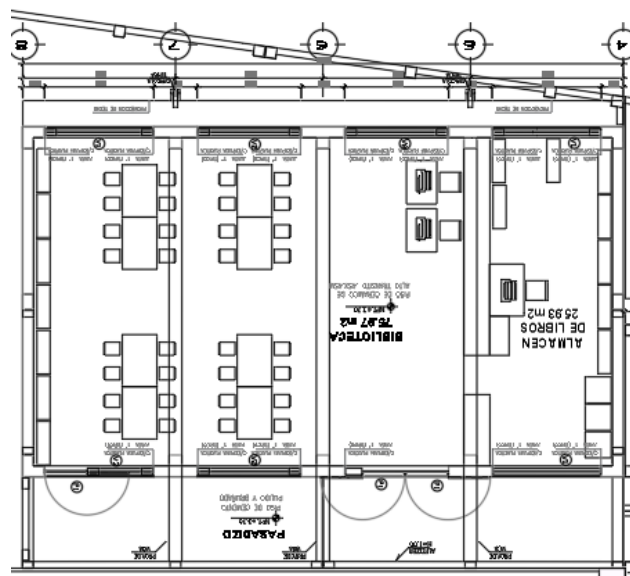
Nota. Elaboración del consultor (2019).

En la figura 32 se observa el detallado del segundo nivel del bloque en mención.

Segundo Nivel:

- Almacén
- Biblioteca

Figura 32. Detalle del segundo nivel del bloque III



Nota. Elaboración del consultor (2019).

3.3 Técnicas

Este tipo de investigación experimenta tanto trabajo de campo como trabajo en oficina para procesar los datos recopilados en el modelado estructural. Se utilizaron planos arquitectónicos y de construcción para recolectar datos sobre el tamaño y ubicación de los componentes estructurales, se hizo un análisis de desempeño para analizar la integridad y el nivel de respuesta de la persona, la estructura simula la respuesta dinámica ante diversos escenarios sísmicos. La observación también fue una técnica importante utilizada para realizar los procesos, el comportamiento y los resultados de la investigación.

3.4 Instrumentos para la recolección

Para la realización de la presente investigación se utilizaron los siguientes softwares: Robot Structural Analysis Professional v.2023, Etabs v.20.3 y por último el software SAP 2000 v.24.0; Para analizar cada estructura, estas aplicaciones fueron de gran ayuda en el análisis de los datos recopilados durante el proyecto.

Medición: En este caso, se utiliza para analizar la curva de momento y el momento de rotación para obtener la información relevante sobre la muestra, sus dimensiones, inercia y brazo rígido. Además de un dron para tener una vista aérea del área a estudiar.

Encuestas: se consultó a un grupo de 10 especialistas para recabar opiniones e información que nos ayudara a identificar el problema en cuestión.

Vuelo dron: Para el registro fotográfico se tuvo el instrumento aéreo dron que fue útil para tomar referencias aéreas y minuciosas tanto de elementos estructurales y no estructurales, en la figura 33 se muestra el mando de la herramienta de toma fotográfica aérea (dron).

Figura 33. Control de la herramienta dron



Fuente. Elaboración propia (2024).

Los resultados de las tomas globales se muestran en la figura 34 donde se denota los alrededores de la muestra, donde no se ve detalle de elevaciones de gran altura, sino que todas están conformadas por albañilería confinada como sistema estructural.

Figura 34. Toma aérea de la muestra



Fuente. Elaboración propia (2024).

En la figura 35 se muestra el último nivel de la estructura donde se ve una losa aligerada con ladrillo pastelero de recubrimiento por dilataciones a causa de calor, se muestra una conservación óptima de la edificación, pero se confirma la irregularidad en altura y la no continuidad de elementos verticales en la muestra.

Figura 35. Detalle losa aligerada en la I.E. 10924



Fuente. Elaboración propia (2024).

Esclerometría: Se realizó el ensayo de esclerometría para evaluar y confirmar la resistencia a la compresión del concreto. y a través de un numero de golpeteos determinados en cada elemento resistente de la muestra se determinará si la dosificación usada en cada sección fue el correcto y de acuerdo a lo planteado por el consultor.

En la figura 36 se muestra el instrumento y la tabla de referencia con los resultados obtenidos, al aplicar el ensayo se cumplió con los estándares de acuerdo con la normativa internacional seguida la cual fue ASTM C805 y la UNE-EN-12504-2.

Figura 36. Ensayo de esclerometría in -situ



Fuente. Elaboración propia.

A la vez también se muestra a continuación en la figura 37, la realización del golpeteo en una columna tipo T de la estructura con un ancho de alma de 50 cm con un ancho de 1m, los resultados obtenidos en este elemento vertical se asemejaron mucho más a la resistencia especificada en el certificado técnico del consultor al levantar la edificación.

Este análisis o ensayo de carácter no destructivo es vital para la determinación del diagramado momento – curvatura ($M\phi$) que es la razón de ser en la presente investigación, y debido a la utilización del equipo es que la investigación puede tomar el rumbo de ser cuasi – Experimental.

La tabla de resultados en la parte alta de la sección T fue de 26.0, 27.0 y 27.0, mientras que en la parte media fue de 27.0, 26.0 por último en la parte baja de la sección se alcanzó un numero de golpeteos de 28.0,

27.0 y 27.0 , lo que se traduce en que la resistencia obtenida llega a una compresión cilíndrica o f_c de 210 kg/cm².

Figura 37. Ensayo de esclerometría en Columna T



Fuente. Elaboración propia.

En la figura 38 se determina en otra sección de iguales características donde se aplicará el método de reforzamiento por fibra que requiere de elementos con alta resistencia a la carga axial.

Figura 38. Esclerometría en sección irregular.

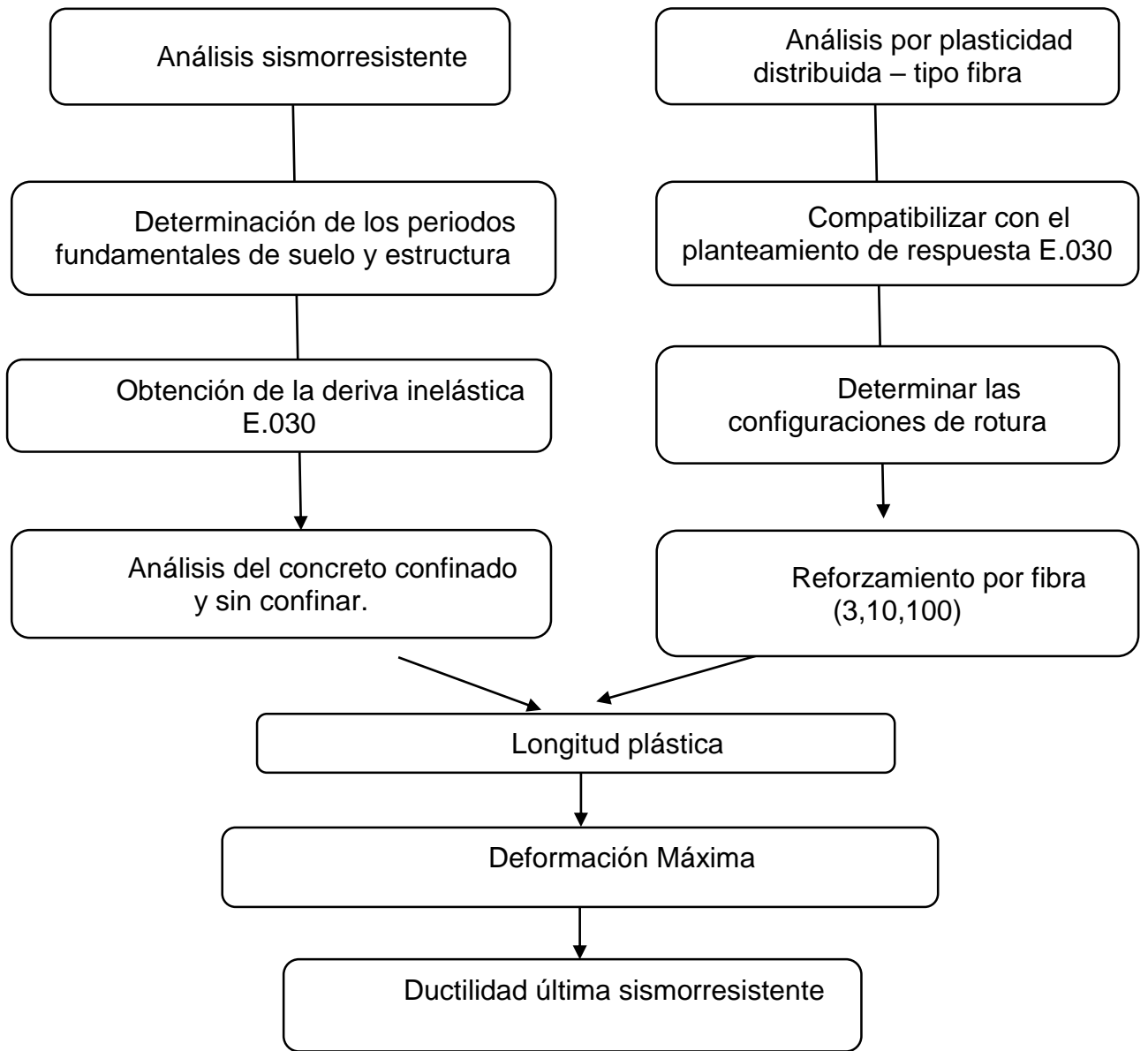


Fuente. Elaboración propia.

3.5 Procedimiento

El procedimiento se describe en la figura 39 indicando todo el proceso o pasos que tomo la investigación para llegar a determinar la influencia de la ductilidad en el armazón estructural de la muestra.

Figura 39. Procedimiento de la investigación



Nota. Proyección de procedimiento de la investigación. (2024).

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1 Descripción de la estructura en estudio

4.1.1 Referenciación de la muestra en análisis

La referencia fotográfica de la muestra se encuentra en la figura 30, se localiza en el distrito de José Leonardo Ortiz con un tiempo de antigüedad de 09 años.

La I.E. N.º10924-Artesanos Independientes se encuentra ubicada entre la calle Salas y la 28 de Julio en el centro poblado de Urrunaga - provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque. (Ver figura 40)

Figura 40. Referencia de la muestra

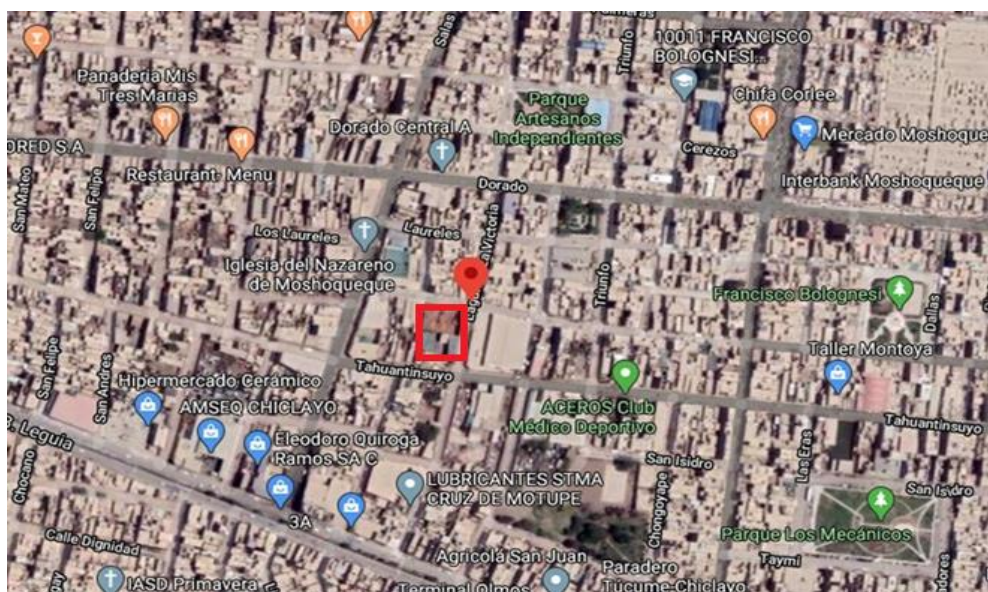


Fuente. Elaboración propia (2024).

4.1.2 Ubicación Geográfica

Región	:	LAMBAYEQUE
Departamento	:	LAMBAYEQUE
Provincia	:	CHICLAYO
Distrito	:	José Leonardo Ortiz
Localidad	:	Urrunaga
Zona / Cuadrícula	:	13 / M
Coord. Norte	:	8'421,146.52
Coord. Este	:	574,877.15
Altitud	:	COTA ABSOLUTA 219.15 m.s.n.m.

Figura 41. Ubicación geográfica de la I.E. N.º10924



Fuente. Tomado de Google Maps, (2024).

4.1.3 Ubicación mediante coordenadas UTM

Tabla 11: Coordenadas UTM

CUADRO DE COORDENADAS UTM PSAD56					
PUNTOS	ESTE (X)	NORTE (Y)	LADOS	ÁNGULOS INTERIORES	DISTANCIA (m)
A	5845475.321	8524533.245	A-B	99° 10' 00"	31.61 ml
B	5887452.241	8263541.514	B-C	81° 20' 00"	29.01 ml
C	5242245.678	8147858.395	C-D	92° 10' 00"	41.66 ml
D	5947852.174	8536247.373	D-A	88° 20' 00"	44.76 ml

En la figura 42, se detalla la ubicación satelital de la institución educativa N. °10924-Artesanos Independientes que es cuestión de estudio en todos sus pabellones críticos.

Figura 42. Georreferenciación de la I.E. N. °10924



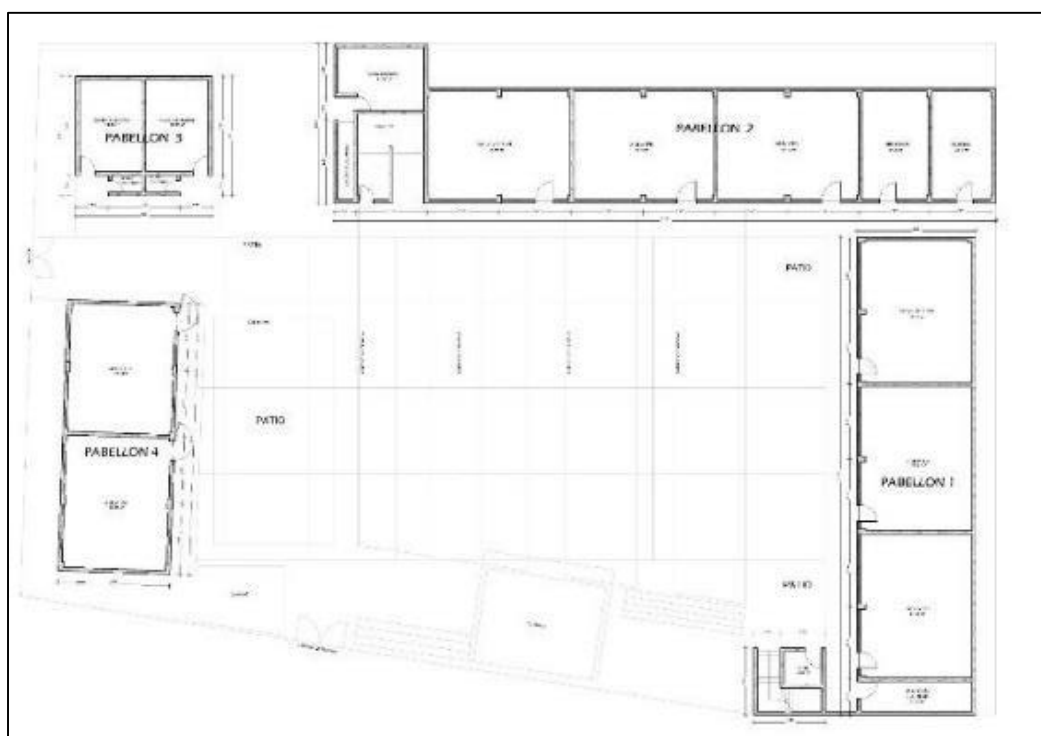
Fuente. Tomado de Google Maps (2024).

La descripción física del área en estudio indica un área de terreno de 1,915.22 m², con un área techada de 820.25 m² y área libre del 30% del área techada siendo este de 246.08 m².

Área Terreno	:	1915.22 m ²
Área Techada	:	820.25m ²
Área libre	:	246.08 m ²

En la figura 43 , se plasma el detalle general de distribución para la Institución educativa N.º10924 – Artesanos Independientes y la visita a la muestra de parte de los autores, respectivamente.

Figura 43. Distribución de la I.E. N.º10924 – Artesanos Independientes



Fuente. Elaboración del consultor, (2019)

En la figura 44 se realizó una de las visitas programadas para algunas corroboraciones pendientes y algunas toma de datos requeridos para la investigación.

Figura 44. Toma de datos del parapeto en pasadizo



Fuente. Elaboración propia (2024).

Conocer las condiciones geodinámicas y sísmicas de la muestra en estudio son indispensables para dar inicio al cálculo del diagrama momento – curvatura de las secciones.

Toda la estructura estratigráfica del área de estudio, y en general de Lambayeque se basa en capas de suelo geológicamente heterogéneas de origen sedimentario.

Sismicidad

La sismicidad en la costa del Perú es la más elevada ya que el cinturón de fuego del pacífico pasa por el área en estudio.

Aspectos sísmicos:

El área del proyecto se ubica en la Zona 4 del Mapa de Zonas Sísmicas del Perú según la norma de técnicas de edificaciones “E0.30 Diseño Sísmico Resistente”. La fuerza cortante total "V" se puede calcular según las normas de diseño sismorresistentes según la siguiente relación.

$$V = \frac{ZUCS}{R}P$$

En la tabla 12 se plantean las características sísmicas de la muestra:

Tabla 12: Características sísmicas de la I.E. N. °10924 – Artesanos Independientes

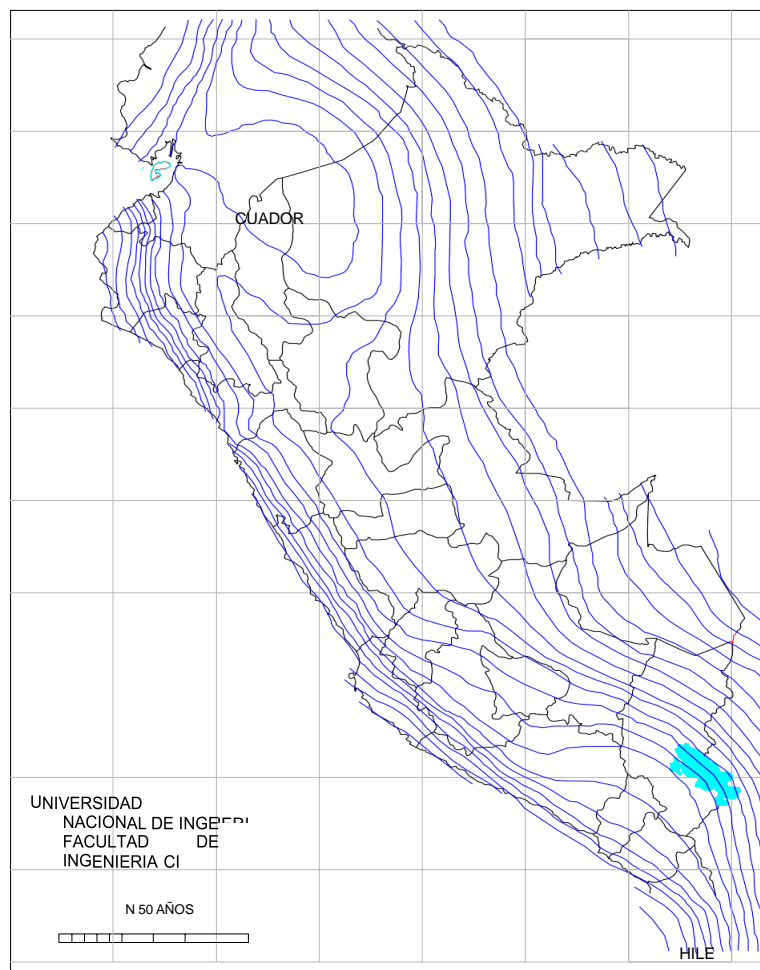
Factor	Valor	Observaciones
Factor de zona (Z)	0.40	Zona 3
Factor de uso (U)	1.50	Categoría A - II
Ampliación Sísmica (C)	2.50	
Factor de suelo (S)	1.40	Suelo S ₃
Periodo corto del suelo (Tp)	0.60	Norma E.030
Periodo Largo del suelo (TL)	2.00	Norma E.030

Fuente. Elaboración Propia (2024).

Considerando la información anterior, se debe conocer el factor de reducción “R” (según sistema estructural y R.N.E.), el factor “P”, que es la masa total de la estructura con carga muerta y el 25% de la tensión. La Figura 45 muestra los valores de isoaceleración para un período de recuperación de 500 años y una vida útil de 50 años con un excedente del 10%.

En la figura 45 tenemos, las líneas en un mapa que conectan puntos con la misma aceleración del suelo esperada durante un terremoto. Estos mapas son útiles para evaluar el peligro sísmico de una región.

Figura 45. Mapa de isoaceleraciones para 500 años de periodo de retorno



Fuente. Tomado del expediente Técnico (2019).

4.1.4 Configuración estructural

La disposición estructural del edificio sigue el sistema convencional de concreto armado y emplea al mismo tiempo el sistema de albañilería en muros no portantes.

Número y dirección de ejes

Ejes dirección X : 1, 2, 3, 4, 5, 6

Ejes dirección Y : A, B, C

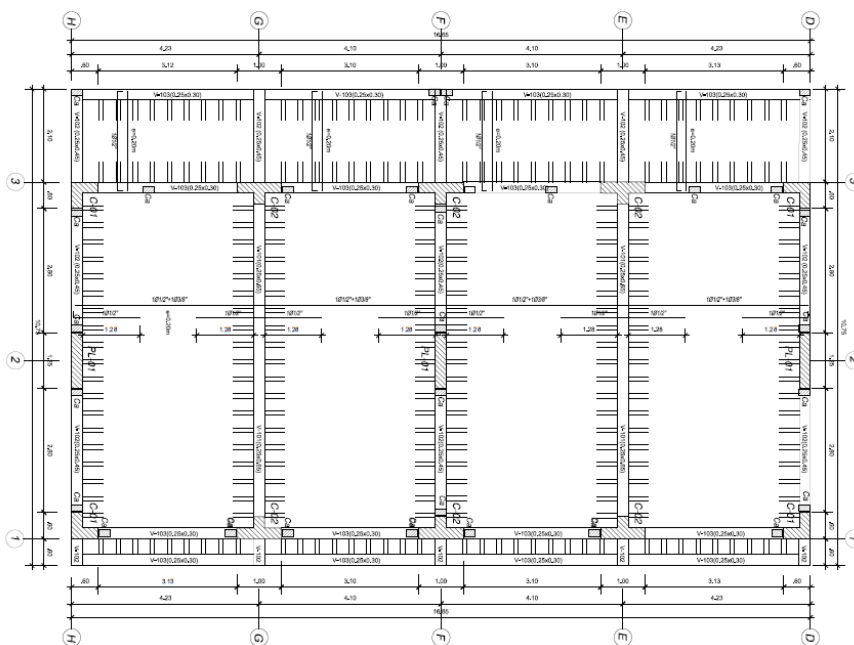
N.º pisos : 3

Altura 1º nivel : 3.50 m

Altura 2º nivel : 3.20 m

Altura 3º nivel : 3.20 m

Figura 46. Detalle del primer y segundo nivel del Módulo II

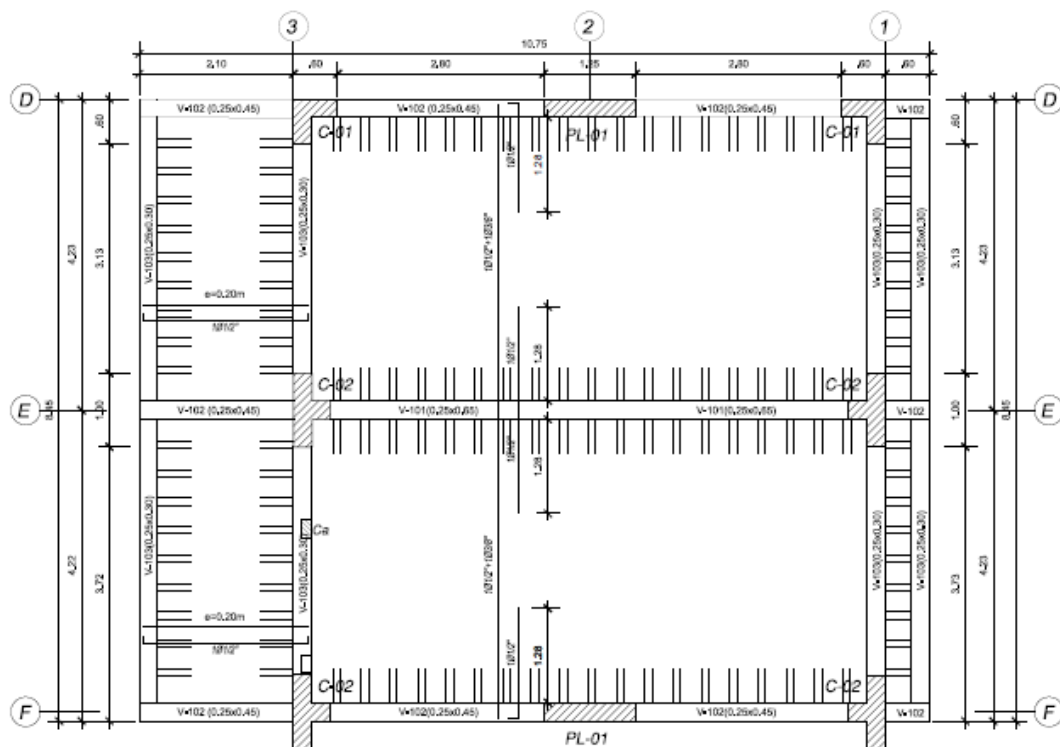


Fuente. Elaboración del Consultor (2019)

En la figura 47 se muestra el tercer nivel de la estructura que tiene menos área que los dos niveles debajo de la estructura por lo cual deja una

impresión de irregularidad que se analizara con el análisis lineal o análisis sismorresistente

Figura 47. Representación estructural del tercer nivel – Módulo II



*Planta Aligerado 3° Nivel
S/C=250 y 400 Kg/m² (Aulas y Pasadizos)
Losa Aligerada en 1 direccion, e=0.20
Ladrillo 30x30x15
(ESC. 1/50)*

Fuente. Elaboración del consultor, (2019).

En la figura 48 se muestra la foto del pabellón en análisis debido a la irregularidad presente y la solución que se requiere dar a través de la investigación.

Figura 48. Toma del pabellón irregular de la I.E. N°10924



Fuente. Elaboración propia (2024).

4.1.5 Normas Empleadas

Reglamentos y Normas Nacionales e Internacionales:

- Reglamento Nacional de Edificaciones (Perú)
- Normas Técnicas de Edificación (N.T.E.):
 - E.020 “CARGAS”
 - E.030 “DISEÑO SISMORRESISTENTE”
 - E.060 “CONCRETO ARMADO”
 - E.070 “ALBAÑILERIA”
- A.C.I. 318 – 2008 (American Concrete Institute) - Building Code Requirements for Structural Concrete.
- ASCE SEI 41/19 (American Society of Nonlinear Construction)
- Método Reforzamiento por fibra

4.2 Análisis lineal de la estructura

4.2.1 Características del material empleado

CONCRETO:

-Resistencia ($f'c$): 210Kg/cm²

-Módulo de Elasticidad (E): 217370.65 Kg/cm² ($f'c = 210$ Kg/cm²)

-Módulo de Poisson (ν): 0.15

-Peso Específico (γ): 2300 Kg/m³ (concreto simple); 2400 Kg/m³ (Concreto Armado).

Para el análisis lineal o plástico de la estructura se utilizó el software Robot Structural para obtener el detalle de rotación de los elementos sísmicos que participaran en el módulo II y verificar su irregularidad tanto en planta como en altura.

Para ello en la figura 49 se muestra la característica del concreto asignada

Figura 49. Asignación de características de concreto.

The image shows a software dialog box titled "Definición del material" (Material Definition) with a red 'R' logo in the top-left corner. The dialog has a tabbed interface with tabs for "Acero", "Hormigón", "Aluminio", "Madera", and "Otros". The "Hormigón" (Concrete) tab is selected. The "Nombre:" field contains "C210" and the "Descripción:" field contains "f_c=210 kg/cm²".

The dialog is divided into two main sections: "Elasticidad" (Elasticity) and "Resistencia" (Strength). The "Elasticidad" section includes:

- módulo de Young, E: 217370.65 (kgf/cm²)
- coeficiente de Poisson, ν : 0.15
- coeficiente de Kirchoff, G: 90571.00 (kgf/cm²)
- Peso específico (densidad): 2.40 (tf/m³)
- Dilatación térmica: 0.000010 (1/°C)
- Coeficiente de amortiguamiento: 0.15

The "Resistencia" section includes:

- Característico: 210.00 (kgf/cm²)
- Muestra: Cilíndrico

At the bottom of the dialog are five buttons: "Agregar", "Eliminar", "OK", "Cancelar", and "Ayuda".

Fuente. Elaboración propia (2024)

Acero

Se definió el acero grado 60, usado en la construcción de la elevación para poder analizar a la estructura en su sector confinado y sin confinar con el fin de generar el torque producto de una afectación sísmica,

En la figura 50 se denota las características del acero agregadas al software en este caso Robot Structural.

Figura 50. Descripción del acero en Robot Structural

The image shows a software dialog box titled "Definición del material" (Material Definition) with a red 'R' logo in the top-left corner. The dialog has a tabbed interface with "Acero" (Steel) selected, and other tabs for "Hormigón" (Concrete), "Aluminio" (Aluminum), "Madera" (Wood), and "Otros" (Others). The "Nombre:" field contains "STEEL" and the "Descripción:" field contains "Acero Fy=4200 kg/cm2". Below this, there are two main sections: "Elasticidad" (Elasticity) and "Resistencia" (Strength). The "Elasticidad" section includes fields for "módulo de Young, E:" (2032093.8 kgf/cm2), "coeficiente de Poisson, v:" (0.3), and "coeficiente de Kirchoff, G:" (784203.81 kgf/cm2). The "Resistencia" section includes a dropdown for "Característico" (Characteristic), "reducción para el cortante:" (1.66), and "límite de tracción:" (4077.80 kgf/cm2). Below these sections are fields for "Peso específico (densidad):" (7.85 tf/m3), "Dilatación térmica:" (0.000012 1/°C), and "Coeficiente de" (0.06). A checkbox for "Tratamiento térmico" (Thermal treatment) is checked. At the bottom of the dialog are five buttons: "Agregar" (Add), "Eliminar" (Remove), "OK", "Cancelar" (Cancel), and "Ayuda" (Help).

Fuente. Elaboración propia (2024).

Albañilería

La albañilería usada en la estructura no es estructural solo son muros divisorios de ambiente y perimetrales, sin embargo, se los modelo para la afectación y absorción de fuerza por cortante al momento de llegar el seísmo a afectar la elevación.

En la figura 51 se muestra las características de la albañilería de acuerdo a las características físicas al momento de su edificación. Debajo se muestran las características de la albañilería.

- Ladrillo tipo IV sólidos (30% huecos), tipo King Kong de arcilla, ($t=23$ cm, $f'_{b} = 130$ Kg/cm²).
- Pilas: resistencia característica a compresión = $f'_{m} = 40$ Kg/cm²
- Muretes: resistencia característica a corte puro = $v'_{m} = 8.1$ Kg/cm²
- Peso Específico (γ): 1900 Kg/m³
- Mortero (tipo P II): cemento: arena 1:5

- Módulo de Elasticidad (E_m) = $500 \text{ f'm} = 200000 \text{ Kg/cm}^2$
- Módulo de Poisson (ν): 0.25
- Módulo de Corte (G_m) = $E_m / (2(1 + \nu)) = 80000 \text{ Kg/cm}^2$

Figura 51. Descripción de la albañilería confinada

Definición del material	
Nombre:	Albañilería
Descripción:	Alb.Conf
Elasticidad	
módulo de Young, E:	32500.00 (kgf/cm ²)
coeficiente de Poisson, ν:	0.25
coeficiente de Kirchhoff, G:	13000.00 (kgf/cm ²)
Resistencia	
resistencia de cálculo:	65.00 (kgf/cm ²)
reducción para el cortante:	1.66
Peso específico (densidad):	1.80 (tf/m ³)
Dilatación térmica:	0.000012 (1/°C)
Coeficiente de:	0.06

Fuente. Elaboración propia (2024).

Planteados los elementos estructurales se procedió a modelar la estructura en el Robot Structural, para poder determinar el comportamiento de la estructura y poder generar el momento – curvatura manualmente, en la figura 52 se muestra el modelado 3D planteado.

Figura 52. Modelado 3D en Robot Structural

Fuente. Elaboración propia (2024).

Se tomo las alturas de las vigas peraltadas y la altura que sobresale de estas porque se requirió modelar estos elementos ya que se requiere analizar si también el nivel de carga sísmica que absorben al momento de suscitarse un movimiento telúrico,

En la figura 53 se muestra la toma de altura del que sobresale en el segundo nivel de la estructura en mención.

Figura 53. Toma de datos de vigas peraltadas en la muestra



Fuente. Elaboración propia (2024).

Acabado el modelado en Robot Structural, se lleva a cabo la modelización de la estructura en Etabs. para corroborar los datos obtenidos, para ello también se deben ingresar las características de los materiales y lograr el diseño requerido para poder llegar a determinar los diagramas momento – rotación y momento – curvatura, además de lograr la obtención del seccionamiento por fibras.

En la figura 54 se muestra las características del concreto $f'c$ 210 kg/cm², cargado al software en este caso etabs.

Figura 54. Concreto cargado en Etabs

The image shows a screenshot of the 'Material Property Data' dialog box in the Etabs software. The dialog is titled 'Material Property Data' and has a close button (X) in the top right corner. It is divided into several sections:

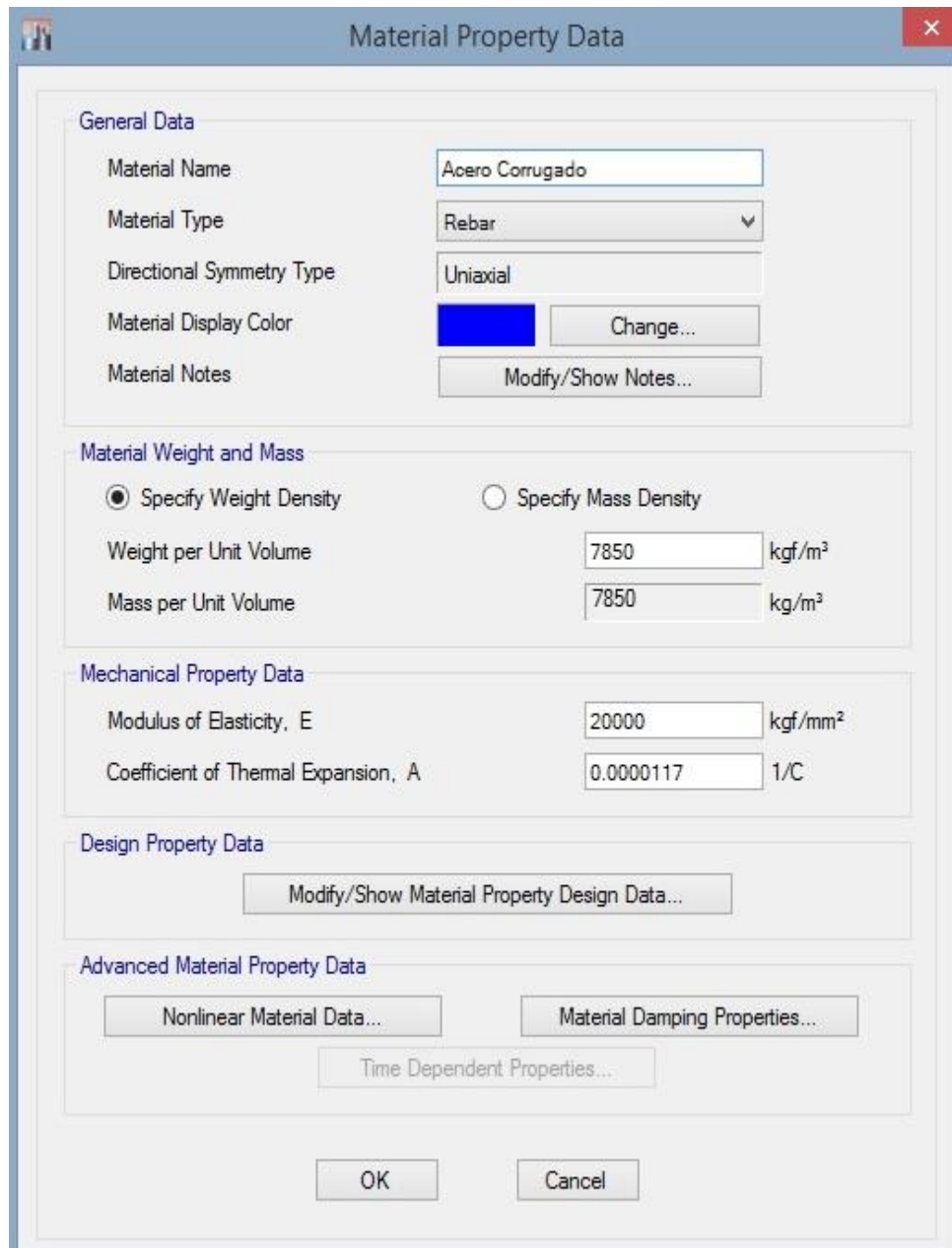
- General Data:**
 - Material Name: CONCRETO 210
 - Material Type: Concrete (dropdown menu)
 - Directional Symmetry Type: Isotropic (dropdown menu)
 - Material Display Color: A red color swatch with a 'Change...' button.
 - Material Notes: A 'Modify/Show Notes...' button.
- Material Weight and Mass:**
 - Radio buttons for 'Specify Weight Density' (selected) and 'Specify Mass Density'.
 - Weight per Unit Volume: 2400 kgf/m³
 - Mass per Unit Volume: 2400 kg/m³
- Mechanical Property Data:**
 - Modulus of Elasticity, E: 2173.70651192841 kgf/mm²
 - Poisson's Ratio, U: 0.15
 - Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000099 1/C
 - Shear Modulus, G: 945.09 kgf/mm²
- Design Property Data:**
 - A 'Modify/Show Material Property Design Data...' button.
- Advanced Material Property Data:**
 - Buttons for 'Nonlinear Material Data...', 'Material Damping Properties...', and 'Time Dependent Properties...'.

At the bottom of the dialog are 'OK' and 'Cancel' buttons.

Fuente. Elaboración propia (2024).

En la figura 55 se muestran las características del acero cargadas en el software Etabs.

Figura 55. Acero cargado en Etabs



Fuente. Elaboración propia (2024).

Para la cimentación se tuvo las condiciones mostradas en la tabla 13 mostrada debajo con las principales características de diseño que se obtuvo al edificar la muestra, condiciones vitales para dar rigor al generado de los diagramas y cálculos de esfuerzo y flecha bajo cargas inducidas.

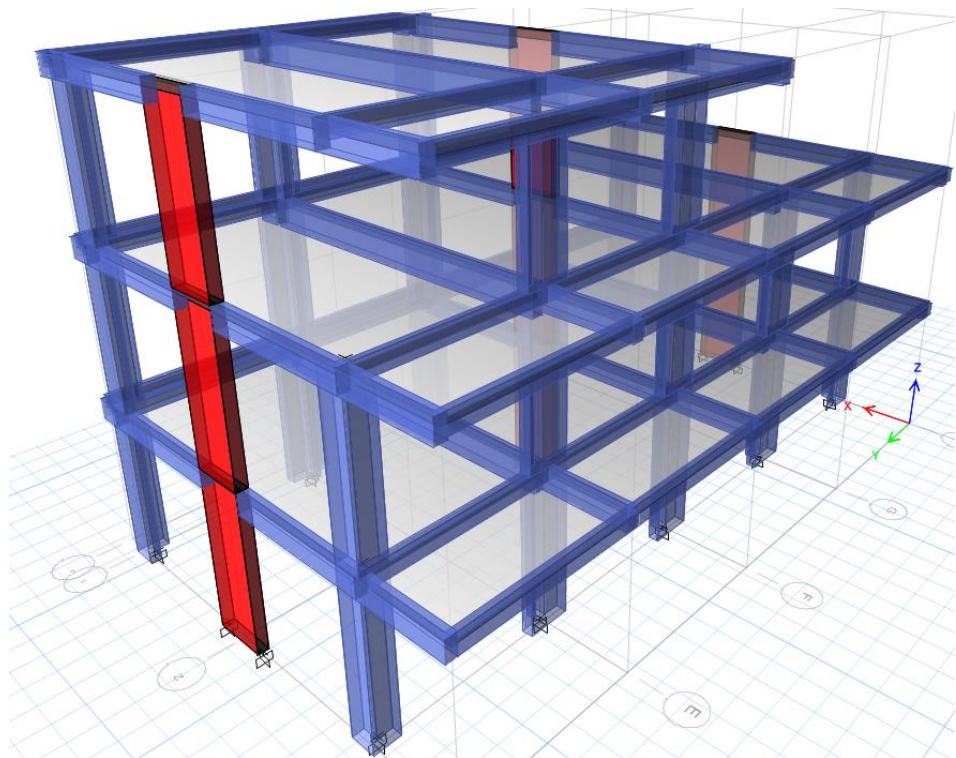
Tabla 13: Condiciones de Suelo y sitio de la muestra

CONDICIONES DE CIMENTACIÓN	
1. Tipo de cimentación	Cimentación superficial: Zapatas y vigas de cimentación
2. Estrato de apoyo o de cimentación	Los cimientos se apoyarán sobre una capa de material Tipo CL.
3. Profundidad mínima de Terreno	Se considerará a una profundidad mínima de 1.50m con el fin de tener elementos rígidos en concordancia de la hipótesis de columnas empotradas.
4. Presión Admisible	qu: 0.87kg/cm ² : para Cimientos Cuadrados qu: 0.73kg/cm ² : para Cimientos Corridos
5. Coeficiente de Balastro	1.95 kg/cm ³
6. Factor de seguridad de corte	F.S.E = 3 F.S.E = 3
7. Asentamiento máximo permisible	Máximo permisible 0.25 cm
8. Distorsión Angular Máxima	
9. Expansibilidad del suelo	Expansivo Bajo
10. Problemas Especiales de cimentación	No existe suelos colapsables ni licuables.
12. Agresividad del suelo	Agresividad Moderada sales solubles
13. Cemento de concreto en contacto con el suelo	Cemento tipo MS
14. Tipo de suelo desde el punto de vista sísmico.	Tipo de Suelo s: S= 1.05 Tp=0.60 seg TL = 2.00 seg

Fuente. Tomado del consultor (2019).

Con las asignaciones introducidas al Software Etabs, se realiza el modelado 3D que se aprecia en la figura 56, para si poder ver la capacidad de soporte de cada elemento y capacidad de torsión, se analiza en dos softwares para apoyarse entre sí en la generación de los diagramados, ya que los dos se complementarán al momento de responder la problemática que dio origen a este estudio.

Figura 56. Modelado 3D en etabs



Fuente. Elaboración propia (2024)

4.2.2 Modelos estructurales

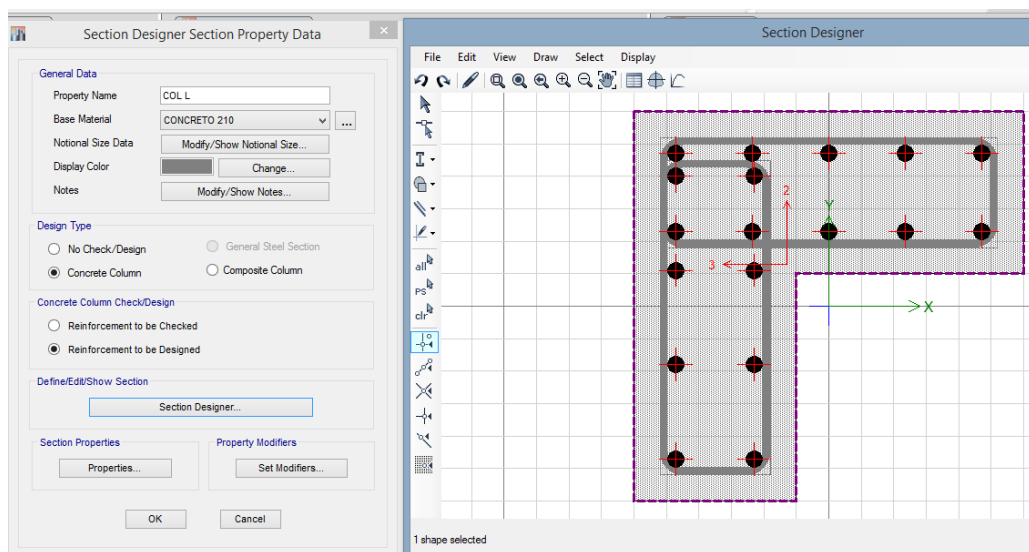
La altura proyectada de la edificación es de 9.5m, medida desde el nivel de piso terminado hasta el techo del último piso.

El sistema estructural planteado consiste en:

- **En la dirección X-X:** Un Sistema de Muro Estructural, que consiste en una combinación de Columnas y Vigas.
- **En la dirección Y-Y:** Un Sistema de Muro Estructural, que consiste en una combinación de placas, Columnas y Vigas.

Para culminar en la figura 57, realizamos el modelado de la estructura y poder superar el límite plástico planteado por la norma peruana de sismorresistencia, es la asignación de acero a la estructura, tanto a las secciones de columnas y de vigas.

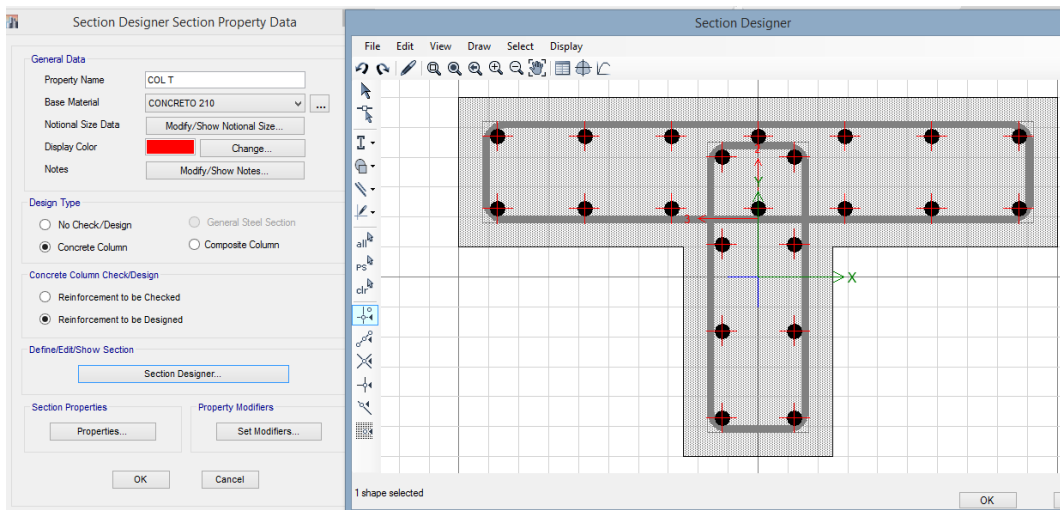
Figura 57. Columnas Tipo L (60x60)



Fuente. Elaboración propia (2024).

En la figura 58 se muestra la asignación de acero a las columnas tipo L y T de la muestra, todo el procedimiento realizado en el software Etabs.

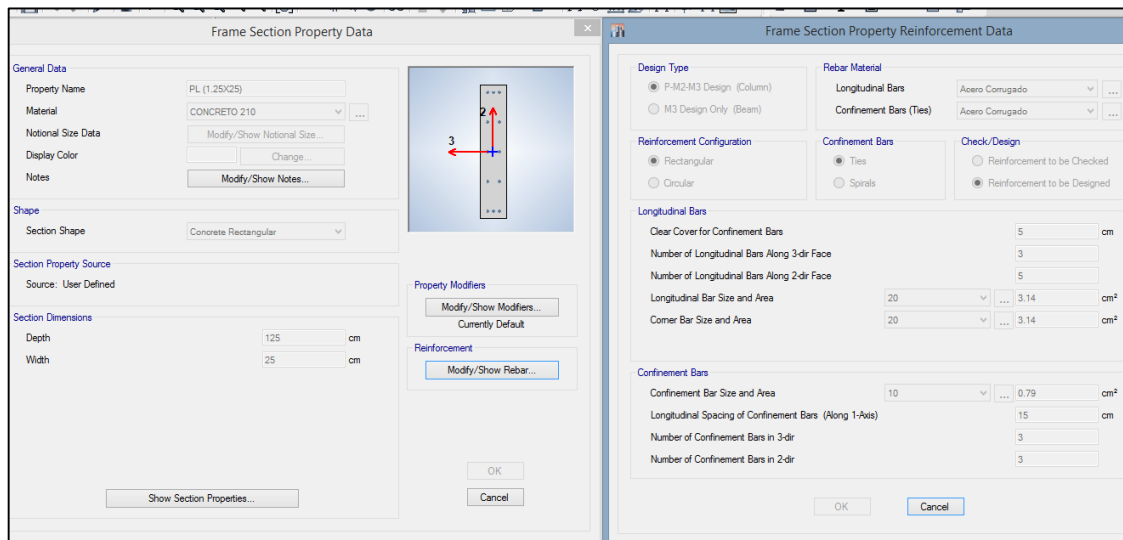
Figura 58. Columnas Tipo T (100x60)



Fuente. Elaboración propia (2024).

La muestra en análisis cuenta con muros estructurales como se indicó líneas arriba, estas se modelaron y se le incorporaron aceros según el diseño del consultor, en la figura 59 se muestra el planteamiento de la placa con sección de 125 x 25.

Figura 59. Detalle de placa típica en la estructura

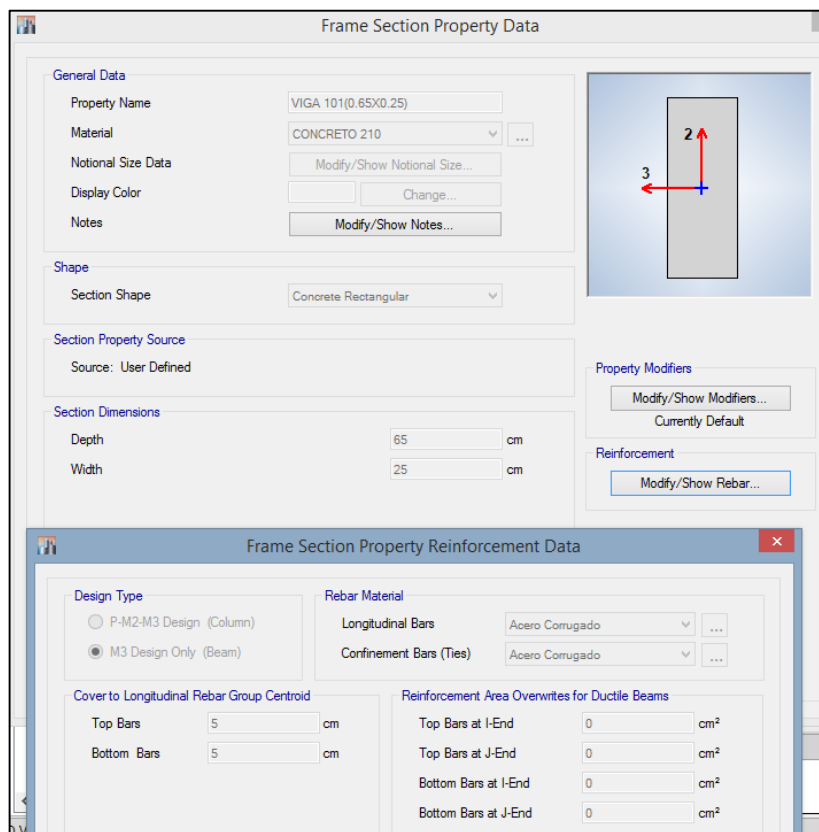


Fuente. Elaboración propia (2024).

Por último, se asignó el detalle de vigas con recubrimiento de 6 cm y aceros tanto positivo como negativo, se consideró a la vez el número de capas y si estas tienen actúan frente a la torsión, corte y tracción.

En la figura 60 se muestra el detalle de viga usado en la investigación, es el elemento estructural más importante ya que el momento – curvatura se forma en función de este elemento y el brazo rígido formado con la sección vertical (columna o muro estructural).

Figura 60. Detalle de viga típica



Fuente. Elaboración propia (2024).

4.2.3 Estados de carga y combinaciones de carga

Estados de carga

Según las Normas NTE. E.020, E060 y el reglamento ACI 318-08, se tiene en cuenta los siguientes estados de Carga en la estructura,

- **CM** es la carga muerta de la edificación atribuida a la placa como carga distribuida por unidad de área, tiene un valor de 0 kg/m² por ser considerada en el programa, la cual corresponde a la masa de la placa más el peso del techo acabado, el peso del techo y la carga adicional.
- **CV** es la carga real del edificio, expresada como la carga distribuida sobre la losa por unidad de área, se utiliza 250kg/m² en aulas, 400kg/cm² en pasillos y escaleras, 400kg/cm² en zonas de reunión, 500kg/cm² en almacenes. La cubierta se utiliza con una sobrecarga de al menos 100 kg/m².
- **SDIN X** son Fuerza Sísmicas Dinámicas en dirección. X-X, con excentricidad accidental de 5% en dirección. "Y".
- **SDIN Y** son Fuerza Sísmica Dinámicas en dirección. Y-Y, con una excentricidad accidental de 5% en dirección. "X".

Combinaciones de carga

Las combinaciones para el diseño de la Cimentación, los elementos de Concreto Armado y Albañilería Confinada serán las siguientes según el R.N.E Norma E.050 E.060 Y E.070

- SERVICIO: CM+CV
- PG1: CM+ 0.50CV

- PG2: $CM+ 0.25CV$
- COMB 1: $1.40 CM+ 1.70 CV.$
- COMB 2: $1.250 (CM+CV) + SDINX.$
- COMB 3: $1.250 (CM+CV) - SDINX.$
- COMB 4: $1.250 (CM+CV) + SDINY.$
- COMB 5: $1.250 (CM+CV) - SDINY.$
- COMB 6: $0.90 CM+SDINX.$
- COMB 7: $0.90 CM- SDINX.$
- COMB 8: $0.90 CM+SDINY.$
- COMB 9: $0.90 CM- SDINY.$
- ENVOLV: ENVOLVENTE (COMB1, COMB2, HASTA COMB9)

4.3 Análisis sísmico

4.3.1 Factores para el análisis

El análisis de terremotos emplea un modelo matemático tridimensional en el cual los elementos verticales están enlazados por placas rígidas que se asume que son completamente rígidas en su plano. Además, en cada dirección, se considera una excentricidad aleatoria equivalente al 5% de la dimensión del edificio en la dirección perpendicular a la fuerza aplicada.

Los factores sísmicos considerados al examinar el edificio con su respectiva nomenclatura, categoría, valor y justificación se muestran en la figura 14, son los siguientes:

Tabla 14: Parámetros sísmicos

FACTOR	NOMENCLATURA	CATEGORIA TIPO	VALOR	JUSTIFICACIÓN
ZONA	Z	4	0.45g	Zona Sísmica 4: Lambayeque
USO	U	A2	1.5	Centros Educativos
SUELO	S	S2	1.05	Pórticos de Concreto Armado + Placas de Concreto Armado
		Tp(S)	0.60	
COEFICIENTE DE REDUCCIÓN	Rx	DUAL	7	Pórticos de Concreto Armado + Placas de Concreto Armado
	Ry	MURO ESTRUCTURAL	6	Pórticos de Concreto Armado + Placas de Concreto Armado

Fuente. Elaboración propia (2024).

4.3.2 Análisis dinámico

Espectro de Pseudoaceleraciones

Para el Análisis Dinámico de la Estructura se utiliza un Espectro de respuesta según el RNE – Norma E.030 (2018).

$$S_a = \frac{ZUSC}{R} g ; g = 9.81 \frac{m}{s^2} \text{ y } C \geq 0.125R$$

Los resultados del análisis sísmico lo tenemos en la tabla 15, con las verificaciones de las ratios tanto para área y peso.

Tabla 15: Verificación de la ratio área/peso

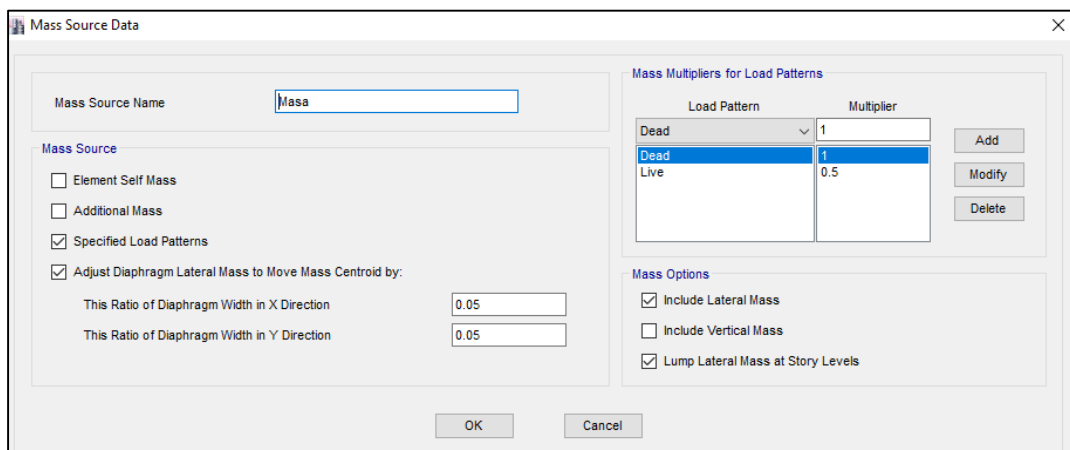
Verificación de la ratio			
142.9972	143.00	Área	164.65
338.3149	195.32	Peso	195.32
		Ratio	1.186

Fuente. Elaboración propia (2024).

Peso de la estructura

La estructura está clasificada como Clase A, por lo que el análisis sísmico considera el peso de la carga permanente más el 50% de la carga viva (100%CM + 50%CV) debido a que tiene solo tres niveles. Se toma otra combinación en la figura 61 se denota el porcentaje de carga viva y su atribución para una edificación esencial la cual se debe resguardar en mayor porcentaje que una elevación típica.

Figura 61. Descripción de peso en la estructura.



Fuente. Elaboración propia (2024).

Control de desplazamientos laterales

Según norma NTE. Para verificar E030, movimientos laterales entre pisos, los resultados deben multiplicarse por 0.75R para calcular los movimientos laterales máximos de la estructura. Se tomó el centro de los movimientos de masas.

Dónde: $\Delta i/h_e$ = Desplazamiento relativo de entrepiso, donde relacionándolo con la normativa local vigente, se traduce de la siguiente manera, $\Delta iX/h_{ex} (\text{Max.}) = 0.0070$ (máximo permisible Dual).

Los desplazamientos obtenidos en el software etabs se subdividió en etapas, para tener un mejor control, la estructura supero el rango límite de la deriva en concreto armado.

En la tabla 16 se muestran los desplazamientos obtenidos del bloque I, obtenidos en el software Etabs, como resultado de este análisis se concluyó que la estructura superó el rango límite de la deriva en concreto armado.

Tabla 16: Desplazamiento Bloque I – AIP/AULAS

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	Verification
Story3	DRV X Max	X	0.054022	37	ERROR
Story2	DRV X Max	X	0.003307	20	OK
Story1	DRV Y Max	Y	0.003174	31	OK
Base	DRV Y Max	Y	0.002499	5	OK

Fuente. Elaboración propia (2024).

El bloque II en la tabla 17 también fue analizado y se determinó su máximo desplazamiento por derivas, este bloque en la inspección visual no se determinó irregularidades y ello se confirmó con la aprobación de las derivas y la no superación del límite espectral 0.007.

Tabla 17: Bloque II – Sum/Aulas

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	Verificación
Story3	DRV X Max	X	0.005252	37	OK
Story2	DRV X Max	X	0.003307	20	OK
Story1	DRV Y Max	Y	0.003174	31	OK
Base	DRV Y Max	Y	0.002499	5	OK

Fuente. Elaboración propia (2024).

Se analizó también el bloque 3, donde se encuentra ubicada la dirección y biblioteca, este módulo es homogéneo en altura y planta, es inclusive el módulo con menos distorsión inelástica.

En la tabla 18 se muestran los resultados de esta estructura y donde se denota que no se encuentran problemas en todo su rango lineal, hasta el punto máximo donde se logra la transición en el concreto armado.

Tabla 18: Bloque III – Dirección / Biblioteca

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	Verificación
Story2	DRV X Max	Y	0.002715	97	OK
Story1	DRV X Max	Y	0.00209	60	OK
Story2	DRV Y Max	Y	0.002576	48	OK
Story1	DRV Y Max	Y	0.001955	11	OK

Fuente. Elaboración propia (2024).

Entonces como primera solución a la investigación tenemos el cumplimiento de la deriva dada por el planteamiento sismorresistente local que es cumplir la deriva de los 0.007, es así que en el módulo con irregularidad en altura, específicamente con la irregularidad de masa o peso y de geometría vertical, se le dio solución continuando los elementos

verticales que quedaron en el segundo nivel, proyectándolos hacia el tercer nivel.

Es así que en la tabla 19, se tiene los parámetros de carga permanente, carga muerta y carga viva que influyen en la irregularidad en peso, pero se les ha dado los factores que suplan ese momento de volteo excedente que tenía la estructura.

Tabla 19: Subsanción de irregularidades bloque I

P		M		V		Verificación	
42.84	42.84	16.9	16.91	8.45	8.45	4.2	Ok
145.48	102.64	74.3	57.38	40.66	32.21	16.1	Ok
245.49	100.01	143	68.41	88.14	47.48	23.7	Ok

Fuente. Elaboración propia (2024).

4.4 Diagrama Momento – Curvatura

Para establecer un correcto diagramado momento – curvatura es necesaria La relación entre el esfuerzo de flexión simple y la curvatura ($\phi=1/r$) que esta genera en la sección considerada es de gran importancia para el análisis de la ductilidad a nivel de sección.

Este diagrama comprende 4 etapas:

- **Sección no fisurada:** Indica que al comienzo del ciclo de carga es elástica y sin fisuración del concreto armado.
- **Sección fisurada:** Esta región del diagrama empieza cuando se fisura el concreto armado y su límite este dado por el momento de plastificación.
- **Sección plastificada:** aquí se comprende a la deformación plástica del acero, aquí se encuentran las formaciones de

rotulas plásticas determinando así el valor máximo por momento último.

- **Sección post – última (Marginal):** Esta área marginal abarca el estado de la sección hasta que se produce la rotura del material por separación de las partes de la pieza a ambos lados de la sección y en estas no considera a la ductilidad en efectos de resistencia.

Ya habiendo reconocido los estados o secuencia de vida de la sección, se debe plantear los estados de rotura del elemento, por diagrama momento – curvatura se conocen 3 tipos, los cuales son:

- **Rotura agría:** Esta desviación se produce cuando el punto de fisuración coincide con el punto de falla, situación delicada y peligrosa porque la falla ocurre sin previo aviso, generalmente en secciones donde no hay refuerzo a flexión.
- **Rotura dúctil:** este tipo de falla es ideal para corte porque se rompe en la región dúctil después de una gran deformación y absorbe una gran energía de deformación.
- **Rotura Frágil:** Producida por la fisuración del concreto armado, Se manifiesta en la región elástica sin alcanzar la plastificación ni mostrar ductilidad alguna, por lo que debe evitarse.

Para el acero se obtuvieron los puntos notables de acuerdo al análisis por puntos notables de Se manifiesta en la región elástica sin alcanzar la plastificación ni mostrar ductilidad alguna, por lo que debe

evitarse, en la tabla 20 se indican los puntos de acuerdo al acero grado 60 usado por la muestra.

Tabla 20: Puntos notables del acero grado 60

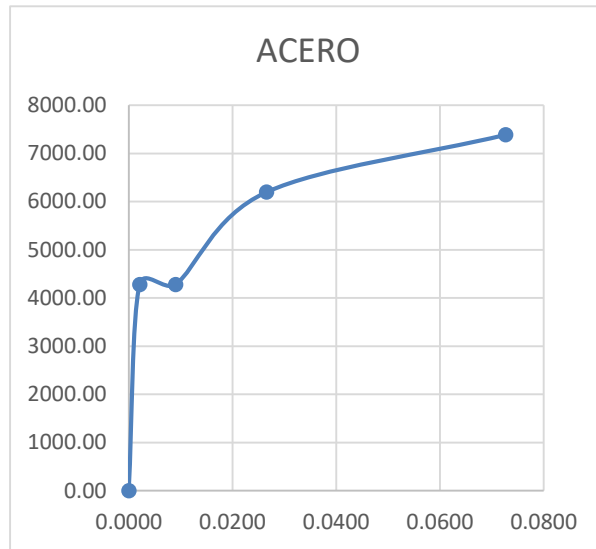
Punto		ACERO		
A	E0	0.0000	F ₀	0
B	E _y	0.0021	f _y (mpa)	420
C	E _{sh}	0.0090	f _{yh} (mpa)	420
D	E _{su}	0.0727	f _{su} (mp)	725

Fuente. Elaboración propia (2024).

Los puntos notables mencionados en la tabla 42 satisfacen el modelo esfuerzo – La deformación para el acero de refuerzo, es decir, se desarrolló un modelo elastoplástico perfecto que consiste en un modelo bilineal más simple y frecuente, excluyendo la resistencia post-fluencia y el endurecimiento por deformación,

En la figura 62 se tiene plasmado el diagrama del acero con el cual se va analizar la ductilidad máxima en los elementos sismorresistentes de la investigación.

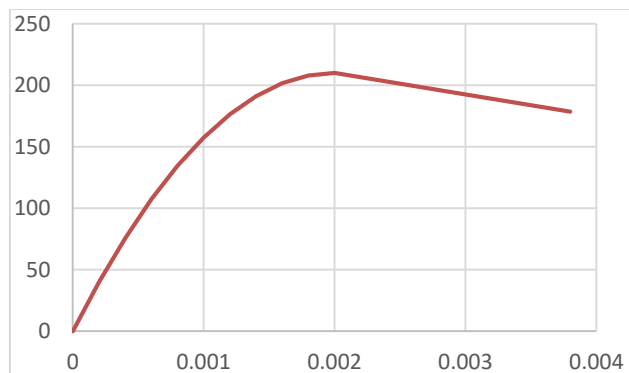
Figura 62. Modelo elastoplástico del acero



Fuente. Elaboración propia (2024):

Para el concreto no confinado el análisis es más simplificado en caso las elevaciones no se mayores a 15 metros en altura, el enfoque tomado fue el de Hognestad, debido a que comprende la etapa de transición del acero y posterior fluencia y capacidad de rotura, en la figura 63 se muestra el recorrido por curvatura de desempeño de vida del concreto sin confinar, tomando puntos de falla del recubrimiento y comportamiento sísmico.

Figura 63. Recorrido del concreto sin confinar



Fuente. Elaboración propia (2024).

Como resultado se tuvo un límite de desplazamiento de 4/1000, un recorrido muy bajo para escalas sísmicas de gran envergadura se ve que afecta el comportamiento del concreto confinado y lo reduce en un 17.5%.

Por otro lado el concreto confinado hace referencia al acero estructural que conforman a la elevación, el tipo de acero usado es de grado 60, el cual fluye a 4200 kg/cm² y en su fluencia llega hasta 6300 kg/cm², el estudio se encargó de estudiar la transición entre estas dos etapas.

Para la conformación del recorrido máximo de la sección confinada de los elementos se tomaron los siguientes datos de la tabla 21.

Tabla 21: Característica del concreto armado en vigas

$f'c = f'co =$		210	kgf/cm ²
$f'c =$		2986.955	
$\epsilon_0 =$		0.002	
$E_c =$		218819.79	kgf/cm ²
$f_y =$		4200	kgf/cm ²
$\epsilon_{su} =$		0.09	
$b =$		45	cm
$h =$	90	cm	
$r =$	4	cm	
S separación estribo =	10	cm	

Fuente. Elaboración propia (2024)

A la vez se tomó la referencia del acero longitudinal tanto en esquinas y en el alma de la sección típica de las vigas sísmicas.

En la tabla 22 se muestra a detalle las características como el número de varillas, diámetro de estribos y su distribución en la sección de una viga de 35cm x 60 cm, típica en el pabellón irregular que es causa de análisis en la investigación.

Tabla 22: Detalle de acero transversal

Numero de varillas =	6	
diam estribo =	3/8 "	
diam estribo =	0.9525	cm
A es" =	0.71	cm
Num de Lineas en x =	3	
Num de Lineas en y =	3	
A es" =	0.71	cm

Fuente. Elaboración propia (2024).

Para poder definir los puntos que definen el correcto desplazamiento del acero y así formar su diagramado es necesario llegar a conocer los siguientes puntos que se reflejan en la tabla 23 es conocer La resistencia máxima del concreto confinado y del no confinado, así como su deformación correspondiente a la resistencia máxima del concreto.

Tabla 23: Relación entre área confinada y sin confinar

Descripción	Resultado
Deformación sin confinar	0.0026376
Deformación confinada	0.0059302
Resistencia del acero en X en sección de viga	5.7378605
Resistencia del acero en Y en sección de viga	12.900735
$f_{1x}/f_{c0} =$	0.0273231
$f_{1y}/f_{c0} =$	0.0614321
$f'_{cc}/f'_{co} =$	1.32

psx =	0.0026376
psy =	0.0059302
f1x =	5.7378605
f1y =	12.900735
f1x/fc0 =	0.0273231
f1y/fc0 =	0.0614321
f'cc/f'co =	1.32

Fuente. Elaboración propia (2024).

Por otro lado, también se llegó a determinar La resistencia máxima del concreto confinado está relacionada con el módulo de elasticidad del concreto no confinado, así como con el módulo secante del concreto confinado asociado al esfuerzo máximo de confinamiento.

En la tabla 24 se detalla las características antes mencionadas y los resultados para las vigas peraltadas (35cm x 60 cm) de soporte sísmico en la muestra.

Tabla 24: Relación del módulo secante del concreto confinado

Descripción	Resultado
$f'_{cc} =$	277.2
$\epsilon_{cc} =$	0.0052
$\epsilon_{cc}/\epsilon_{c0} =$	2.6
$E_{sec} =$	53307.692
$E_c/E_{sec} =$	4.1048445
$r =$	1.3220773

$f'_{cc} =$	277.2
$\epsilon_{cc} =$	0.0052
$\epsilon_{cc}/\epsilon_{c0} =$	2.6
$E_{sec} =$	53307.692
$E_c/E_{sec} =$	4.1048445
$r =$	1.3220773

Nota. Elaboración propia (2024).

Finalmente, se formó un diagrama momento-curva con base en los puntos dados en la Tabla 25. Para esto, se tomó como punto de referencia

La deformación unitaria del concreto, derivada tanto de la deformación unitaria última como de la deformación unitaria asociada al recubrimiento de la superficie del concreto. Para la tensión límite máxima del hormigón simple, se observó mediante la creación de curvas para el área limitada e ilimitada que la fuerza de compresión máxima depende de la fuerza lateral límite efectiva y del tipo de barra.

Tabla 25: Puntos de la historia de carga en elementos confinados

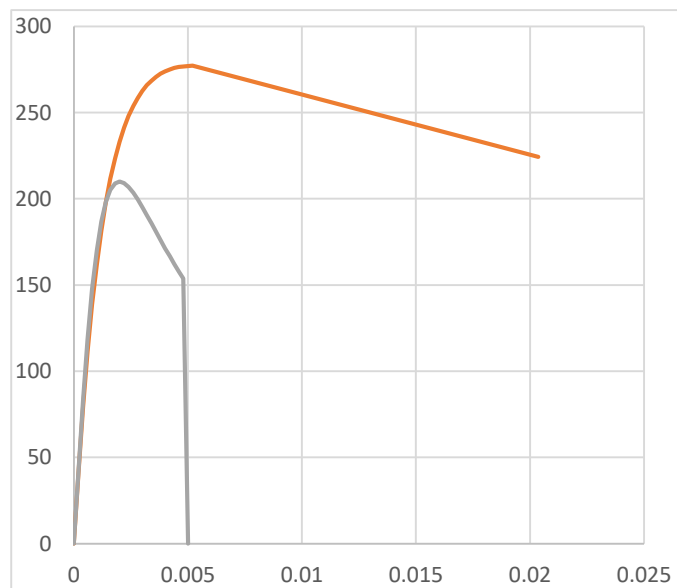
Puntos	ϵ_c	f_c	Puntos	ϵ_c	f_c
		kg/cm ²			kg/cm ²
	0.0000	0.000		0.0000	0.000
	0.0002	42.007		0.0002	43.204
	0.0004	79.243		0.0004	83.430
	0.0006	111.387		0.0006	118.591
	0.0008	138.779		0.0008	147.577
	0.0010	161.957		0.0010	170.162
	0.0012	181.493		0.0012	186.760
	0.0014	197.925		0.0014	198.149
	0.0016	211.731		0.0016	205.241
	0.0018	223.325		0.0018	208.926
	0.0020	233.055		0.0020	210.000
	0.0022	241.218		0.0022	209.125
Parábola	0.0024	248.058	Parábola	0.0024	206.835
	0.0026	253.782		0.0026	203.547
	0.0028	258.561		0.0028	199.578
	0.0030	262.537		0.0030	195.168
	0.0032	265.831		0.0032	190.496
	0.0034	268.544		0.0034	185.693
	0.0036	270.758		0.0036	180.852
	0.0038	272.547		0.0038	176.043
	0.0040	273.969		0.0040	171.313
	0.0042	275.076		0.0042	166.694
	0.0044	275.911		0.0044	162.209
	0.0046	276.511		0.0046	157.870
	0.0052	277.200		0.0048	153.686
Confinado	0.0204	224.244	Confinado	0.0050	0.000

Nota. Elaboración propia (2024).

Producto de tales puntos se tuvo como resultado la gráfica de la sección confinada y sin confinar de las vigas peraltadas de sección 60 cm x 35 cm que son los principales elementos horizontales que absorben carga sísmica.

En la figura 64 se muestra el transcurso de vida hasta su máxima admisión de soporte de la viga en mención, la parte confinada logro un desplazamiento de 20/1000 mientras que el recubrimiento tuvo el pobre desplazamiento de 5/1000 la cual retrae su máximo rendimiento y por ende conlleva a verificar estos datos en vigas simplemente reforzadas y vigas doblemente reforzadas.

Figura 64. Recorrido confinado y sin confinar



Fuente. Elaboración propia (2024).

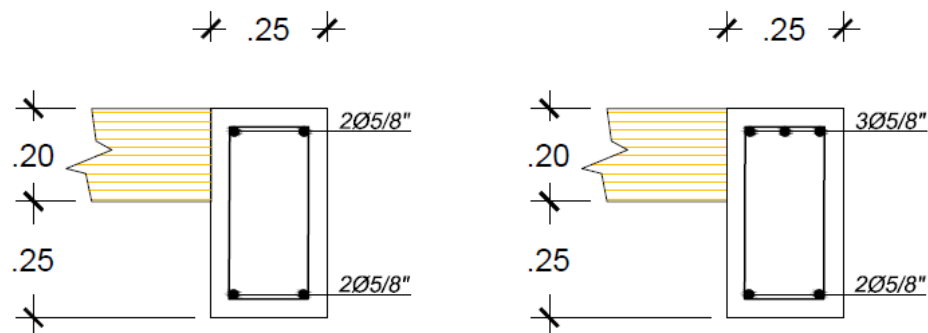
4.4.1 Diagrama momento – curvatura en secciones simplemente reforzadas.

Es de vital importancia lograr entender la relación momento – curvatura en cortes de elementos sísmicos, donde aquí se busca satisfacer

el objetivo de determinar los puntos de inflexión límite y el torque generado por cada paso o desplazamiento, y así interceptar estos resultados dentro del recorrido espectral en el marco lineal, para el estudio en plasticidad del elemento, es requisito entender la relación momento – curvatura concluyendo en conocer la rigidez de cada rama del diagrama histórico el cual es vital para estudiar la curva de capacidad del elemento. Estudiar el momento – curvatura son las bases del análisis pushover y de la no linealidad incremental.

En la figura 65 se muestra la sección de vigas simplemente reforzadas o vigas secundarias de la edificación, es importante su análisis ya que se requiere conocer el desplazamiento límite que soportan para poder conocer si llegan a fluencia y ubicación dentro del margen de colapso.

Figura 65. Secciones peraltadas de la muestra



Fuente. Tomado del consultor (2024).

En la tabla 26 se muestra las características de la viga de 25cm x 45cm con su respectivo peralte efectivo, curvatura real del concreto, la deformación en radianes de 20/1000 que asume el acero según su característica técnica, también se le inserta el módulo de elasticidad y por

último determinar su acero mínimo y hacer las verificaciones correspondientes.

Tabla 26: Características por curvatura de la sección peraltada

Datos	Valor unitario
b(cm)	40
b(cm)	60
d'(cm)	5
d (cm)	55
ϵ_{cu} (rad)	0.003
As(cm ²)	14.25
ϵ_y (rad)	0.002
B1=	0.85
F'c(kg/cm ²)	210
Fy	4200
Ec(kg/cm ²)	217371
Asmin(cm ²)	4.35

Fuente. Elaboración propia (2024).

Verificación de la sección agrietada

La sección se encuentra sub-reforzada, por eso es necesario solo una capa de concreto

Verificación del agrietamiento

Para determinar esta condición es necesario determinar el momento – curvatura de agrietamiento, en la tabla 27 se muestra los resultados que son ínfimos es decir no hay agrietamiento con la sección asumida.

Tabla 27: Condición de agrietamiento

Característica	Condición
As	1248.42 cm ²
F cm ² r	28.98 kg/cm ²
C	24.23 cm
Ise	223903.96 cm ⁴
Ma	312439.41 kg.cm
φa	0.00023 rad/cm

Fuente. Elaboración propia (2024).

Verificación de cedencia

Para determinar la cedencia hay que verificar con dos hipótesis

- **Hipótesis A:** se verificará el comportamiento elástico lineal del concreto, ver si el acero está en cedencia, el comportamiento perfectamente plástico del acero, para ello se aplicará la siguiente ecuación, ver la tabla 28:

$$(E_c \cdot \epsilon_y \cdot b) c^2 + (2 \cdot A_s F_y) c - 2 A_s F_y d = 0$$

En la tabla 28 se verifico la hipótesis :

Tabla 28: Determinación de hipótesis A

característica	Condición	
ϵ_c	0.001 rad	Ok
F_c	295.690 kg/cm ²	No Cumple
$0.85F'_c$	178.500 kg/cm ²	ok
M_y	2070957 kg.m	
ϕ_y	8.40×10^{-5} rad/cm	

Fuente. Elaboración propia (2024).

La hipótesis A queda no valida, debido al que el f'_c de fluencia excede el usado en la estructuración de la muestra.

- **Hipótesis B:** En la tabla 29 se verificará la hipótesis B, el comportamiento no lineal del concreto, ver si el acero está en cedencia y además verificar el comportamiento perfectamente plástico del acero ($0.05f'_c$)

Para la hipótesis se necesitó determinar el eje neutro el cual fue, $e_{cy} = 8/1000$ rad y el peralte efectivo de 9.06cm

Tabla 29: Comprobación de la no linealidad

característica	Condición	
ϵ_c def.	0.001627 rad	Ok
F_c	353.56 kg/cm ²	Cumple
$0.85F'_c$	178.500 kg/cm ²	ok
M_y	1978009 kg.m	
ϕ_y	9.07×10^{-5} rad/cm	

Fuente. Elaboración propia (2024).

Verificación del agotamiento

Para esta verificación se necesita determinar el momento y curvatura último para ello se plantea una única hipótesis para ver si el acero está cediendo o ya cedió y ver la condición de agotamiento del concreto que se puede ver en la tabla 30:

Tabla 30: Momento – curvatura última

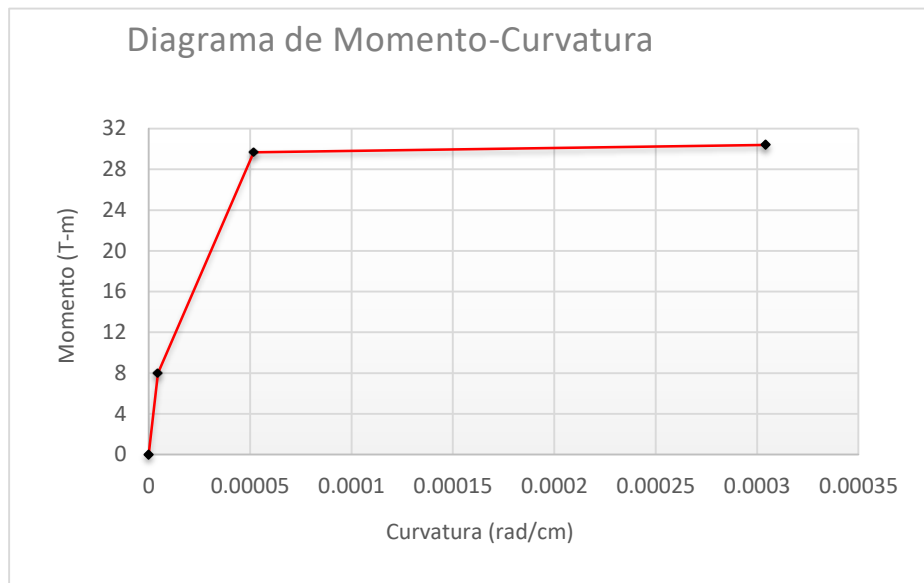
Condición	Curvatura (Rad/cm)	Momento (Tn-m)
Inicial	0	0
Agotamiento	0.0006	3.124
Cedencia	0.00091	19.780
Último	0.00190	19.927

Fuente. Elaboración propia (2024).

Producto del cálculo de momento – curvatura mostrada en la figura 66, se logró hallar la ductilidad última del elemento

$$\mu=2.10 \text{ kg/cm}^2$$

Figura 66. Momento- curvatura último



Fuente. Elaboración propia (2024).

La característica última obtenida de la sección fue hablar la elongación plástica máxima para ello se obtuvo lo siguiente:

- L_c (Longitud libre de columna) : 250 cm
- H_v :45 (altura total de la sección de la viga)
- $L_p = h_v/2 = 22.5$ (**Longitud plástica del acero**)
- Ductilidad estimada del sistema:

$$U_d = 1 + 3 * (L_p/L_c) * (m-1) = 1.30$$

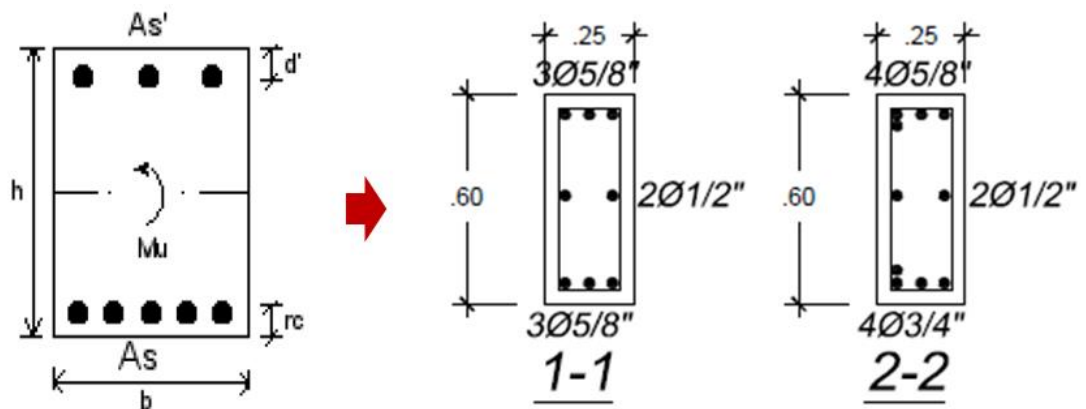
$$-u_d/u = 0.62 \text{ relación de ductilidades.}$$

Entonces se tiene una relación de ductilidades que supera el 5/1000 dejando una correcta sección asumida.

4.4.2 Diagrama momento – curvatura en secciones doblemente reforzadas.

En la figura 67 se muestra la condición de las vigas de la muestra que son doblemente reforzadas con acero tanto a tracción y compresión.

Figura 67. Sección doblemente reforzada



Fuente. Elaboración propia (2024).

En la tabla 31 se muestran los datos de esta viga que es doblemente reforzada, al cero mínimo se mantuvo respecto a la sección simplemente reforzada.

Tabla 31: Detalle sección con doble refuerzo

Datos	Valor unitario
b(cm)	25
b(cm)	60
d'(cm)	6.55
d (cm)	55
ϵ_{cu} (rad)	0.003
As(cm ²)	17.54
ϵ_y (rad)	0.002
B1=	0.85
F'c(kg/cm ²)	210
Fy	4200
Ec(kg/cm ²)	217371
Asmin(cm ²)	4.35

Fuente. Elaboración propia (2024).

Verificación e la sección sub-reforzada

Se verifica con la cantidad de acero mínimo que la estructura esta subreforzada.

Verificación del agrietamiento

En la tabla 32 como se menciona es necesario plantear un momento – curvatura de la sección de doble de reforzado y en la tabla de estos resultados se lee una curvatura ínfima que mantiene la pendiente en fluencia.

Tabla 32: Agrietamiento en sección con doble refuerzo

Característica	Condición
As	1248.42 cm ²
F cm ² r	28.98 kg/cm ²
C	24.23 cm
Ise	223903.96 cm ⁴
Ma	312439.41 kg.cm
ϕa	0.00023 rad/cm

Fuente. Elaboración propia (2024).

Verificación en cedencia

En la tabla 33 se muestra la verificación en sección de doble refuerzo para cedencia es poco común pero igual se hace el artificio para determinar que la curvatura de rotación este controlada, se plantean dos hipótesis, las cuales son:

- **Hipótesis A:** Trata de hallar el eje neutro entre la cantidad total del acero o al eje del acero y tratar de esclarecer el comportamiento lineal elástico del concreto. (Ver tabla 33).

Tabla 33: Verificación de hipótesis

Datos	Resultados	und	Verificación
ϵ_c	0.0009	rad	ok
ϵ'_s	0.000553	Rad	No cumple
F_c	228.38	Kg/cm ²	ok
$0.85F'_c$	238	Kg/cm ²	
$C=C_c+C_{sc}$	71568	Kg	

Fuente. Elaboración propia (2024).

Se tiene una hipótesis no valida ya que indica que el acero no se mantiene en fluencia, en toda su etapa lineal, es así que se pasara a comprobar la hipótesis B.

- **Hipótesis B:** se muestra en la tabla 34, aquí se trata de ver si el acero está en cedencia o ya cedió, ver si el concreto no se ha agotado y por último ver si el acero está en compresión, para así garantizar una falla dúctil y no frágil.

Tabla 34: Condición de acero

característica	Condición	
ϵ_c def.	0.001077 rad	Ok
F_c	270.33 kg/cm ²	No Cumple
$0.85F'_c$	238.00 kg/cm ²	ok
M_y	3376377 kg.m	
ϕ_y	5.76×10^{-5} rad/cm	

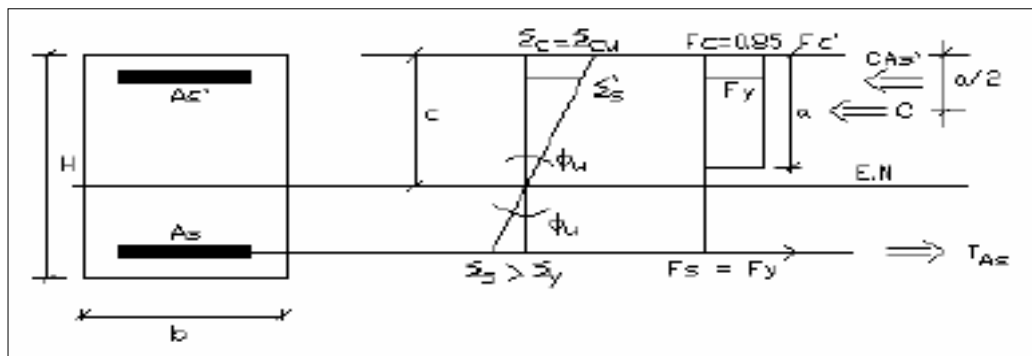
Fuente. Elaboración propia (2024).

La hipótesis B tampoco cumple, entonces habrá que estudiar el momento – curvatura en la etapa de agotamiento, más allá de la fluencia y verificar en que parte ya se produce la falla.

Verificación de agotamiento por momento – curvatura

Aquí se compara con la imagen 68, para comprobar si el acero ya cedió o está cediendo, para ello se plantea la hipótesis A, para ello se propone la tabla 35 indicando el punto donde el concreto alcanza el agotamiento para ello se localiza el eje del acero en compresión.

Figura 68. Punto donde el concreto encuentra el colapso



Fuente. Elaboración propia (2024).

Tabla 35: Condiciones para el agotamiento del concreto

Carácter	Resultado	Unidad
Mu	3477756	Kg.m
Cc	47712	kg
ϕ_u	0.0003	Rad/cm
Cas'	23856	Kg

Fuente. Elaboración propia (2024).

Como hipótesis B se plantea la condición donde el acero aún no ha cedido y el concreto no ha agotado toda su resistencia más si ha pasado el $0.045f'c$, en la tabla 36 se muestra esta condición.

Tabla 36: Acero en transición

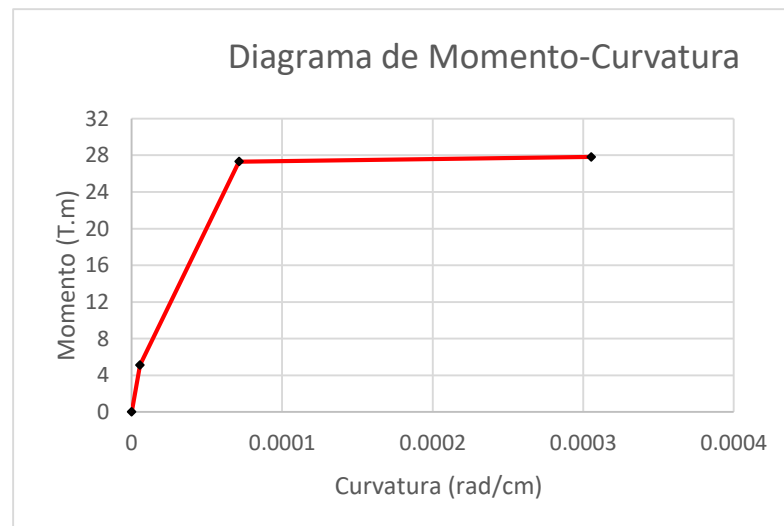
Carácter	Resultado	Unidad
Mu	3457786	Kg.m
Cc	56693.12	kg
$\Phi u=$	0.00027	Rad/cm
Cas´	14875	Kg

Fuente. Elaboración propia (2024).

Por último, teniendo estos resultados se puede plantear en condición lineal y en condición de fluencia del acero, al igual que el recorrido del trabajo en compresión del concreto.

Entonces con todos estos puntos en la figura 69 se muestra el diagrama momento – curvatura de la sección doblemente reforzada.

Figura 69. Momento – curvatura para doble capa de acero



Fuente. Elaboración propia (2024).

Los resultados para dar lectura al diagrama se tienen en la tabla 37, donde tenemos la lectura desde la condición inicial hasta la última.

Tabla 37: Condición del concreto armado en doble refuerzo

Condición	Curvatura (Rad/cm)	Momento(T- m)
Inicial	0	0
Agrietamiento	$4.63 \cdot 10^{-5}$	6.27
Cedencia	$5.76 \cdot 10^{-5}$	33.76
Última	$2.68 \cdot 10^{-5}$	34.58

Fuente. Elaboración propia (2024).

Por último, se deduce que la ductilidad estimada del sistema es de 2.31 veces la linealidad de los elementos con una relación de ductilidades de 0.50.

4.5 Deflexión máxima y ductilidad del sistema por momento – curvatura.

4.5.1 Propuesta de Sawyer:

Para esta condición se debe tener la consideración de que La zona de cedencia se extiende a una distancia $d/4$ más allá de la sección donde el momento flexionante se reduce a M_y , además $M_y/M_u = 0.85$.

Luego aplicamos la siguiente ecuación para ver la rotación ya que esta propuesta se enfoca en hallar el máximo giro del elemento:

$$L_p = 0.25d + 0.075Z$$

Es así que tenemos un L_p de 0.2875, luego determinamos la rotación última por la siguiente ecuación:

$$\theta_u = \theta_e + \theta_p$$

Consecuentemente se obtiene una rotación última de 0.014525, en la tabla 38 se muestra las condiciones de la estructura.

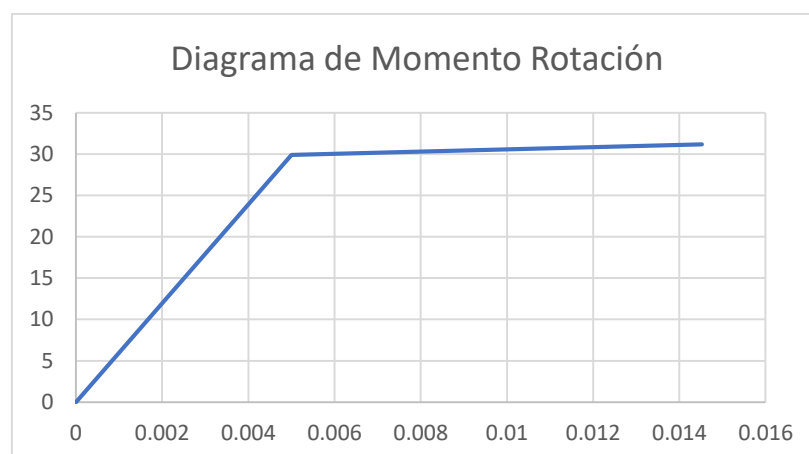
Tabla 38: Condiciones de rotación del sistema

Condición	ϕ (rad)	Momento (T-m)
Inicial	0	0
Cedencia	0.005	29.9
Última	0.014525	31.16

Fuente. Elaboración propia (2024).

En la figura 70 se muestra su grafica de rotación, o el diagrama de rotación del sistema bajo la propuesta de Sawyer.

Figura 70. Diagrama de rotación del sistema



Fuente. Elaboración propia (2024).

4.5.2 Propuesta de Mattock:

Para esta propuesta Se omitió el desprendimiento del recubrimiento a altas deformaciones y se utilizaron los parámetros de tensión del concreto a compresión de la normativa local peruana.

Esta propuesta está centrada en medir la flecha o deformación máxima de la viga, para ello se plantea la siguiente relación:

$$L_p = 0.5d + 0.05Z$$

Donde z, es la distancia desde la sección crítica al punto de inflexión, es así que se tiene la deflexión última con la siguiente relación:

$$\Delta_u = \Delta_e + \Delta_p$$

El resultado de la deflexión última del sistema fue de 2.3907 mm. En la tabla 39 se plasma las deflexiones por cada momento o tramo de energía tn-m.

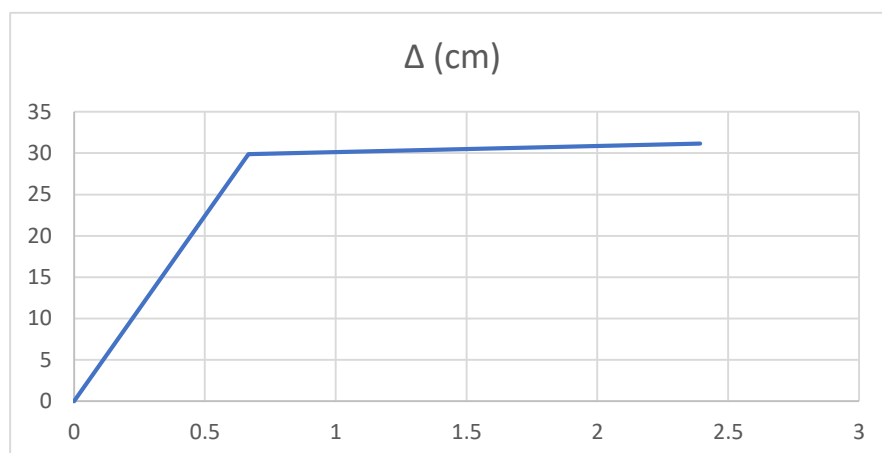
Tabla 39. Cuadro de deflexión por momento

Condición	Δ (cm)	Momento (Tn-m)
Inicial	0	0
Cedencia	0.6667	29.90
Última	2.39307	31.16

Fuente. Elaboración propia (2024).

En la figura 71 se plantea la gráfica momento – rotación por flecha del sistema, bajo la propuesta de Mattock.

Figura 71. Momento – curvatura por flecha del sistema



Fuente. Elaboración propia (2024).

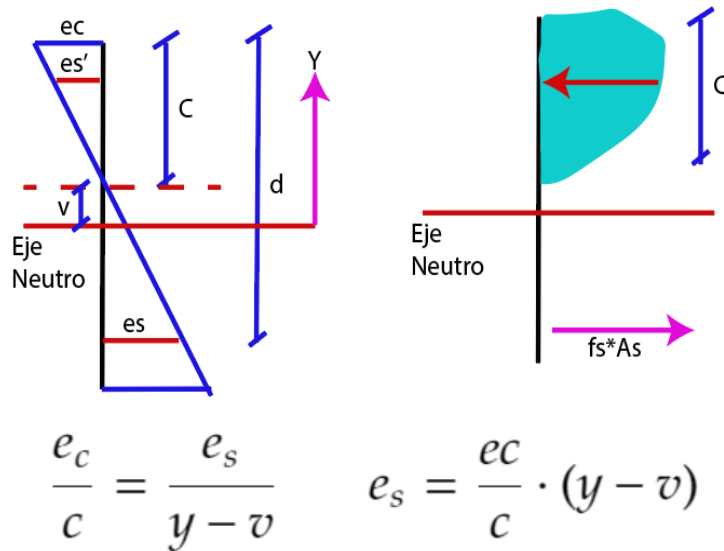
4.6 Diagrama momento – curvatura bajo reforzamiento por fibra

Concreto sin confinar:

Para el concreto sin confinar se le aplicara un análisis bajo 3, 10 y 100 fibras, para ello empezaremos en la secuencia relativa antes mencionada.

- **Reforzamiento por 3 fibras:** Se puede ver la figura 72, donde se plantea este comportamiento vale recalcar la imagen donde se aprecia el trabajo de la compresión que nunca es en el eje neutro para ello es necesario conocer la distancia hacia el eje 0 y así aplicar el brazo de palanca y tener un momento. (Ver figura 72)

Figura 72. Representación de la compresión y la tracción teórica



Fuente. Elaboración propia (2024).

Conociendo ello en la tabla 40 planteamientos los datos de la viga con mayor peralte de 40x60 para determinar su comportamiento, para ello se sabe que la resistencia a la tracción para un concreto de 210 kg/cm² es de 28.982 kg/cm², un módulo de elasticidad de 217073.615 y un coeficiente de resistencia a la tracción de -0.000133.

Tabla 40: Condiciones del recubrimiento

Fibras	N° Fibra	Área		e	oc	Fuerza (tonf)	Momento
		Yi	NC (cm2)				
sin	1	20	800	0.000167	36.238	28.991	5.798
confinar	2	0	800	-0.00349	0	0	0
	3	- 20	800	-0.00716	0	0	0
Sumatoria						28.99	5.80

Fuente. Elaboración propia (2024).

También en la tabla 41 se analizó el diagrama para el área del acero de la sección bajo el planteamiento de 3 fibras, aquí se consideró los 5 centímetros de recubrimiento en ambos sentidos, el resultado se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 41: Condición bajo 3 fibras del área confinada

Fibras	N° Fibra	Área		e	oc	Fuerza (tonf)	Momento
		Yi	NC (cm2)				
de	1	25	5.97	0.00008	2168.78	12.944	3.23
acero	2	0	3.98	-0.0034	-4200	-16.76	0
	3	- 25	5.97	-0.0080	-4200	-25.07	6.27
Sumatoria						-28.84	9.50

Fuente. Elaboración propia (2024).

Como resultado final se tuvo tanto del concreto sin confinar y del área del acero un momento resultante acumulado de 15.30 tn-m.

Reforzamiento por 10 fibras: en la tabla 42 se analizó el diagrama para el área del acero de la sección bajo el planteamiento de 10 fibras.

Tabla 42: 10 fibras en sección sin confinar

Fibras	N° Fibra	Yi	Área		e	oc	Fuerza (tonf)	Momento
			NC	(cm2)				
sin confinar	1	27	240		0.0009	36.238	28.991	5.798
	2	21	240		-0.0011	35.12	29.16	6.152
	3	15	240		-0.0033	26.25	29.08	6.204
	4	9	240		-0.0054	21.18	29.08	6.115
	5	3	240		-0.0070	20.76	27.16	7.154
	6	-3	240		-0.0096	-20.76	-29.08	7.154
	7	-9	240		-0.0112	-21.18	-29.08	6.115
	8	- 15	240		-0.0139	-26.25	-29.16	6.204
	9	- 21	240		-0.0167	-35.12	-28.991	6.152
	10	- 27	240		-0.0181	-36.238	-27.160	5.798
Sumatoria							31.02	19.475

Fuente. Elaboración propia (2024).

Reforzamiento por 100 fibras: en la tabla 43 se analizó el diagrama para el área del acero de la sección bajo el planteamiento de 100 fibras.

Tabla 43: 100 fibras en sección sin confinar

Fibras	N° Fibra	Yi	Área NC (cm ²)	e	oc	Fuerza (tonf)	Momento
sin	1	27	240	0.0009	36.238	28.991	5.798
confinar	2	21	240	-0.0011	35.12	29.16	6.152
	3	15	240	-0.0033	26.25	29.08	6.204
	4	9	240	-0.0054	21.18	29.08	6.115
	5	3	240	-0.0070	20.76	27.16	7.154
	6	-3	240	-0.0096	-20.76	-29.08	7.154
	7	-9	240	-0.0112	-21.18	-29.08	6.115
	8	-15	240	-0.0139	-26.25	-29.16	6.204
	9	-21	240	-0.0167	-35.12	-28.991	6.152
	10	-27	240	-0.0181	-36.238	-27.160	5.798
	20	-28.50	240	-0.0186	-37.241	-24.32	5.368
50	-31.26	240	-0.203	-38.64	-23.12	4.128	
100	-31.78	240	-0.211	-39.47	-20.19	4.101	
					Sumatoria	51.02	39.475

Fuente. Elaboración propia (2024).

Finalmente presentamos la comparación de las fibras aplicadas en la tabla 44 y en la figura 73 y 74 las barras estadísticas del momento total y la curvatura generada respectivamente.

En la tabla 44 se realiza una comparativa entre los análisis aplicados anteriormente, que son análisis en 3, 10 y 100 fibras como podemos observar en la siguiente tabla.

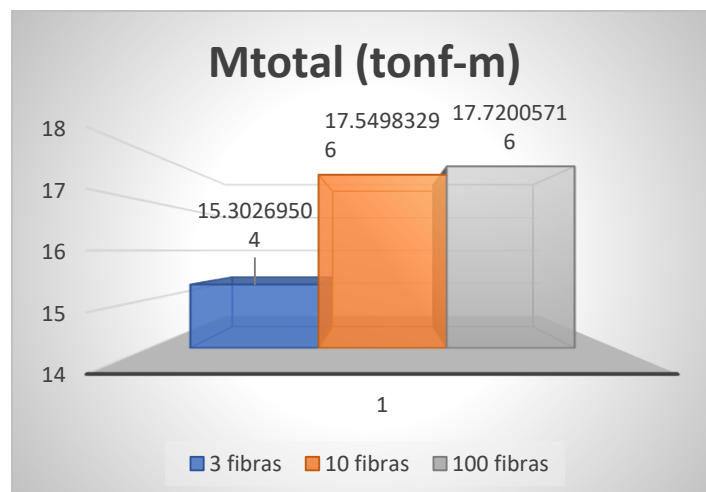
Tabla 44: Comparación de fibras

Nº fibras	Mtotal (tonf-m)	Curvatura (1/1000)(1/m)
3	15.302	16.318
10	17.549	35.392
100	17.720	31.664

Fuente. Elaboración propia (2024).

En la figura 73 tenemos el diagrama de barras de la comparativa para el momento total entre fibras, tanto para 3, 10 y 100 fibras.

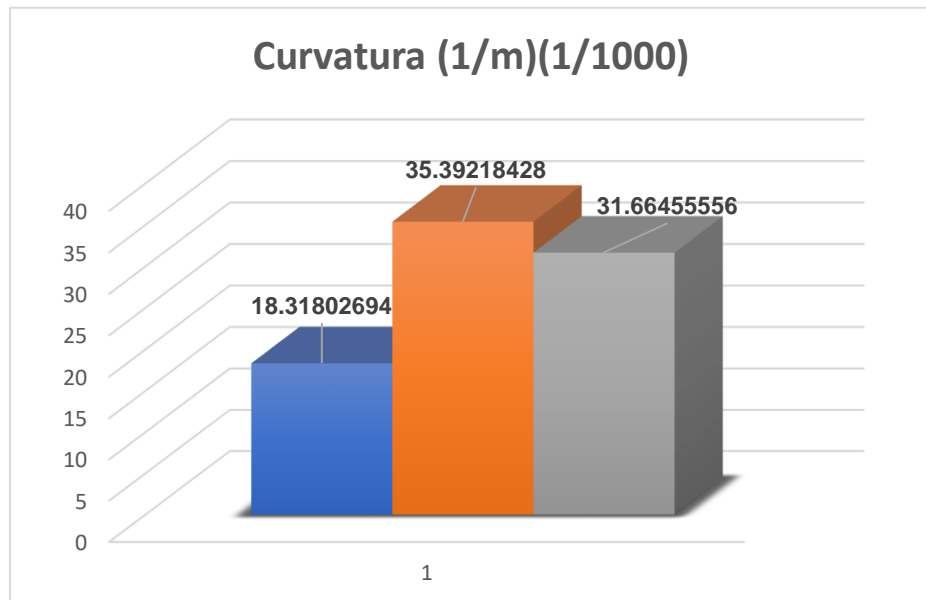
Figura 73. Diagrama de momento total entre fibras



Fuente. Elaboración propia (2024).

En la figura 74 tenemos el diagrama de barras de la comparativa para la curvatura generada, tanto para 3, 10 y 100 fibras.

Figura 74. Diagrama la curvatura entre fibras



Fuente. Elaboración propia (2024).

Concreto confinado: Para el concreto confinado tenemos las características de la sección de viga sísmica de base(h), altura (h) y recubrimiento, aparte se tomaron las siguientes características:

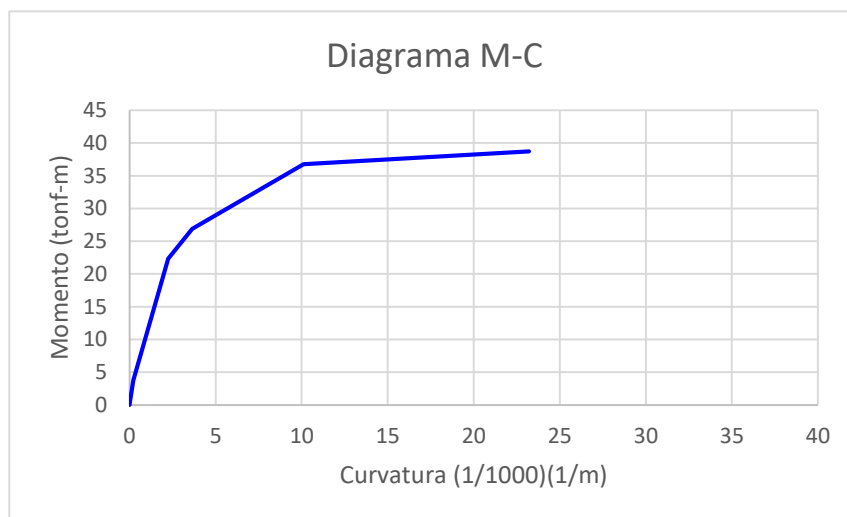
- **Diámetro de estribo:** 0.9525 cm
- **Área de estribo:** 0.713 cm
- **Diámetro As Long:** 5/8"
- **Peralte efectivo:** 54.25 cm
- **Separación de barras:** 10cm
- **"r" confinado:** 5.74 cm
- **Área confinada:** 1140.29 cm

Luego también tenemos el volumen del refuerzo transversal es de 0.00987 cm, el área de fluencia del estribo que en este caso es del acero de grado 60 es de 4200 kg/cm², se necesita a la vez el dato del esfuerzo máximo confinado de 217.57 kg/cm², y por último se desea conocer la relación entre concreto confinado y sin confinar el cual es 1.036, dato útil para generar el diagrama momento – curvatura.

Se aplica las iteraciones al igual que el concreto sin confinar, pero en este caso se tratará de llegar hasta el máximo índice del concreto confinado que teóricamente es de 0.004 aplicando un valor nulo tanto a tracción como a carga axial porque será aplicado a una viga y estas solo distribuyen carga,

En la figura 75 se ve se todo el desplazamiento absorbido por la sección peraltada de 35 x 60 cm.

Figura 75. Momento – curvatura de viga 35x60

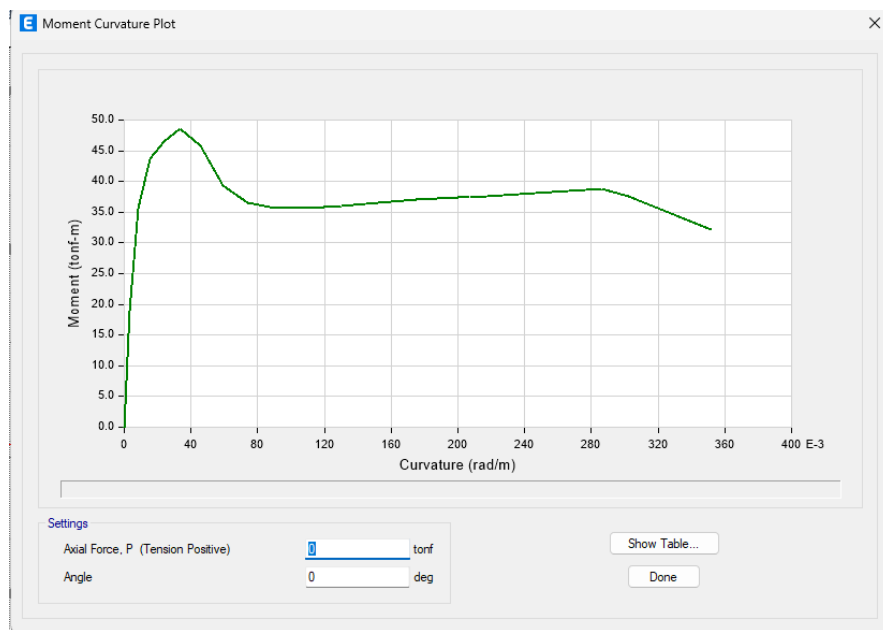


Fuente. Elaboración propia (2024).

En la figura 76 se puede observar que aplicamos el momento – curvatura para las secciones en análisis en el software Etabs, se tomó la

sección 35*60, que fue una viga peraltada en la figura 76, en la cual se identifica el recorrido que tuvo el elemento estructural, donde este por fines prácticos se va a comparar para ver el funcionamiento del método y que están correctos los artificios aplicados.

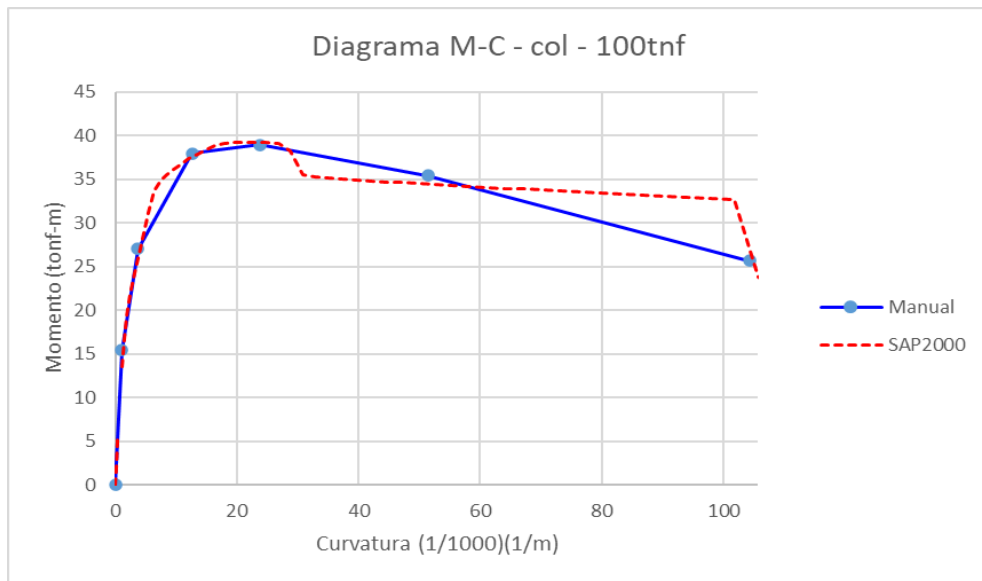
Figura 76. Momento – curvatura de sección 35x 60 en Etabs



Fuente. Elaboración propia (2024).

En la figura 77 realizamos la comparación del método que es obtenido manualmente, se acoplará a lo generado en el etabs y ver si coinciden o en todo caso tratar de asemejar el comportamiento por rotación entre ambos métodos, para el caso se aplicó a una columna bajo una carga axial de 100 tnf, es así que cumplió con lo requerido quedando resuelta la irregularidad, quedando así apta ante desplazamientos espectrales inferiores a 7/1000.

Figura 77. Momento – curvatura Manual vs Etabs para columna 35x50



Fuente. Elaboración propia (2024).

CAPITULO V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1 Validez de hipótesis

Las hipótesis fueron corroboradas con los objetivos específicos planteados al iniciar la investigación planteada.

5.1.1 Hipótesis General HG: Ductilidad máxima alcanzada

HG: La influencia del método diagrama momento-curvatura y reforzamiento por fibra describen un mayor recorrido por ductilidad ultima.

La hipótesis general HG es válida, se llegó a esta conclusión debido a que se analizó el comportamiento tanto del concreto con y sin confinamiento por separado, para luego llegar a esquematizar el diagrama momento – curvatura con los datos característicos por separado, el recorrido plástico del sistema o ductilidad estimada fue de 2.39 cm aplicando el análisis por fibra, mientras que la ductilidad sin seccionar fue de 1.91 cm.

La discusión de la hipótesis general se encuentra en la tabla 45.

Tabla 45: Discusión de hipótesis General

Hipótesis planteada	Métodos aplicados	Resultados obtenidos	Observaciones
HG: La influencia del método diagrama momento-curvatura y reforzamiento por fibra describen un mayor recorrido por ductilidad ultima en la I.E. 10924 – Artesanos Independientes.	Diagrama momento – curvatura y reforzamiento por fibra	En la evaluación de la I.E N.º 10924 Artesanos Independientes, se corrigió la irregularidad en la estructura para luego analizar el momento – curvatura de los elementos añadidos a la elevación verificar	La hipótesis se sustenta como válida, debido a la nueva configuración estructural y la corroboración del diagrama momento curvatura dado por el etabs y el obtenido manualmente no superando la deriva plástica máxima de

desplazamiento 7/1000 por
admitido por fibra normativa local.

Fuente. Elaboración propia (2024).

5.1.2 Hipótesis Específica H1: Desplazamiento espectral máximo

H1: El desplazamiento espectral máximo admitido por ductilidad última supera el Drift de 0.007 indicado en la norma peruana sismorresistente.

La hipótesis específica H1 es válida debido a que luego de llevar a la estructura del colegio N.º 10924 – Artesanos Independientes, antes de superar la fluencia de sus elementos excede el límite del Drift 0.007, especificado en la norma sísmica peruana E.030.

La discusión de la hipótesis específica H1 se encuentra en la tabla 46.

Tabla 46: Discusión de hipótesis específica H1

Hipótesis planteada	Métodos aplicados	Resultados obtenidos	Observaciones
H1: El desplazamiento espectral máximo admitido por ductilidad última supera el Drift de 0.007 indicado en la norma peruana sismorresistente para la I.E. 10924 – Artesanos Independientes.	Diagrama momento – curvatura y reforzamiento por fibra	En la evaluación de la I.E N.º 10924 Artesanos Independientes, se aplica el análisis lineal, al sistema dual de concreto armado, después de aplicar el análisis estático y dinámico antes de fluir se supera el límite de deriva por norma.	La hipótesis se sustenta como válida, debido a que el peso sísmico inconsistente en todos sus niveles, además de las irregularidades de continuidad vertical incitaron a la estructura a tener un desplazamiento de 0.054022

Fuente. Elaboración propia (2024).

5.1.3 Hipótesis Especifica H2: $M\phi$ Secciones simplemente reforzadas.

H2: El diagrama momento - curvatura para las secciones simplemente reforzadas ubican a la estructura en un estado de fluencia.

La hipótesis específica H1 es no válida, al satisfacer las irregularidades propias de la estructura se aplicó verificaciones por diagrama momento – curvatura, las verificaciones fueron ver si la sección estaba sub-reforzada, conocer el agrietamiento, conocer la cedencia, y por último ver la condición de agotamiento, la ductilidad última obtenida fue de 5.88 cm con una relación de ductilidades tanto lineal como en fluencia fue de 0.47, no superando la unidad o el 100% de su capacidad máxima.

La discusión de la hipótesis específica H2 se encuentra en la tabla 47.

Tabla 47: Discusión de hipótesis específica H2

Hipótesis planteada	Métodos aplicados	Resultados obtenidos	Observaciones
H2: El diagrama momento - curvatura para las secciones simplemente reforzadas ubican a la estructura en un estado de fluencia.	Diagrama momento – curvatura y reforzamiento por fibra	El diagrama momento – curvatura en secciones simplemente reforzadas indica una ductilidad del sistema del 47% estando debajo de su limite	La hipótesis se sustenta como no válida, debido a que no llega al 100 % de su capacidad de absorción, además de que tiene un alargado recorrido plástico que sustenta lo propuesto.

Fuente. Elaboración propia (2024).

5.1.4 Hipótesis Especifica H3: $M\phi$ Secciones doblemente reforzadas.

H3: El diagrama momento - curvatura aplicado en secciones doblemente reforzadas ubica a la estructura fuera del rango plástico.

La hipótesis H3 se sustenta como válida, debido a que al verificar la cedencia tanto para el concreto como el acero, se localiza que el acero ha alcanzado el agotamiento lo cual es bueno ya que pondría a la elevación en una falla frágil, pero ante cargas sísmicas más elevadas que corresponde a sismos raros o severos se tiene que el concreto alcanza el agotamiento, la longitud plástica asumida es de 25 cm es decir trabaja la sección de concreto armado en área de fluencia.

La discusión de la hipótesis específica H3 se encuentra en la tabla 48.

Tabla 48: Discusión de hipótesis específica H3

Hipótesis planteada	Métodos aplicados	Resultados obtenidos	Observaciones
H3: El diagrama momento - curvatura aplicado en secciones doblemente reforzadas ubica a la estructura fuera del rango plástico.	Diagrama momento – curvatura y reforzamiento por fibra	El diagrama momento – curvatura en secciones doblemente reforzadas indica una longitud plástica de 25cm, trabajando por encima de sus características técnicas de los elementos que conforman la sección.	La hipótesis se sustenta como válida, debido a que no se supera el trabajo en pendiente y se entra en una curvatura o histéresis del acero (transición – fluencia).

Fuente. Elaboración propia (2024).

5.1.5 Hipótesis Especifica H4: Reforzamiento por fibra.

H4: La variación de la ductilidad última al aplicar reforzamiento por fibra bajo 3, 10 y 100 secciones multilineales mejora el desplazamiento por capacidad en los elementos resistentes de la I.E 10924 de Chiclayo.

La hipótesis H4 se sustenta como válida, al plasmar el diagrama momento – curvatura bajo la plasticidad distribuida o seccionamiento por fibras tanto para vigas como columnas se corrobora con el diagrama momento - curvatura obtenido del etabs , y se verifico que hay puntos de inflexión donde se dan estas irregularidades por la resistencia del concreto que no se cumple con las especificaciones técnicas , la deformación en el punto máximo de esfuerzo fue de 0.0045 rad/cm , mientras que lo obtenido en el etabs fue de 0.00367 rad/cm.

La discusión de la hipótesis especifica H4 se encuentra en la tabla 49.

Tabla 49: Discusión de hipótesis especifica H4

Hipótesis planteada	Métodos aplicados	Resultados obtenidos	Observaciones
H4: La variación de la ductilidad última al aplicar reforzamiento por fibra bajo 3, 10 y 100 secciones multilineales mejora el desplazamiento por capacidad en los elementos resistentes de la I.E 10924 de Chiclayo.	Diagrama momento – curvatura y reforzamiento por fibra	La diferencia por ductilidad ultima es de 0.00083 entre la aplicación por fibra manualmente y el diagrama momento – curvatura otorgada por el Etabs.	La hipótesis se sustenta como válida, debido a que al seccionar particularmente al concreto confinado y sin confinar se prolonga más el recorrido de la sección cumpliendo con lo pedido en la norma E.030.

Fuente. Elaboración propia (2024).

5.2 Contrastación de antecedentes

5.2.1 Antecedente Internacional

Dogu & Menkulasi (2022), en su investigación titulada respuesta momento-curvatura y deformación post-sismo en vigas de hormigón tensadas bajo alto rendimiento, presenta un método analítico basado en la respuesta mecánica para obtener la respuesta completa momento-curvatura por deformación en vigas de hormigón bajo alto soporte de carga sísmica. El procedimiento propuesto no se basa en el empirismo, sino que aplica el método que hace uso de los modelos constitutivos de materiales supuestos y proporciona los medios para determinar la variación de la curvatura y la deflexión a medida que la viga se carga hasta el fallo, proporcionando así una vía para cuantificar la ductilidad en la sección transversal y longitudinal.

Por otro lado lo plasmado en la presente investigación fue en una parte determinar el diagrama momento – curvatura para las vigas donde también se aplica el método constitutivo de Popovic y Sakino para representar idealmente el comportamiento mecánico del concreto y el acero, se tuvo como conclusión en vigas de 35 x60 cm² que el comportamiento último o deformación en el punto de máximo esfuerzo se dio en la curvatura de 0.00224 rad/cm, y aplicando plasticidad distribuida por fibra una curvatura última de 0.00201 rad/cm.(Ver tabla 50)

Tabla 50: Discusión de antecedente Internacional

Antecedente Internacional	Método Aplicado	Resultados obtenidos	Observaciones
Dogu & Menkulasi (2022), en su investigación titulada respuesta momento-curvatura y deformación post-sismo en vigas de hormigón tensadas bajo alto rendimiento, presenta un método analítico basado en la respuesta mecánica para obtener la respuesta completa momento-curvatura- por deformación en vigas de hormigón bajo alto soporte de carga sísmica.	Diagrama momento - curvatura	Al realizar el estudio por curvatura en la I.E N.º 10924 – Artesanos Independientes se estableció en las vigas una curvatura en el punto de máximo esfuerzo la relación de 0.00224 rad/cm, y aplicando plasticidad distribuida por fibra una curvatura última de 0.00201 rad/cm	El procedimiento para determinar los resultados plasmados en la presente investigación fue de acuerdo al antecedente descrito, los resultados fueron comprobados con el software Etabs.

Fuente. Elaboración propia (2024).

5.2.2 Antecedente Nacional

Altamirano (2023), en su estudio análisis de elementos vigas de concreto armado haciendo uso del diagrama momento-curvatura estudiando la plasticidad o fluencia del acero y el concreto en elevaciones que superen los 6 pisos. El autor concluyo en que la última resistencia admitida por momento – curvatura tienen un margen más grueso a diferencia del mismo análisis, pero en fluencia, ya que describe correctamente el verdadero desplazamiento de los elementos, tuvieron resultados como el momento antes de la fluencia en el acero de las vigas fue de 24.30%, mientras que aplicando la no linealidad fue de 22.40 % es decir menor aplicando los planteamientos constitutivos de Mander y Hognestad respectivamente.

Por otro lado, los resultados obtenidos en la presente investigación fueron traducidos a porcentaje de 41.67% y 35.93% para la no plasticidad y la fluencia respectivamente de los elementos estudiados.

Tabla 51: *Discusión de antecedente Nacional*

Antecedente Internacional	Método Aplicado	Resultados obtenidos	Observaciones
Altamirano (2023), en su estudio análisis de elementos vigas de concreto armado haciendo uso del diagrama momento-curvatura estudiando la plasticidad o fluencia del acero y el concreto en elevaciones que superen los 6 pisos	Diagrama momento - curvatura	El autor concluyo en que la última resistencia admitida por momento – curvatura es estimado mientras que el análisis por fluencia describe correctamente el desplazamiento de los elementos, los resultados obtenidos fueron 24.30% y 22.40%	Los resultados del antecedente con el planteado en la investigación coinciden en que la sección fisurada tiene el mayor margen de resistencia por estimación, mientras que la sección plastificada

para no fluencia y describe mejor el
fluencia de los comportamiento
materiales en del concreto
elementos en del concreto
sísmicos. armado.

Fuente. Elaboración propia (2024).

CONCLUSIONES

En el presente capítulo se muestran las conclusiones obtenidas de acuerdo a los objetivos planteados en la presente investigación, apoyándose en la corroboración de validez de hipótesis planteadas en el capítulo V, apartado 5.1.

1. Al aplicar el método diagrama momento-curvatura y reforzamiento por fibra para obtener la ductilidad última en la I.E N°10924, se redujo el desplazamiento o recorrido máximo, al permitido por normativa peruana E.030 en un 3.12%, comprobándose así un método eficaz para mejorar la relación ductilidad – rigidez en los elementos resistentes.
2. La ductilidad última alcanzada por desplazamiento espectral máximo admitido en la I.E 10924 se vio afectada por las condiciones de irregularidad en altura y por no tener continuidad de sus elementos verticales, donde el recorrido espectral fue de 7.13/1000 superando el máximo admitido según la E.030 de 7/1000, generando una controversia con la normativa sismorresistente peruana donde se busca darle solución a esta problemática.
3. La ductilidad última alcanzada por desplazamiento espectral máximo admitido en las secciones simplemente reforzadas de la I.E 10924 fue de 0.00664 rad/cm, el cual es un desplazamiento correcto dentro

del marco lineal, pudiendo determinar así que estas secciones no estas afectas por la torsión generada en el sistema.

4. La deformación máxima alcanzada por momento - curvatura en las vigas doblemente reforzadas para llegar a estimar la ductilidad última, generó una plastificación máxima de 0.0071418 rad/cm, superando lo especificado en la norma peruana, dejando en evidencia que estas secciones sufren la irregularidad por torsión producto de superar el límite de deriva, se deduce así que tienen condición de falla dúctil sin embargo no cumple con la relación rigidez- ductilidad, estas secciones serán analizadas por método de reforzamiento de fibra para darle una solución y aporte a la investigación.

5. La ductilidad última al aplicar reforzamiento por 3,10 y 100 fibras o plasticidad distribuida en secciones peraltadas resistentes de la I.E N°10924, saca a la estructura del estado de fluencia al generar un menor esfuerzo en la sección, generando en los aceros transversales un reforzado equidistante en toda la longitud, es así que el comportamiento o desplazamiento se limita de 0.0071418 rad/cm a 0.0069180 rad/cm.

RECOMENDACIONES

1. Llegar a conocer la influencia del diagramado por momento – curvatura de los elementos sísmicos de una edificación esencial debe ser un parámetro en el diseño estructural, muchas veces el software de diseño no toma en cuenta puntos de inflexión que asume los elementos de absorción de carga que se obtiene al iterar bajo distintos escenarios o condiciones de esfuerzo.
2. Se debe enfocar en discretizar cada elemento estructural con capacidad de absorber carga sísmica en una edificación para llegar a conocer cómo trabaja tanto el concreto confinado y sin confinar por separado y como se correlacionan bajo planteamientos constitutivos de diseño.
3. Se debe aplicar la solución estructural propuesta en la investigación para satisfacer la irregularidad encontrada bajo planteamiento de normativa local, ya que indica un riesgo para los estudiantes y personas que concurren al local educativo tomado como muestra de análisis para la investigación.
4. Aplicar el diagrama momento – curvatura y el análisis por reforzamiento de fibra por especialistas en futuros estudios de concreto armado como puentes, muros de contención, estructuras metálicas u otros elementos de la misma índole.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Almada, N.D., Bárcena, A.J.& Enciso, T.M. (2022). *Determinación y Análisis de la gráfica Momento - Curvatura de diferentes secciones de vigas de concreto reforzado*. <https://www.laccei.org/LACCEI2016-SanJose/RefereedPapers/RP228.pdf>.

Altamirano, J.L (2023). *Análisis del comportamiento de vigas de concreto armado usando la curva de momento-curvatura considerando el comportamiento no lineal de los materiales para edificaciones mayores de 6 niveles* [Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica del Perú]. Repositorio Institucional de la Universidad Tecnológica del Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.12867/8351>

Applied Technology Council (1996). *Seismic evaluation and retrofit of concrete buildings*. [ATC-40]

American Society of Civil Engineers [ASCE] (2019). *Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings* [ASCE/SEI 41-17].

Bertoa, L., Caprilib, S., Saettaa Anna., Salvatore. & Talledo, D. (2020). *Efectos de la corrosión en la respuesta sísmica de pórticos rc existentes diseñados según diferentes códigos de construcción*. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2020.110397>.

Dogu, M. & Menkulasi, F. (2022). *Respuesta momento-curvatura-deformación de vigas de hormigón postensadas de ultra alto rendimiento*.

Espinoza, A., & Quinto, W. (2018). *Estudio comparativo de respuestas sísmicas entre modal espectral y tiempo historia aplicado a un edificio 16 pisos en el distrito de Magdalena del Mar – Lima, 2018* [Tesis de grado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio institucional de la Universidad Cesar Vallejo.
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/35479>

Federal Emergency Management Agency (2020). *Prestandard and commentary for the seismic rehabilitation of buildings [Estándares y comentarios para la rehabilitación sísmica de edificios]*.
<https://www.nehrp.gov/pdf/FEMA356.pdf>

Galarza, D. (2019). *Evaluación del Desempeño Sísmico del edificio de la Oscus mediante comparación del análisis estático no lineal (Pushover), Análisis estático modal (Pushover multimodal) y Dinámico no-lineal [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato]*. Repositorio institucional. <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/29942>

Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación. (6ª ed.)*. McGrawHill.

Huapaya, K. P. & Palomino, P. D. (2021). *Propuesta de mapa de riesgo sísmico para la estimación de pérdidas mediante curvas de fragilidad de sistemas estructurales típicos usando la metodología FEMA Hazus para el distrito de surquillo en Lima* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio Académico de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/654669>

Jerves, R. A. (2018). *Análisis de la vulnerabilidad sísmica mediante las curvas de fragilidad de la I.E. N.º 20390, Chancay, Lima 2020* [Tesis de grado, Universidad de Cuenca]. Repositorio Institucional de la Universidad de Cuenca. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/31508>

Mora, D., Aguiar, R. & Rodríguez, M. (2015) *Modelación bajo método de fibra y explicación del momento-rotación en secciones agrietadas de concreto armado*, 17(1), 99-124.

https://www.researchgate.net/publication/281749291_diagrama_momento-curvatura_y_momento-rotacion_para_elementos_de_hormigon_armado_y_acero_con_ascesei_41_y_sistema_de_computacion_ceinci-lab_moment-rotation_and_moment-curvature_diagram_for_reinforced

Monti, G., & Petrone, F (2015). *Yield and Ultimate Moment and Curvature Closed-Form Equations for Reinforced Concrete Sections*. *ACI Structural Journal*, 112(4)

Nilson, A.H (2001). *Diseño de estructuras de concreto*. (12va ed.). McGrawHill.

Norma Ecuatoriana de la construcción (2014) *Peligro Sísmico y Diseño Sismo resistente*. https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/04/MTOP_NEC-SE-DS.pdf.

Ocola, L. (2019). *Peligro, vulnerabilidad, riesgo y la posibilidad de desastres sísmicos en el Perú*. *Revista Geofísica*, (61), 81–125.
<https://app.ingemmet.gob.pe/biblioteca/pdf/Amb-138.pdf>

Perles, P. (2019). *Hormigón Armado*. (1ra ed.). Nobuko

Blázquez, A., Lantada, N., Gonzales-Drigo, R., Pujades, L.G & Meza, K (2021). *Matriz tipológica de edificios de la zona*. POCRISC.
https://pocrisc.eu/sites/default/files/documents/E4_1_0%20BTM_PocRisc_v20220328.pdf

Qi., J., Ye, Y., Huang, Z., Weirong, Ly, W., Zhou., W., Liu, F & Wu., J. (2021).

Experimental study and theoretical analysis of steel-concrete. Bending moment – curvature of composite box girder bending moment – curvature Restoring force. *Sustainability*, 15(8), 6585.

<https://www.mdpi.com/2071-1050/15/8/6585>

Quispe Cartolin, P. J. (2021). *Comparación entre análisis dinámico tiempo-historia en sismos frecuentes y análisis espectral para un edificio de vivienda de 14 pisos* [Tesis de Grado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio institucional. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/18648>

Tala, E. F. (2019). *Estimación de daño sísmico en viviendas de albañilería confinada mediante curvas de fragilidad para viviendas de 01 y 02 pisos*. [Tesis de pregrado, Universidad Peruana Unión].
<https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/2819541>

Tavera, H. (2019). *Evaluación del peligro asociado a los sismos y efectos secundarios en Perú*. Instituto Geofísico del Perú. <https://repositorio.igp.gob.pe/items/a08bea10-897e-454b-8bd9-2fa864c10d4c>

Untuña, C. A. (2021). *Evaluación sísmica basada en desempeño según FEMA P-58 del hospital general docente de Ambato* [Tesis de pregrado, Universidad de las Fuerzas Armadas]. Repositorio de la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE. <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/24142>

Velásquez, J. M. (2006). *Estimación de pérdidas por sismo en edificios peruanos mediante curvas de fragilidad analíticas* [Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio de Tesis Pontificia Universidad Católica del Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/135>

Velastegui, L. A., Velastegui, J. D. & Chamorro, H. E. (2022). *Evaluación de vulnerabilidad sísmica apoyada en tecnologías de información geográfica*. Ciencia Digital. <http://libros.cienciadigital.org/index.php/CienciaDigitalEditorial/catalog/view/11/50/129-4>.

Wang, B., & Cai, W. & Shi, Q. (2019). *Simplified Data-Driven Model for Curvature Moment of T-Shaped RC Shear Walls*. *Advances in Civil Engineering*, 9897827, <https://doi.org/10.1155/2019/9897827>

Westfall, P. & Henning, K. (2018). *Understanding Advanced Statistical Methods*, CRC Press.
https://students.aiu.edu/submissions/profiles/resources/onlineBook/y6z7i8_t4q6Z9_advanced%20statistics.pdf

Zanelli Flores, C., & Paredes Salas, P. (2019). *Diseño Estructural de un pabellón de Hospital con Aisladores Sísmicos* [Tesis de Grado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio institucional.
<http://hdl.handle.net/20.500.12404/15267>.

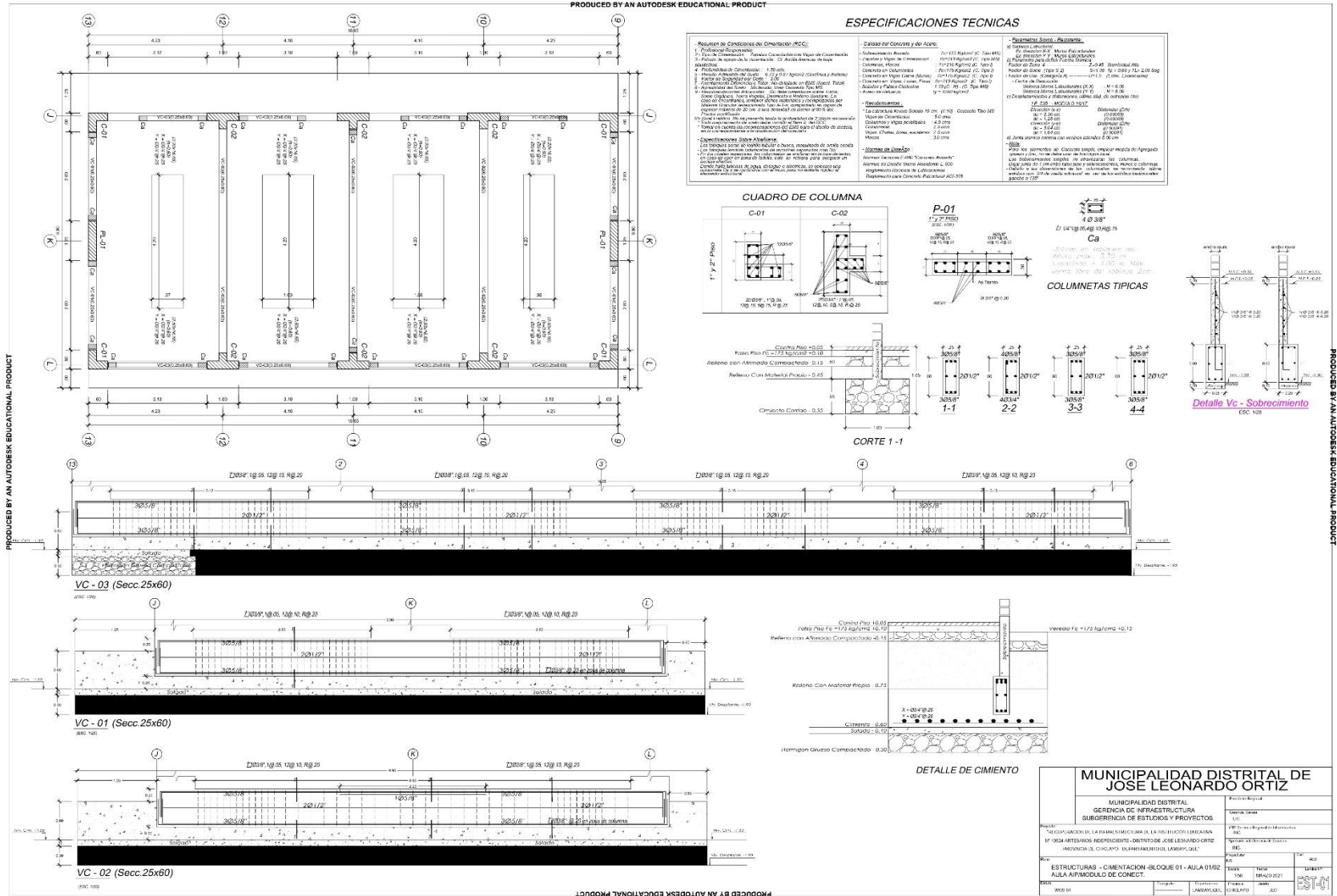
ANEXOS

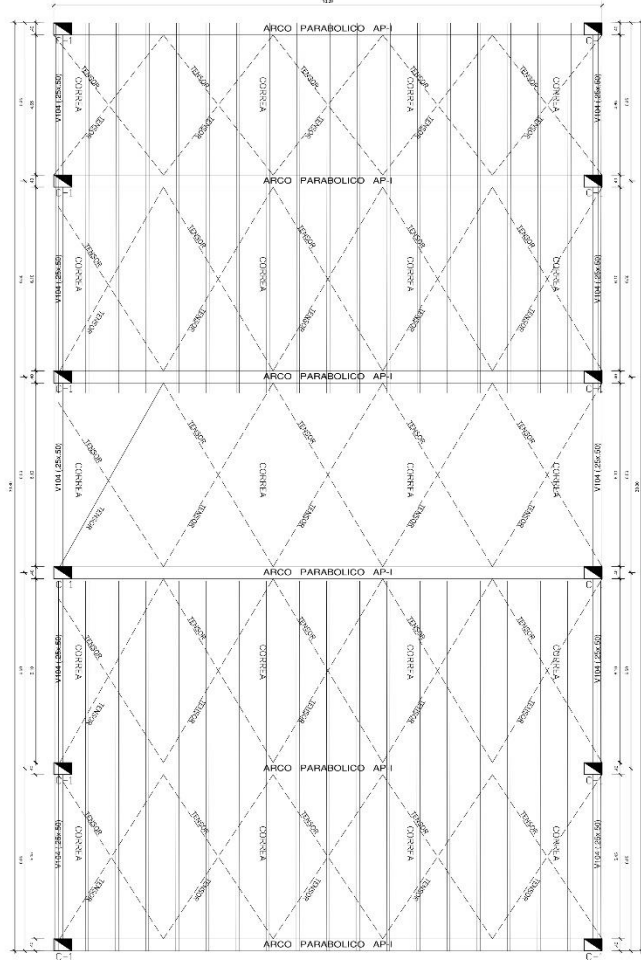
Anexo 1. Matriz de consistencia

Título de la investigación: “DIAGRAMA MOMENTO – CURVATURA Y REFORZAMIENTO POR FIBRA PARA DETERMINAR LA DUCTILIDAD ÚLTIMA EN LA ESTRUCTURA DE LA I.E. 10924 – CHICLAYO

MATRIZ DE CONSISTENCIA						
Tema:	DIAGRAMA MOMENTO - CURVATURA Y REFORZAMIENTO POR FIBRA PARA DETERMINAR LA DUCTILIDAD ÚLTIMA EN LA ESTRUCTURA DE LA I.E. 10924 - CHICLAYO					
Autor:	FERNANDEZ BACA CARLOS GIAN PIER - CORONEL CISNEROS JUNIOR ALDAIR					
Problemática	Objetivo	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicador	Metodología
Problema General	Objetivo General	Hipotesis General	Variable independiente			Diseño
¿ Cual es la influencia del método diagrama momento-curvatura y reforzamiento por fibra para obtener la ductilidad última en la I.E 10924- Chiclayo?	Determinar la influencia del método diagrama momento-curvatura y reforzamiento por fibra para obtener la ductilidad última en la I.E 10924- Chiclayo	La influencia del método diagrama momento-curvatura y reforzamiento por fibra presenta un mayor recorrido por ductilidad última .	X: Diagrama momento - curvatura y reforzamiento por fibra	Sección del elemento estructural	. Secciones acarteladas . Secciones no prismáticas	Tipo de Investigación : Cuantitativa Nivel de investigación: Aplicada Diseño de Investigación: No experimental
				Análisis sismorresistente	. Irregularidad en altura -E030 . Irregularidad en planta -E030	
				Método de plasticidad tipo fibra	. Definición agrietada y sin agrietar del concreto confinado y sin confinar	
Problemas Específicos	Objetivos específicos	Hipotesis Especificas	Variable Dependiente			Población y Muestra
¿ Cuál es la ductilidad última alcanzada por análisis sismorresistente admitido en la I.E 10924 de Chiclayo?	Determinar la ductilidad última alcanzada por análisis sismorresistente admitido en la I.E 10924 de Chiclayo	La ductilidad última alcanzada a través de análisis sismorresistente supera el drift de 0.007 indica en la norma peruana sismorresistente.		Análisis elastico	E030	La poblacion está conformada por el conjunto de pórticos y muros de concreto y la segunda por el conjunto de vigas estandarizadas. La muestra es la I.E 10924 de Chiclayo que esta edificada bajo normativa local con los nuevos estandares de colegios Bicentenario.
					Desplazamiento espectral Deriva plástica	
¿ Cual es el diagrama momento - curvatura para las secciones simplemente reforzadas en la I.E 10924 de Chiclayo?	Generar el diagrama momento - curvatura para las secciones simplemente reforzadas en la I.E 10924 de Chiclayo	El diagrama momento - curvatura para las secciones simplemente reforzadas ubican a la estructura en un estado de no fluencia.	Y1: Ductilidad última	Momento- Curvatura seccion simplemente reforzada	M ϕ Cedente M ϕ último Curvatura Factor de reduccion de respuesta	Instrumentos La técnica utilizada es la observación y como instrumento de registro de datos se cortó con planos y relaciones estructurales mecánicas y estandarizadas usadas en el proyecto. Los resultados del concreto confinado y sin confinar han sido procesados con los programas Excel. El análisis se realizó con tablas, gráficos, porcentajes, promedios y varianzas.
¿ Cual es el diagrama momento - curvatura para las secciones doblemente reforzadas en la I.E 10924 de Chiclayo?	Generar el diagrama momento - curvatura para las secciones doblemente reforzadas en la I.E 10924 de Chiclayo	El diagrama momento - curvatura aplicado en secciones doblemente reforzadas ubica a la estructura fuera del rango plástico.		Momento - Curvatura seccion doblemente reforzada	M ϕ Cedente M ϕ último Curvatura Factor de reduccion de respuesta	
¿ Cuál es la ductibilidad última al aplicar reforzamiento por fibra bajo 3, 10 y 100 secciones multilineal en los elementos resistentes de la I.E 10924 de Chiclayo?	Determinar la ductibilidad última al aplicar reforzamiento por fibra bajo 3, 10 y 100 secciones multilineales en los elementos resistentes de la I.E 10924 de Chiclayo	La variación de la ductibilidad última al aplicar reforzamiento por fibra bajo 3, 10 y 100 secciones multilineales mejora el desplazamiento por capacidad en los elementos resistentes de la I.E 10924 de Chiclayo		184 Plasticidad distribuida	Secciones multilineales M ϕ último M ϕ concreto confinado M ϕ concreto sin confinar	

Anexo 2. Planos de la muestra I.E. N.10924 – Chiclayo.

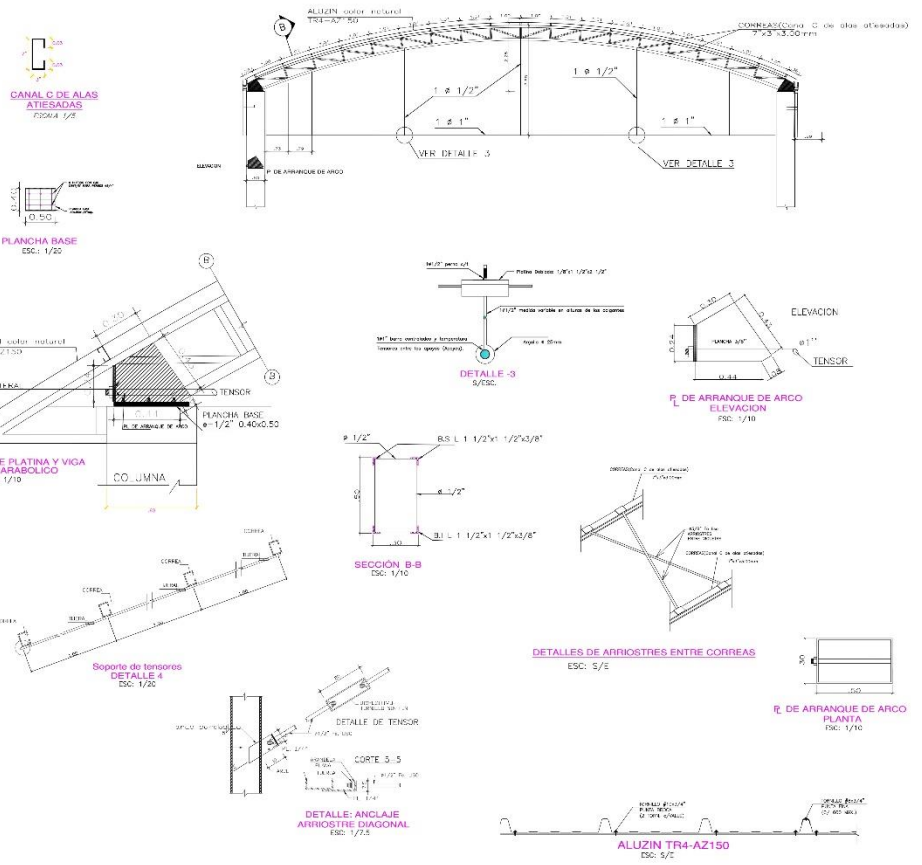




PLANO DE COBERTURA DE LOSA DEPORTIVA
ESCALA: 1/200

ESPECIFICACIONES TECNICAS	
1-	COMPARTE 7 CRUCES DE SAN ANDRES EN CADA ARCO
2-	LOS PÓRTELES SON DE ACERO ESTRUCTURAL SEGUN NORMA ASTM A-36 (F= 2500 Kg/cm ²)
3-	TUBO LISO 200x11 NORMA ASTM A-118 (F= 2500 Kg/cm ²)
4-	SI LOS FIERROS SON DE ACERO AL CARBONO USAR ELECTRODOS E-7000
5-	PRIMAC: 1ra CAPA = ZINCOMATE EPOXICO 2da CAPA = ESMALE ANTICORROSION 3ra CAPA = ESMALE COLOR SEGUN AGRICULTURA

LEYENDA	
	SOLUCION DE TUBO
	SOLUCION DE PLACA
	SOLUCION DE ANGULO
	SOLUCION DE CANAL
	SOLUCION DE SECCION



PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE JOSE LEONARDO ORTIZ	
DIRECCION DE INGENIERIA DIVISION DE INGENIERIA SUBDIRECCION DE BRINDOS Y PROYECTOS	
PROYECTO: ESTRUCTURA DE COBERTURA METALICA PARA EL COMPLEJO DEPORTIVO DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE JOSE LEONARDO ORTIZ	FECHA: 15/05/2014
ESTRUCTURA: DETALLE DE COBERTURA METALICA PARA EL COMPLEJO DEPORTIVO DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE JOSE LEONARDO ORTIZ	ESCALA: 1/200
AUTORA:	PROYECTISTA:
REVISOR:	APROBADO POR:



**ESTRUCTURA EXISTENTE 1ER NIVEL
ESC-1/150**

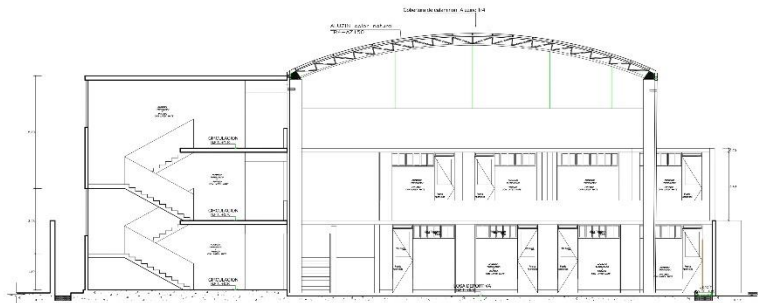


**ESTRUCTURA EXISTENTE 2DO NIVEL
ESC-1/150**



ESTRUCTURA EXISTENTE
A DEMOLER

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE JOSE LEONARDO ORTIZ				
<small>PROYECTO: "REUPERACION DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA INSTITUCION EDUCATIVA N° 10924 ARTESANOS INDEPENDIENTES - DISTRITO DE JOSE LEONARDO ORTIZ - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE"</small>				<small>PLANO (P):</small> EE-01
<small>PLANO: PLANO - ESTRUCTURA EXISTENTE 1ER Y 2DO NIVEL</small>				
<small>CONSEJER:</small>	<small>REV:</small>	<small>DEJAO:</small>	<small>EC:</small>	<small>PROJEC:</small>
<small>ENUNCI:</small>	<small>PROY:</small>	<small>REV:</small>	<small>PROJEC:</small>	<small>PROJEC:</small>
<small>JANUARIQUE</small>	<small>CHICLAYO</small>	<small>JOSE L. ORTIZ</small>	<small>JANUARIQUE</small>	<small>JANUARIQUE</small>

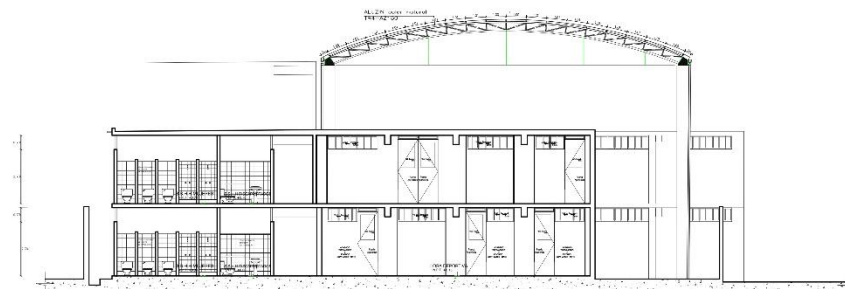


CORTE B-B

ESCALA 1/100

CUADRO DE ACABADOS

ELEMENTOS	ACABADOS		MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD
	TIPO	CANTIDAD			
ALICATADO
...



CORTE A-A

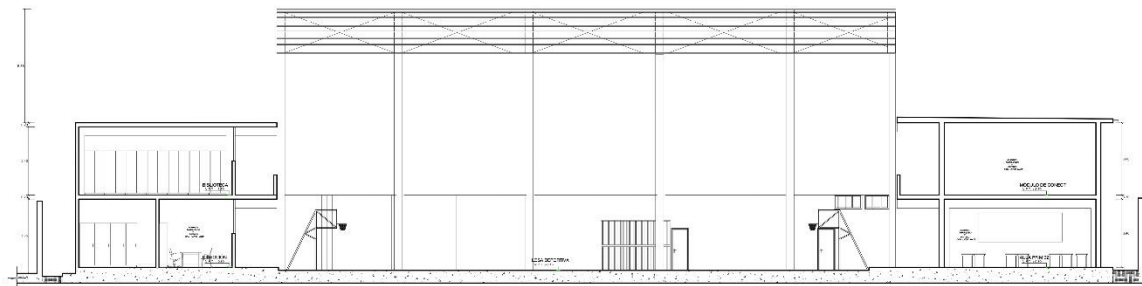
ESCALA 1/100

CUADRO DE VANGOS - VENTANAS

NO.	ANCHO	ALIC.	ALIC. SUPLEN.	COMENTARIOS
V1	1.50	3.75	3.40	VENTANA DE VISO SUP. CON MARCO DE ALUMINIO
V2	1.80	3.75	3.70	VENTANA DE VISO SUP. CON MARCO DE ALUMINIO
V3	4.00	3.75	3.40	VENTANA DE VISO SUP. CON MARCO DE ALUMINIO
V4	1.50	3.75	3.70	VENTANA DE VISO SUP. CON MARCO DE ALUMINIO
V5	2.40	3.75	3.70	VENTANA DE VISO SUP. CON MARCO DE ALUMINIO
V6	0.50	3.75	3.70	VENTANA DE VISO SUP. CON MARCO DE ALUMINIO
V7	2.10	3.75	3.70	VENTANA DE VISO SUP. CON MARCO DE ALUMINIO
V8	1.10	3.75	3.70	VENTANA DE VISO SUP. CON MARCO DE ALUMINIO
V9	1.10	1.00	1.00	VENTANA DE VISO SUP. CON MARCO DE ALUMINIO
V10	0.50	3.75	3.70	VENTANA DE VISO SUP. CON MARCO DE ALUMINIO
V11	0.50	3.75	3.70	VENTANA DE VISO SUP. CON MARCO DE ALUMINIO

CUADRO DE VANGOS - PUERTAS

NO.	ANCHO	ALTO	ALIC. SUPLEN.	COMENTARIOS
P1	1.22	2.12	-	CONTRAMARCA DE EMPUJE SIN VISO SIN ALICATADO SUP.
P2	1.41	2.40	-	CONTRAMARCA DE EMPUJE SIN VISO SIN ALICATADO SUP.
P3	0.85	2.40	-	CONTRAMARCA DE EMPUJE SIN VISO SIN ALICATADO SUP.
P4	1.02	2.50	-	CONTRAMARCA DE EMPUJE SIN VISO SIN ALICATADO SUP.
P5	1.41	2.50	-	CONTRAMARCA DE EMPUJE SIN VISO SIN ALICATADO SUP.
P6	1.41	2.50	-	CONTRAMARCA DE EMPUJE SIN VISO SIN ALICATADO SUP.
P7	1.01	2.01	-	CONTRAMARCA DE EMPUJE SIN VISO SIN ALICATADO SUP.



CORTE 1-1

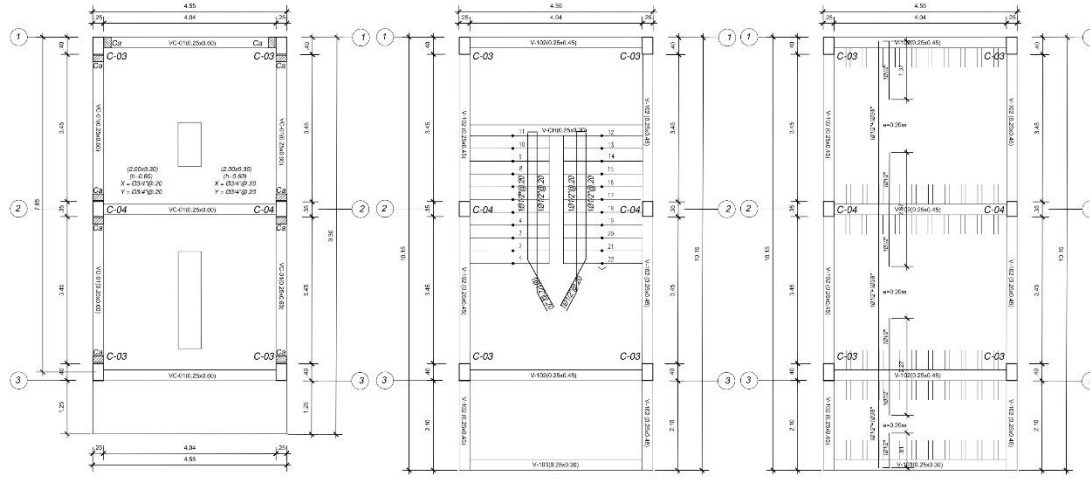
ESCALA 1/100

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE JOSE LEONARDO ORTIZ

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN Y CULTURA
 SUBSECRETARÍA DE ESTUDIOS Y PROYECTOS

PROYECTO: ...
 UBICACIÓN: ...
 ANTECEDENTES: ...

ARQUITECTURA, CORTES Y ELEVACIONES
 INGENIERO: ...
 INGENIERO EN CARGO: ...

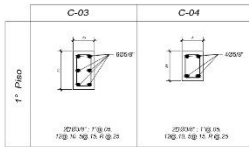


Planta CIMENTACION
S/C=250 y 400 Kg/m² (Aulas y Pasadizos)
(ESC. 1/50)

DETALLE DE ESCALERA
S/C=250 y 400 Kg/m² (Aulas y Pasadizos)
(ESC. 1/50)

DETALLE DE ALIGERADO
S/C=250 y 400 Kg/m² (Aulas y Pasadizos)
(ESC. 1/50)

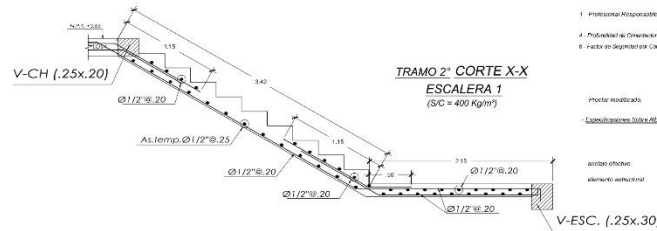
CUADRO DE COLUMNA



14"Ø 68.48 16.88.15
Ca

Utilizar en pasadizos del aula: max. 3.30 m. Pasadizos a 3.00 m. Max. Juntas de las labias 2.0m.

COLUMNETAS TÍPICAS

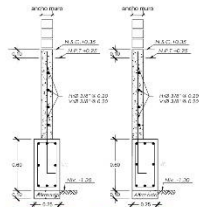


TRAMO 2° CORTE X-X
ESCALERA 1
(S/C = 400 Kg/m²)

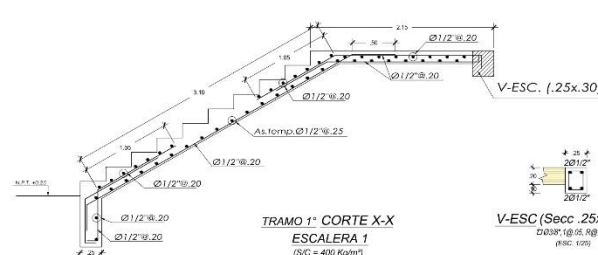
- 1 Profesional Responsabil:
- 2 Profesional Dimension:
- 3 Fecha de Depuración CAD:

Profes. responsable:
Especialidades: Sub-estructuras

arriba: efectos
abajo: estructura



Detalle Vc - Sobrecimiento
(ESC. 1/25)



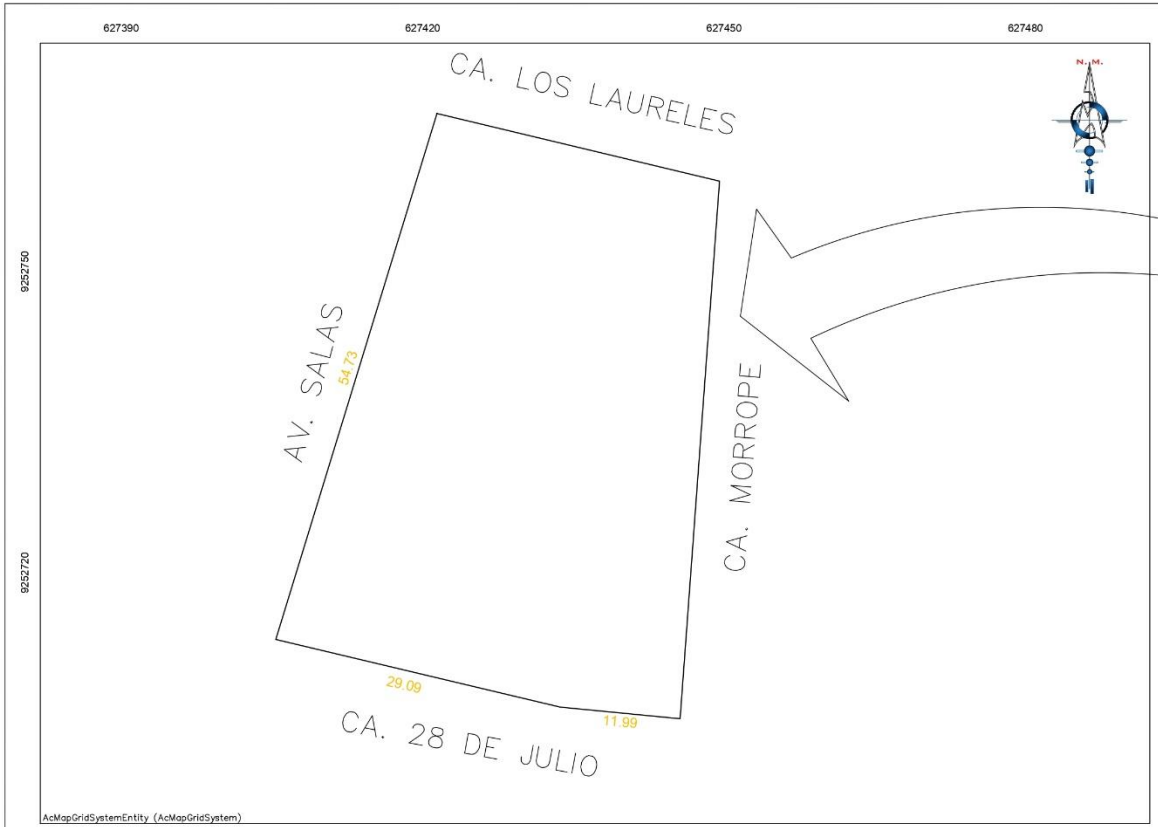
TRAMO 1° CORTE X-X
ESCALERA 1
(S/C = 400 Kg/m²)

V-ESC (Secc. .25x.30)
Ø38" (Ø 05. R8) 15
(ESC. 1/25)

ESPECIFICACIONES TECNICAS

<ul style="list-style-type: none"> - Descripción de Condiciones del Contrato: (CCC) - Tipo de Licitación: Capital Corporativo con pago de Garantía - Forma de pago de la Contrata: V. Aulas Pasadizos - Plazo de Ejecución del Trabajo: 673 y 817 días (Cinco y Ocho Meses) - Alcance de los trabajos: 2000 m² de obra (Cinco mil m²) - Tipo de obra: Obra de infraestructura de concreto armado - Tipo de suelo: Tipo III (según normas de construcción) - Tipo de clima: Tipo III (según normas de construcción) - Tipo de agua: Agua potable - Tipo de energía: Energía eléctrica - Tipo de transporte: Camión - Tipo de materiales: Cemento, arena, grava, agregado - Tipo de mano de obra: Obrero calificado - Tipo de equipo: Herramientas manuales y mecánicas - Tipo de terreno: Terreno plano - Tipo de agua: Agua potable - Tipo de energía: Energía eléctrica - Tipo de transporte: Camión - Tipo de materiales: Cemento, arena, grava, agregado - Tipo de mano de obra: Obrero calificado - Tipo de equipo: Herramientas manuales y mecánicas - Tipo de terreno: Terreno plano 	<ul style="list-style-type: none"> - Cantidad del Contrato y sus Anexos - Tipo de Contrato: Precio Fijo - Forma de pago: Pago por adelantado - Forma de pago de la Contrata: V. Aulas Pasadizos - Plazo de Ejecución del Trabajo: 673 y 817 días (Cinco y Ocho Meses) - Alcance de los trabajos: 2000 m² de obra (Cinco mil m²) - Tipo de obra: Obra de infraestructura de concreto armado - Tipo de suelo: Tipo III (según normas de construcción) - Tipo de clima: Tipo III (según normas de construcción) - Tipo de agua: Agua potable - Tipo de energía: Energía eléctrica - Tipo de transporte: Camión - Tipo de materiales: Cemento, arena, grava, agregado - Tipo de mano de obra: Obrero calificado - Tipo de equipo: Herramientas manuales y mecánicas - Tipo de terreno: Terreno plano - Tipo de agua: Agua potable - Tipo de energía: Energía eléctrica - Tipo de transporte: Camión - Tipo de materiales: Cemento, arena, grava, agregado - Tipo de mano de obra: Obrero calificado - Tipo de equipo: Herramientas manuales y mecánicas - Tipo de terreno: Terreno plano
--	---

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE JOSE LEONARDO ORTIZ	
MUNICIPALIDAD DISTRITAL GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA SUBGERENCIA DE ESTUDIOS Y PROYECTOS	Director General: E. O.
PROYECTO:	V. Aulas Pasadizos de Infraestructura
UBICACIÓN:	V. Aulas Pasadizos de Infraestructura
PROYECTADO POR:	E. O.
APROBADO POR:	E. O.
FECHA:	15/05/2021
ESCALERA - PASADIZOS	15/05/2021
ESTRUCTURAS - ESCALERA DE BLOQUES	15/05/2021
TÍTULO:	ESTRUCTURAS - ESCALERA DE BLOQUES
AUTORA:	E. O.
FECHA:	15/05/2021
ESCALA:	1:50
FECHA:	15/05/2021
AUTORA:	E. O.



AcMapGridSystemEntity (AcMapGridSystem)

PERIMETRICO
ESC 1/300

CUADRO DE CONSTRUCCION					
VERTICE	LADO	DIST.	ANGULO	ESTE	NORTE
P1	P1 - P2	28.91	93°35'3"	627418.757	9252764.156
P2	P2 - P3	53.62	99°15'50"	627446.874	9252757.427
P3	P3 - P4	11.99	88°38'5"	627442.952	9252703.948
P4	P4 - P5	29.09	172°11'47"	627431.020	9252705.110
P5	P5 - P1	54.73	86°19'15"	627402.717	9252711.833

DATUM: UTM 84 - 17S, Coordenadas Cartesianas

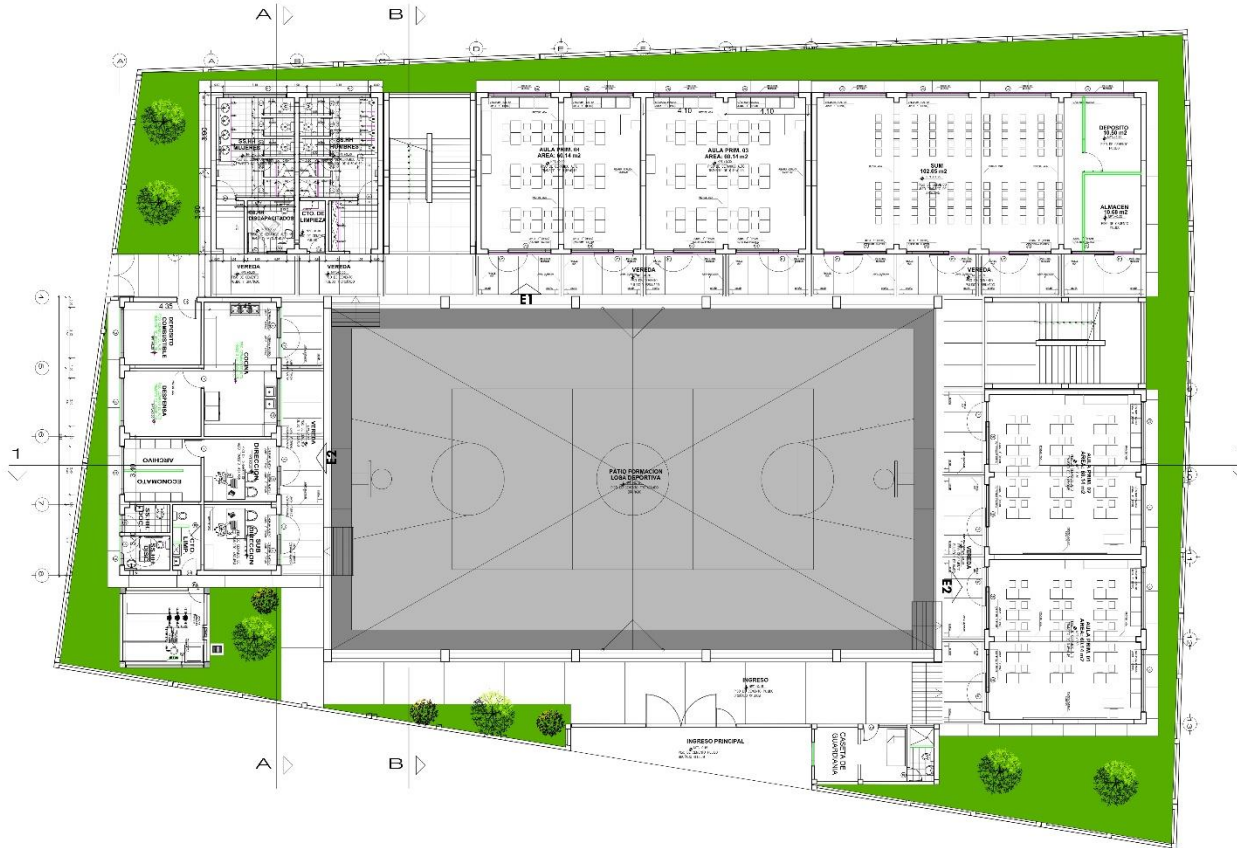


LOCALIZACION
ESC 1/3000

COLINDANCIAS	
Por el frente:	con la Av. salas con linea recta 54.73 m
Por la derecha:	con la calle 28 de Julio con linea quebrada en dos tramos de 29.09 m y 11.99 m
Por la izquierda:	con la calle los Laureles con linea recta de 28.91 m
Por el fondo:	con la calle Morrope con linea recta de 53.62 m

CUADRO DE AREAS	
AREA	1904.55 m ²
AREA	0.19046 ha
PERIMETRO	178.34 ml

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE JOSE LEONARDO ORTIZ				UL-01
PROYECTO: "RECUPERACION DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA INSTITUCION EDUCATIVA N° 10924 ARTESANOS INDEPENDIENTE - DISTRITO DE JOSE LEONARDO ORTIZ - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEGUE"				
PLANO: PLANO UBICACION, LOCALIZACION Y PERIMETRICO				
CONSULTOR:	REV.:	DIBUJO:	ESC.:	APROB.:
REGION:	PROV.:	DIST.:	FECHA:	
LAMBAYEGUE	CHICLAYO	JOSE L. ORTIZ	MARZO-2021	



PRIMER NIVEL
ESCALA 1/75

QUADRO DE ACABADOS											
TIPO DE ACABADO	LOCAL	ACABADO	ACABADO	ACABADO	ACABADO	ACABADO	ACABADO	ACABADO	ACABADO	ACABADO	ACABADO
DESIGNACION DE AMBIENTES	DEPARTAMENTO	DEPARTAMENTO	DEPARTAMENTO	DEPARTAMENTO	DEPARTAMENTO	DEPARTAMENTO	DEPARTAMENTO	DEPARTAMENTO	DEPARTAMENTO	DEPARTAMENTO	DEPARTAMENTO
ACABADO	ACABADO	ACABADO	ACABADO	ACABADO	ACABADO	ACABADO	ACABADO	ACABADO	ACABADO	ACABADO	ACABADO

QUADRO DE VENTOS - VENTANAS			
NO.	ANCHO	ALIC.	ALIC. - CARACTERISTICAS
V1	0.8	0.4	VENTANA DE VENTILACION CON VENTILADOR DE ALUMINIO
V2	1.5	0.75	VENTANA DE VENTILACION CON VENTILADOR DE ALUMINIO
V3	2.0	0.75	VENTANA DE VENTILACION CON VENTILADOR DE ALUMINIO
V4	2.5	0.75	VENTANA DE VENTILACION CON VENTILADOR DE ALUMINIO
V5	3.0	0.75	VENTANA DE VENTILACION CON VENTILADOR DE ALUMINIO
V6	3.5	0.75	VENTANA DE VENTILACION CON VENTILADOR DE ALUMINIO
V7	4.0	0.75	VENTANA DE VENTILACION CON VENTILADOR DE ALUMINIO
V8	4.5	0.75	VENTANA DE VENTILACION CON VENTILADOR DE ALUMINIO
V9	5.0	0.75	VENTANA DE VENTILACION CON VENTILADOR DE ALUMINIO
V10	5.5	0.75	VENTANA DE VENTILACION CON VENTILADOR DE ALUMINIO
V11	6.0	0.75	VENTANA DE VENTILACION CON VENTILADOR DE ALUMINIO

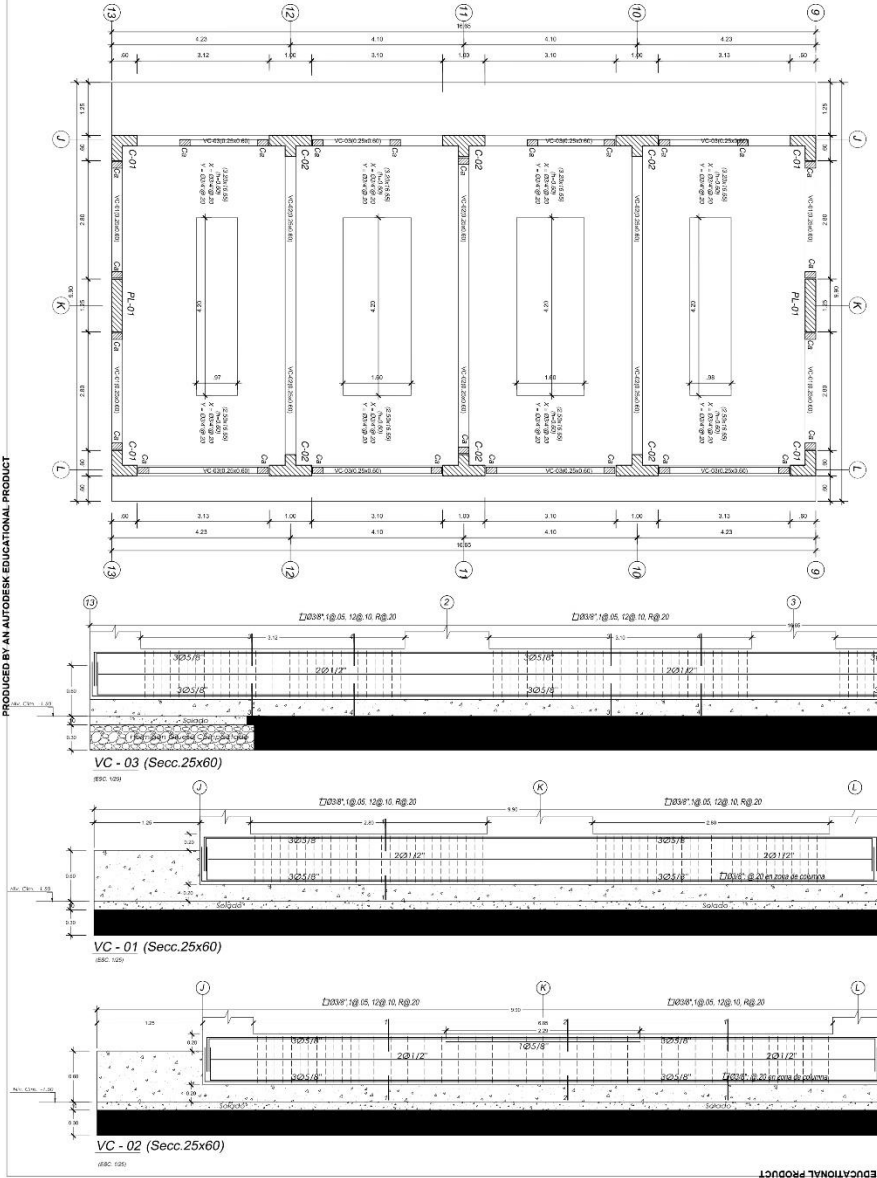
QUADRO DE VENTOS - PUERTAS			
NO.	ANCHO	ALIC.	ALIC. - CARACTERISTICAS
P1	1.3	0.4	PUERTA DE VENTILACION CON VENTILADOR DE ALUMINIO
P2	2.0	0.4	PUERTA DE VENTILACION CON VENTILADOR DE ALUMINIO
P3	2.5	0.4	PUERTA DE VENTILACION CON VENTILADOR DE ALUMINIO
P4	3.0	0.4	PUERTA DE VENTILACION CON VENTILADOR DE ALUMINIO
P5	3.5	0.4	PUERTA DE VENTILACION CON VENTILADOR DE ALUMINIO
P6	4.0	0.4	PUERTA DE VENTILACION CON VENTILADOR DE ALUMINIO

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE JOSE LEONARDO ORTIZ

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE JOSE LEONARDO ORTIZ
 GERENCIA DE INGENIERIA Y PROYECTOS
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y PROYECTOS

PROYECTO: [DESCRIPCION DEL PROYECTO]
 LOCALIDAD: [LOCALIDAD]
 FECHA: [FECHA]

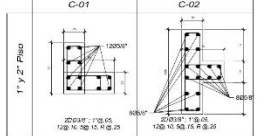
INGENIERO: [NOMBRE]
 ARQUITECTO: [NOMBRE]



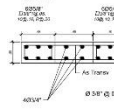
ESPECIFICACIONES TECNICAS

- Plano de Construcción del Concreto (RCC)**
1. Pavimento Bacteriológico
 2. Malla de Construcción - Anclaje Concreto con Viga de Construcción
 3. Falso de apoyo de la construcción - CE Anclaje Anclaje de la viga
 4. Preparación del Concreto - 1/20 m
 5. Falso de apoyo de la construcción - 1/20 m
 6. Preparación del Concreto - 1/20 m
 7. Preparación del Concreto - 1/20 m
 8. Preparación del Concreto - 1/20 m
 9. Preparación del Concreto - 1/20 m
 10. Preparación del Concreto - 1/20 m
 11. Preparación del Concreto - 1/20 m
 12. Preparación del Concreto - 1/20 m
 13. Preparación del Concreto - 1/20 m
 14. Preparación del Concreto - 1/20 m
 15. Preparación del Concreto - 1/20 m
 16. Preparación del Concreto - 1/20 m
 17. Preparación del Concreto - 1/20 m
 18. Preparación del Concreto - 1/20 m
 19. Preparación del Concreto - 1/20 m
 20. Preparación del Concreto - 1/20 m
- Calidad del Concreto y del Acero**
- El concreto será de tipo normal, con resistencia a compresión mínima de 20 MPa. El acero será de tipo normal, con resistencia a tensión mínima de 420 MPa.
- Requisitos de Construcción**
- El concreto será colocado en etapas sucesivas, asegurando la calidad y el acabado. Se debe utilizar un método de colocación que asegure la homogeneidad y la compactación del concreto.
- Formas de Construcción**
- Las formas serán de tipo normal, con resistencia a tensión mínima de 20 MPa. Se debe utilizar un método de construcción que asegure la calidad y el acabado.
- Requisitos de Acabado**
- El concreto será acabado con un acabado normal, con resistencia a tensión mínima de 20 MPa. Se debe utilizar un método de acabado que asegure la calidad y el acabado.

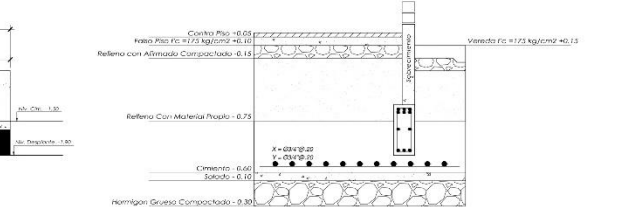
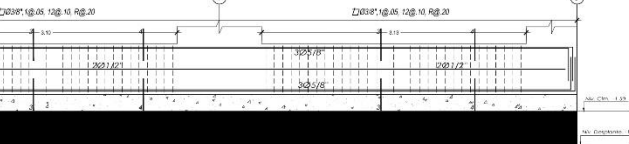
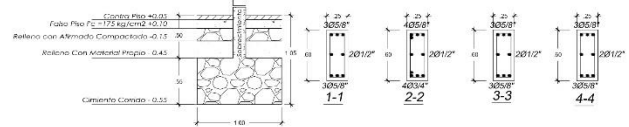
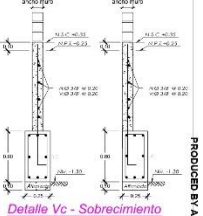
CUADRO DE COLUMNA



P-01



COLUMNAS TÍPICAS



DETALLE DE CIMENTO

<p>MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE JOSE LEONARDO ORTIZ</p> <p>MUNICIPALIDAD DISTRITAL GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA SUBGERENCIA DE ESTUDIOS Y PROYECTOS</p>		<p>Proyecto: ESTRUCTURAS - OMIENTACION BLOQUE 01 - AJLA 01/02</p> <p>Plan: AULA AP/IMODULO DE CONECT.</p> <p>Fecha: MARZO 2021</p> <p>Elaborado: WOLAN</p>
<p>PROYECTO: ESTRUCTURAS - OMIENTACION BLOQUE 01 - AJLA 01/02</p> <p>PLAN: AULA AP/IMODULO DE CONECT.</p> <p>FECHA: MARZO 2021</p> <p>ELABORADO: WOLAN</p>		<p>EST-01</p>

Anexo 3. Constancia de inscripción del laboratorio



RUC N° 20605369139

REGISTRO NACIONAL DE PROVEEDORES

CONSTANCIA DE INSCRIPCIÓN PARA SER PARTICIPANTE, POSTOR Y CONTRATISTA

LABORATORIO LINUS E.I.R.L.

Domiciliado en: CAL. MANUEL SEOANE NRO. 717 P.J. EL ROSARIO LAMBAYEQUE LAMBAYEQUE
LAMBAYEQUE (Según información declarada en la SUNAT)

Se encuentra con inscripción vigente en los siguientes registros:

PROVEEDOR DE BIENES

Vigencia : Desde 16/10/2020

PROVEEDOR DE SERVICIOS

Vigencia : Desde 16/10/2020

FECHA IMPRESIÓN: 26/10/2020

Nota:

Para mayor información la Entidad deberá verificar el estado actual de la vigencia de inscripción del proveedor en la página web del RNP: www.rnp.gob.pe - opción [Verifique su Inscripción.](#)

Retornar

Imprimir

Anexo 4. Informe de calibración del esclerómetro

Fecha de emisión	2023/10/30
	LABORATORIO LINUS EIRL
Solicitante	
Dirección	Calle Manuel Seoane 717, Lambayeque
Instrumento de medición	ESCLEROMETRO
Identificación	NO INDICA
Marca	NO INDICA
Modelo	INDICA
Serie	012
Tipo	N
Lectura	ANÁLOGO
Procedencia	CHINA
Ubicación	LABORATORIO DE CONCRETO
Lugar de calibración	LABORATORIO DE ARSOU GROUP SAE

Fecha de calibración 2023/10/30

Método/Procedimiento de calibración

La Verificación del equipo se determinó realizando la prueba de exactitud, para ello se sostiene el esclerómetro firmemente de manera que el embolo esté perpendicular a la superficie de la prueba (Yunque), después del impacto se lee el número de rebote en la escala al número entero más cercano y se registra. Para el caso del equipo tenga lectura digital, solo registrar el valor que indica el dispositivo.

El número de rebote obtenido debe ser 81 ± 2 para el tipo N y de 75 ± 2 para el tipo L. La prueba se realiza teniendo en cuenta las Normas ASTM C805 y EN 12504-2.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realicen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
PUCP	YUNQUE	MAT-JUN-0513-2023

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 17,3 °C	Final: 16,7 °C
Humedad Relativa	Inicial: 46 %hr	Final: 45 %hr

Resultados

TABLA N° 01
VERIFICACIÓN

Lecturas:	HRC
1	81,2
2	80,5
3	80,8
4	79,5
5	80
6	79,5
7	79,9
8	81
9	80,1
10	80,1
Promedio:	80,20
	OK
Factor de ajuste	1,01

Observaciones:

- Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
- (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
- Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

