

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATÓLICA DEL PERÚ**

Escuela de Posgrado



Comportamiento sismorresistente de tres edificaciones de
concreto armado, de pórticos, dual y muros, con vigas
reforzadas a flexión con CFRP

Tesis para obtener el grado académico de Maestro en Ingeniería
Civil con mención en Estructuras Sismorresistentes que presenta:

Jose Alejandro Aguilar Ampuero

Asesor:

Jose Alberto Acero Martínez

Lima, 2025

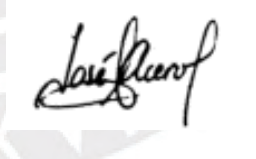
Informe de Similitud

Yo, José Alberto Acero Martínez, docente de la Escuela de Posgrado de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor(a) de la tesis titulada(o) “Comportamiento sismorresistente de tres edificaciones de concreto armado, de pórticos, dual y muros, con vigas reforzadas a flexión con CFRP”, de el autor Jose Alejandro Aguilar Ampuero, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 17%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 01 de agosto de 2025.
- He revisado con detalle dicho reporte y la Tesis o Trabajo de investigación, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha:

Lima, 06 de agosto de 2025.

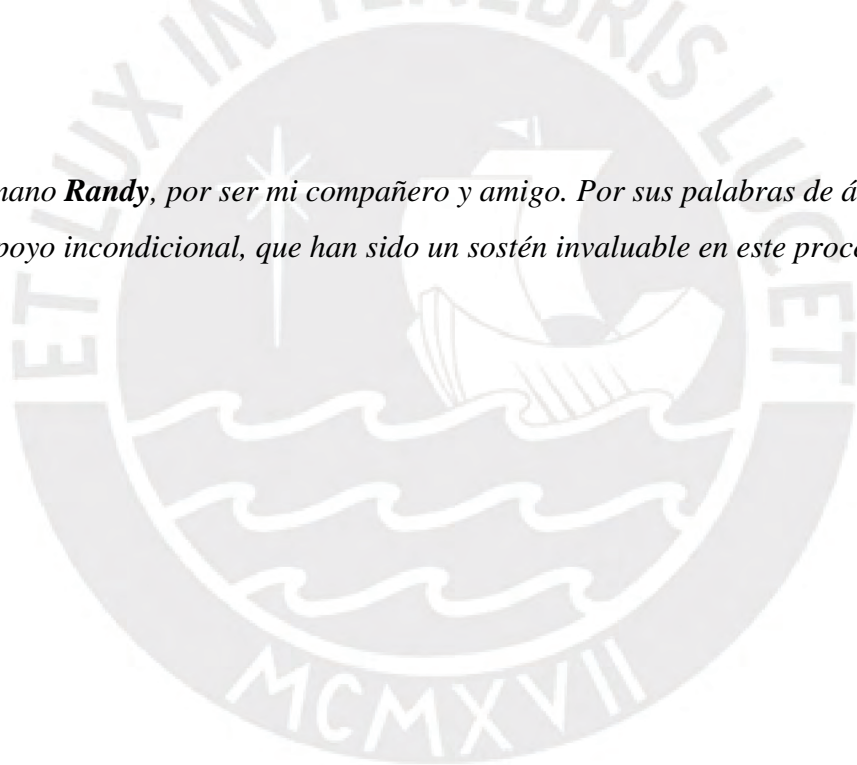
Apellidos y nombres del asesor / de la asesora: <u>Acero Martínez José Alberto</u>	
DNI: 29662895	Firma
ORCID: 0000-0003-4154-9510	

DEDICATORIA

*A mi madre **María Rocio**, que con su cariño infinito y fortaleza han sido el pilar de mi vida. Por ser un ejemplo de valentía y ser mi mayor inspiración; por su dedicación, sus sacrificios y sus palabras de aliento, que han sido mi impulso a seguir en cada momento difícil. Y por ser esa luz que guía mi camino y la voz que siempre me recuerda que soy capaz de todo.*

*A mi padre **George Luis**, por ser ejemplo de esfuerzo, responsabilidad y determinación, por sus palabras de aliento y por estar siempre presente, y sobre todo por su apoyo constante que me ha dado la confianza para superar todo en mi vida.*

*A mi hermano **Randy**, por ser mi compañero y amigo. Por sus palabras de ánimo y por su apoyo incondicional, que han sido un sostén invaluable en este proceso y en mi vivencia.*



AGRADECIMIENTOS

A mis padres y consanguíneos, por su respaldo irrestricto durante la gestación del presente estudio.

Al tutor de este trabajo, Mgt. Ing. Jose Alberto Acero Martínez, cuya sapiencia, guía técnica y auxilio erudito resultaron esenciales para la concreción de esta indagación académica.

A la PUCP y a su cuerpo docente, por contribuir al afianzamiento de mi desenvolvimiento integral, tanto en el ámbito profesional como en el humano.

A todos ellos, expreso mi más genuina gratitud.



RESUMEN

La fortificación de entramados en concreto reforzado mediante compuestos poliméricos armados con filamentos de carbono (CFRP) constituye una técnica vanguardista que apunta a optimizar la respuesta ante solicitaciones telúricas y a extender la longevidad estructural de los inmuebles. Conforme las construcciones envejecen y enfrentan exigencias estructurales acrecentadas, el empleo de CFRP ha cobrado notoriedad en el Perú por su robustez, ligereza y viabilidad económica. En virtud de ello, escrutar el desempeño sísmico de tales sistemas armados deviene imperativo para evaluar la eficacia de estos materiales en componentes resistentes como las vigas, abarcando tanto su comportamiento frente a eventos sísmicos como su rendimiento en dominios no lineales.

Así, la meta del presente análisis radica en dilucidar la conducta estructural frente a sismos de edificaciones con tres disposiciones distintas: estructuras aporricadas, sistemas duales y edificaciones con muros portantes, todas ellas tanto con como sin refuerzo mediante CFRP. Se investiga, además, el comportamiento tridimensional de las edificaciones dentro del umbral inelástico al incorporar CFRP en vigas ubicadas en zonas sometidas a momentos flectores negativos y positivos, valorando su efecto sobre la resistencia y la ductilidad.

El estudio detalla cómo la supresión de la formación de rótulas plásticas en dichas regiones influye en la atenuación de los desplazamientos, modificando la aptitud deformacional de la edificación sin menoscabar su capacidad resistente, aspecto crucial en la valoración sismorresistente. Los hallazgos evidencian que el CFRP puede potenciar de manera significativa la respuesta estructural ante sismos y el desempeño postelástico de los elementos intervenidos. Los datos revelan un incremento notable en la capacidad portante de las vigas reforzadas, tanto en análisis estáticos no lineales como en simulaciones dinámicas tiempo-historia, aunque se registra una merma en la ductilidad, lo que podría restringir la deformabilidad bajo cargas sísmicas severas. No obstante, el CFRP se muestra como una alternativa eficaz y rentable frente a métodos tradicionales de rehabilitación, subrayando su pertinencia para el reforzamiento de construcciones en regiones sísmicamente activas. En términos más amplios, su adopción reconfigura los paradigmas del refuerzo estructural a escala nacional, ofreciendo una vía practicable frente a las técnicas convencionales y fomentando una infraestructura más resiliente y con menores exigencias de mantenimiento.

ABSTRACT

The fortification of ferroconcrete edifices via carbon filament-reinforced polymers (CFRP) emerges as a nascent stratagem heralded to elevate telurodynamic aptitude and prolong architectural vitality. As constructions mature and endure augmented structural exigencies, CFRP has burgeoned in Peruvian usage, lauded for its tenacity, featherweight essence, and frugality. Hence, probing the seismic comportment of such fortified frameworks becomes pivotal to deciphering the material's comportment in structural constituents—particularly girders—encompassing seismic fortitude and response within the nonelastic spectrum.

Thus, this inquiry endeavors to elucidate the tremor-response of edifices manifesting three disparate skeletal archetypes: flexural frame systems, hybrid resistance constructs, and shear wall assemblies—evaluated with and bereft of CFRP augmentation. Furthermore, the exploration seeks to apprehend tridimensional structural conduct amid the nonelastic domain when CFRP is infused into girders at loci of both positive and negative flexural torque, gauging ramifications on fortitude and suppleness. It scrutinizes the inhibition of plasto-mechanical articulations in said regions, discerning their role in displacement attenuation and impact upon structural deformability without undermining robustness—a linchpin for seismic diagnostics.

Outcomes illuminate that CFRP considerably amplifies both tremor resilience and subelastic dynamism in reinforced constructs. Findings disclose that CFRP utilization markedly augments the load-resistance of enhanced girders across nonlinear quasi-static and chrono-dynamic simulations; nonetheless, a diminishment in pliancy was noted, potentially curtailing deformative tolerance under cataclysmic seismic duress. Despite this, CFRP manifests as a potent and economical countermeasure against orthodoxy, validating its pertinence in structural rejuvenation and reinforcement within quake-prone locales. More expansively, CFRP integration recalibrates national fortification methodologies, presenting a credible surrogate to antiquated techniques while bolstering infrastructural resilience and economizing upkeep expenditures.

ÍNDICE

INDICE GENERAL	v
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
1. CAPITULO I: GENERALIDADES	1
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	2
1.3. OBJETIVOS	3
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	3
1.3.3. OBJETIVOS ESPECIFICOS	3
1.4. HIPOTESIS	4
1.4.1. HIPOTESIS GENERAL	4
1.4.3. HIPOTESIS ESPECIFICAS	4
2. CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	5
2.1. Polímero reforzado con fibras de carbono (CFRP).....	5
2.2. Propiedades del CFRP	7
2.3. Características del CFRP	8
2.4. Aplicación del cfrp como refuerzo de estructuras	9
2.5. Reforzamiento de elementos estructurales con cfrp	10
2.5.1. Refuerzo a flexión	11
2.5.2. Refuerzo a cortante	12
2.5.3. Refuerzo mediante confinamiento.....	12
2.6. Conceptos de sismorresistencia	13
2.6.1. Rigidez.....	13
2.6.2. Ductilidad	14
2.6.3. Resistencia	16
2.7. Diagramas de momento curvatura	17
2.8. Desempeño sísmico de estructuras	17
2.9. Curva de capacidad	20
2.9.1. Análisis pushover	20
2.9.2. Espectro de capacidad	21
2.10. Análisis dinámico no lineal – tiempo historia.....	22
2.11. Normas Técnicas	22
2.11.1. Norma E.060.....	22
2.11.2. Norma E.030.....	24

2.11.3.	Norma ACI 318 -18.....	25
2.11.4.	Guía para el diseño y construcción de refuerzo externo de láminas de FRP para concreto armado (ACI-440.2R-17)	27
3.	CAPITULO III: METODOLOGIA	34
3.1.	Descripción de las Edificaciones de Estudio	34
3.2.	Diagramas de esfuerzo – deformación de los materiales.....	39
3.3.	Normas y Documentos de Referencia.....	41
3.3.1.	Normas Nacionales.....	41
3.4.	Características de los Materiales	41
3.4.1.	Concreto	41
3.4.2.	Acero de Refuerzo	42
3.5.	Cargas de Diseño	42
3.5.1.	Carga Muerta	42
3.5.2.	Carga Viva.....	42
3.5.3.	Carga de Sísmica	43
3.6.	Modelo computacional en Etabs.....	45
3.6.1.	Modelado de vigas, losas y columnas	45
3.7.	Diseño de Concreto Armado de los Pórticos	46
3.8.	Dimensionamiento de fibra de carbono	46
3.1.	Diagramas momento Curvatura	47
3.2.	Modelado de rótulas plásticas	49
3.2.1.	Rótulas plásticas en columnas, muros y vigas.....	49
3.2.2.	Longitud de rótulas plásticas en vigas y columnas.....	50
3.3.	Análisis Estático No lineal.....	51
3.3.1.	Determinación del nivel de desempeño acorde a SEAOC VISION 2000	52
3.4.	Análisis Tiempo historia no lineal	52
3.4.1.	Escalamiento y selección de registros sísmicos	53
3.4.2.	Cálculo de la respuesta estructural	54
4.	CAPITULO IV: VALIDACIÓN DE COMPORTAMIENTO INELÁSTICO	56
4.1.	Muro de Concreto Armado	56
4.1.1.	Modelo físico Experimental	56
4.2.	Columna Cuadrada de Concreto armado	60
4.2.1.	Modelo físico Experimental	60
5.	CAPITULO V: RESULTADOS	64
5.1.	Descripción de la Estructura	64

5.2.	Criterios de Análisis y Diseño Estructural	65
5.3.	Análisis Estructural	66
5.3.1.	Primera Edificación, Sistema Estructural Pórticos De Concreto Armado	66
5.3.2.	Segunda Edificación, Sistema Estructural dual	70
5.3.3.	Tercera Edificación, Sistema Estructural Muros Estructurales	74
5.4.	Incremento de la sobrecarga	78
5.4.1.	Edificio Aporticado	80
5.4.2.	Edificio Dual	82
5.4.3.	Edificio de Muros estructurales	83
5.5.	Propuesta de Reforzamiento con CFRP	85
5.5.1.	Estructura de Pórticos	85
5.5.2.	Estructura Dual	86
5.5.3.	Estructura de Muros Estructurales	89
5.6.	Diagramas Momento Curvatura de Vigas	91
5.6.1.	Estructura de Pórticos	91
5.6.2.	Estructura Dual	92
5.6.3.	Estructura de Muros Estructurales	93
5.7.	Determinación de longitud de rótula para Elementos Reforzados con CFRP .	95
5.8.	Conversión de Momento Curvatura a Momento Rotación de Elementos Reforzados con CFRP	97
5.9.	Registro de Rótulas plásticas en el Software ETABS	101
5.10.	Análisis Estático No Lineal	102
5.10.1.	Creación y asignación de Rotulas y fibras no lineales	102
5.10.2.	Aplicación del desplazamiento incremental	102
5.11.	Curva de Capacidad y Sectorización SEAOC	105
5.11.1.	Estructura Aporticada	105
5.11.2.	Estructura Dual	108
5.11.3.	Estructura de Muros Estructurales	111
5.12.	Verificación y comparación de Desempeño a nivel Local	114
5.12.1.	Estructura Aporticado	114
5.12.2.	Estructura Dual	115
5.12.3.	Estructura de Muros Estructurales	116
5.13.	Análisis tiempo Historia No Lineal (ATHNL)	117
5.13.1.	Aceleraciones Máximas del Análisis Tiempo Historia No lineal – Nivel Global de la Estructura	119

5.13.2.	Derivas Máximas del Análisis Tiempo Historia No lineal – Nivel Global de la Estructura.....	123
5.13.3.	Cortantes Máximas del Análisis Tiempo Historia – Nivel Global de la Estructura	127
5.13.4.	Comparación de resultados con el Análisis Estático no Lineal.....	131
5.14.	Análisis Comparativo de las Respuestas Locales en Vigas	142
5.14.1.	Comparación de historia de momentos en Edificio Aporticado.....	142
5.14.1.	Comparación de historia de rotaciones en Edificio Aporticado	142
5.14.2.	Comparación de historia de momentos en Edificio Dual	144
5.14.1.	Comparación de historia de rotaciones en Edificio Dual	144
5.14.2.	Comparación de historia de momentos en Edificio de Muros Estructurales	146
5.14.3.	Comparación de historia de rotaciones en Edificio de Muros Estructurales	146
5.15.	Análisis Económico del refuerzo estructural con CFRP	148
5.15.1.	Presupuesto estructura de Sistema Estructural Aporticado	148
5.15.2.	Presupuesto estructura de Sistema Estructural Dual	150
5.15.3.	Presupuesto estructura de Sistema Estructural Muros Estructurales.....	151
6.	CAPITULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	153
7.	REFERENCIAS	157
8.	ANEXOS.....	160
8.1.1.	Verificación de Reforzamiento Edificio Aporticado.....	160
8.1.2.	Verificación de Reforzamiento Edificio Dual	173
8.1.3.	Verificación de Reforzamiento Edificio de Muros estructurales	190
8.2.	Diseño de refuerzo de CFRP	201
8.3.	Diagramas Momento Curvatura de Vigas	213
8.3.1.	Estructuras Sin refuerzo de CFRP	213
8.3.2.	Estructuras Con refuerzo de CFRP.....	217
8.4.	Planilla de Metrados	223
8.4.1.	Edificio Aporticado	223
8.4.2.	Edificio Dual	234
8.4.3.	Edificio de Muros Estructurales	254
8.5.	Análisis de Precios Unitarios	280
8.5.1.	Edificio Aporticado	280
8.5.2.	Edificio Dual	283
8.5.3.	Edificio de Muros Estructurales	286

8.6.	Planos.....	289
8.6.1.	Edificio Aporticado	289
8.6.2.	Edificio Dual	293
8.6.3.	Edificio de Muros Estructurales	297



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Descripción de Edificaciones de estudio	39
Tabla 2 Variación del Ensayo monotónico experimental y numérico en muro WSH3	59
Tabla 3 Variación del Ensayo monotónico experimental y numérico en columna tipo E62	
Tabla 4. Análisis Modal Edificación Aporticada.	67
Tabla 5. Verificación de derivas.....	69
Tabla 6. Verificación y cálculo del cortante dinámico.....	69
Tabla 7. Análisis Modal Edificación dual	71
Tabla 8. Verificación de derivas.....	73
Tabla 9. Verificación y cálculo del cortante dinámico.....	74
Tabla 10. Análisis Modal Edificación de muros estructurales	75
Tabla 11. Verificación de derivas.....	77
Tabla 12. Verificación y cálculo del cortante dinámico.....	78
Tabla 13 Verificación de Refuerzo en Vigas 25x45cm.....	80
Tabla 14 Verificación de Refuerzo en Vigas 25x40 cm.....	81
Tabla 15 Verificación de Refuerzo en Vigas 25x55 cm.....	82
Tabla 16 Verificación de Refuerzo en Vigas 25x45 cm.....	82
Tabla 17 Verificación de Refuerzo en Vigas 25x60 cm.....	84
Tabla 18 Verificación de Refuerzo en Vigas 25x55 cm.....	84
Tabla 19 Propuesta de reforzamiento con CFRP de 25x45cm.....	85
Tabla 20 Propuesta de reforzamiento con CFRP de 25x40cm.....	86
Tabla 21 Propuesta de reforzamiento con CFRP de 25x55cm.....	87
Tabla 22 Propuesta de reforzamiento con CFRP de 25x45cm.....	88
Tabla 23 Propuesta de reforzamiento con CFRP de 25x60cm.....	89
Tabla 24 Propuesta de reforzamiento con CFRP de 25x55cm.....	90
Tabla 25 Comparación de Diagrama Momento Curvatura Vigas de 25 x 40cm reforzada y no reforzada – Estructura Pórticos	92
Tabla 26 Comparación de Diagrama Momento Curvatura Vigas de 25 x 45cm reforzada y no reforzada – Estructura Pórticos	92
Tabla 27 Comparación de Diagrama Momento Curvatura Vigas de 25 x 45cm reforzada y no reforzada – Estructura Dual.....	93
Tabla 28 Comparación de Diagrama Momento Curvatura Vigas de 25 x 55cm reforzada y no reforzada – Estructura Dual.....	93

Tabla 29 Comparación de Diagrama Momento Curvatura Vigas de 25 x 55cm reforzada y no reforzada – Estructura de Muros estructurales	94
Tabla 30 Comparación de Diagrama Momento Curvatura Vigas de 25 x 60cm reforzada y no reforzada – Estructura de Muros estructurales	94
Tabla 31 Comparación de Diagrama Momento Curvatura Vigas de 25 x 60cm Eje5 Tramo B-C reforzada y no reforzada – Estructura de Muros estructurales	95
Tabla 32 Cálculo de Longitud de rótulas – Edificio aporticado.....	96
Tabla 33 Cálculo de Longitud de rótulas – Edificio Dual.....	96
Tabla 34 Cálculo de Longitud de rótulas – Edificio de Muros Estructurales.....	97
Tabla 35 Cálculo de Rotación Edificio - Aporticado	98
Tabla 36 Cálculo de Rotación - Edificio Dual	99
Tabla 37 Cálculo de Rotación - Edificio de Muros Estructurales	100
Tabla 38 Comparación de las respuestas del análisis no lineal estático - Edificio Aporticado	106
Tabla 39 Comparación y verificación del nivel de desempeño estructural en Dirección X - Edificio Aporticado.....	107
Tabla 40 Comparación y verificación del nivel de desempeño estructural en Dirección Y - Edificio Aporticado.....	107
Tabla 41 Comparación de las respuestas del análisis no lineal estático - Edificio Dual	109
Tabla 42 Comparación y verificación del nivel de desempeño estructural en Dirección X - Edificio Dual	109
Tabla 43 Comparación y verificación del nivel de desempeño estructural en Dirección Y - Edificio Dual	110
Tabla 44 Comparación de las respuestas del análisis no lineal estático - Edificio Muros Estructurales	111
Tabla 45 Comparación y verificación del nivel de desempeño estructural en Dirección X - Edificio Muros Estructurales.....	112
Tabla 46 Comparación y verificación del nivel de desempeño estructural en Dirección Y - Edificio Muros Estructurales.....	112
Tabla 47 Registros Sísmicos seleccionados	118
Tabla 48 Comparación de Valores Máximos Análisis Tiempo Historia no lineal en Dirección X – Edificio Aporticado Convencional	132
Tabla 49 Comparación de Valores Máximos Análisis Tiempo Historia no lineal en Dirección Y - Edificio Aporticado Convencional	132

Tabla 50 Comparación de Valores Máximos Análisis Tiempo Historia no lineal en Dirección X - Edificio Aporticado Reforzado.....	133
Tabla 51 Comparación de Valores Máximos Análisis Tiempo Historia no lineal en Dirección Y - Edificio Aporticado Reforzado.....	134
Tabla 52 Comparación de Valores Máximos Análisis Tiempo Historia no lineal en Dirección X - Edificio Dual Convencional	135
Tabla 53 Comparación de Valores Máximos Análisis Tiempo Historia no lineal en Dirección Y - Edificio Dual Convencional	136
Tabla 54 Comparación de Valores Máximos Análisis Tiempo Historia no lineal en Dirección X - Edificio Dual Reforzado	137
Tabla 55 Comparación de Valores Máximos Análisis Tiempo Historia no lineal en Dirección Y - Edificio Dual Reforzado	137
Tabla 56 Comparación de Valores Máximos Análisis Tiempo Historia no lineal en Dirección X - Edificio Muros Estructurarles Convencional	139
Tabla 57 Comparación de Valores Máximos Análisis Tiempo Historia no lineal en Dirección Y - Edificio Muros Estructurarles Convencional	139
Tabla 58 Comparación de Valores Máximos Análisis Tiempo Historia no lineal en Dirección X - Edificio Muros Estructurarles Reforzado	140
Tabla 59 Comparación de Valores Máximos Análisis Tiempo Historia no lineal en Dirección Y - Edificio Muros Estructurarles Reforzado	141
Tabla 60 Valores Máximos de Momentos y Rotaciones Viga B12H9 Eje B-B Tramo 1-2	143
Tabla 61 Valores Máximos de Momentos y Rotaciones Viga B1H8 Eje B-B Tramo 1-2	145
Tabla 62 Valores Máximos de Momentos y Rotaciones Viga B24H1 Eje B-B Tramo 1-2	147

ÍNDICE DE FIGURAS

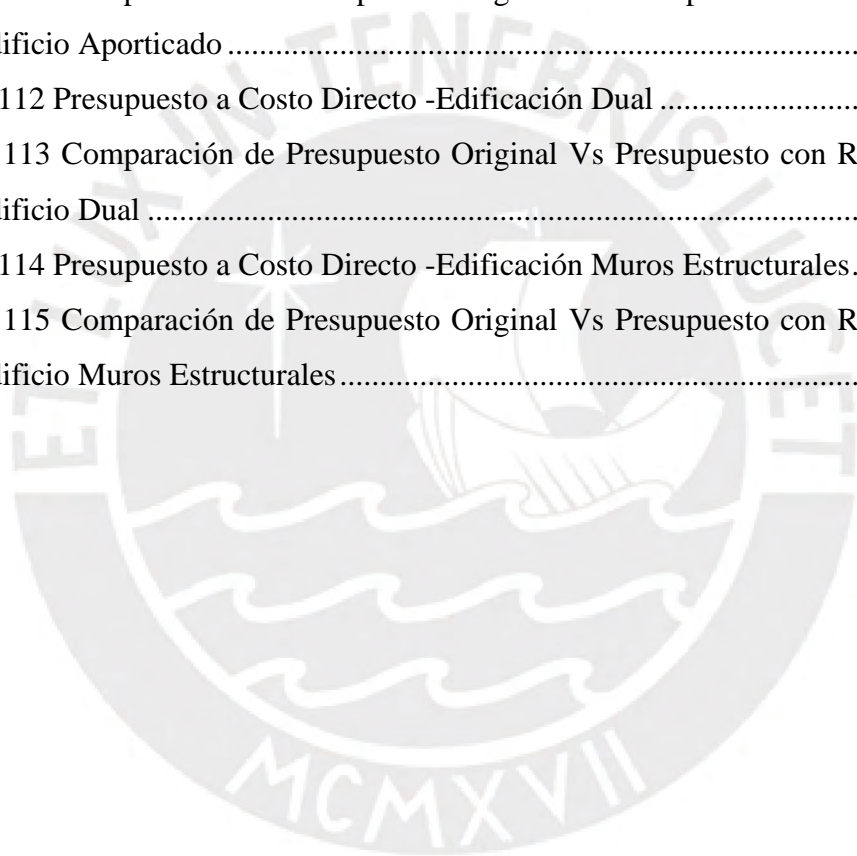
Figura N° 1 Mecanismos del FRP (a) fibra y (b) material. Fuente: Tomada de Hull, 1987.	5
Figura N° 2 Relación tensión-deformación en tipos de fibras. Fuente: tomada de Villasevil Montava, (2016)......	6
Figura N° 3 Configuraciones de zonas aptas para el refuerzo. (Fuente: (Arteaga & De Diego, 2011))......	11
Figura N° 4 Hipótesis de Cálculo a Flexión. (Fuente: (Arteaga & De Diego, 2011)).....	11
Figura N° 5 Disposiciones de fibra de carbono para refuerzo por cortante. (Fuente: Propia)	12
Figura N° 6 Curva Fuerza- Desplazamiento de una estructura. Fuente: Tomada de Cajaleón León (2018).....	13
Figura N° 7 Curva Fuerza- Desplazamiento de una estructura (Fuente: Propia)	14
Figura N° 8 Esquema de deformabilidad de la estructura (Ductilidad) (Fuente: Propia)	15
Figura N° 9 Clasificación de ductilidad (Gioncu, 2000).....	15
Figura N° 10 Matriz de Desempeño (SEAOC,1995) Matriz de Desempeño (SEAOC,1995)	19
Figura N° 11 Representación típica de Curva de Capacidad (Moreno González, 2006)	20
Figura N° 12 Conversión de la curva de capacidad a un espectro de capacidad. (Silva Mercado, 2018).....	21
Figura N° 13 Registro sísmico escalado del sismo de 1974 en Perú.....	22
Figura N° 14 Representación de distribución de momentos. Tomada de (Martinez, 2015)	23
Figura N° 15 Representación del módulo de elasticidad. Fuente: (Osorio, 2023)	26
Figura N° 16 Representación de cargas vivas y muertas. Tomada de (Arqhys, 2012) ..	27
Figura N° 17 Factor de reducción ambiental para diversos sistemas FRP y condiciones de exposición. (ACI 440.2R, 2017).....	30
Figura N° 18 Diagrama de deformaciones y fuerzas en una viga de CA reforzada con CFRP (Gutierrez Ramos, 2022).....	31
Figura N° 19 Modelo Vista 3D	35
Figura N° 20 Modelo vista en planta piso típico	35
Figura N° 21 Modelo vista en 3D.....	36

Figura N° 22 Modelo vista en planta piso típico	37
Figura N° 23 Modelo Vista en 3D.....	38
Figura N° 24 Modelo vista en planta piso típico	38
Figura N° 25 Aproximación elástica perfectamente plástica de la curva de esfuerzo (Park & Paulay, 1988).....	39
Figura N° 26 Curva idealizada de esfuerzo-deformación para el concreto en compresión	40
Figura N° 27 Diagrama de esfuerzo-deformación de CFRP en tracción (Guía ACI 440.08).....	40
Figura N° 28 Asignación de propiedades a elementos estructurales.....	45
Figura N° 29 Sección de viga sin reforzamiento con CFRP. (Cajaleón León, 2018)	48
Figura N° 30 Sección de Viga con reforzamiento de CFRP en los momentos positivos. (Cajaleón León, 2018)	48
Figura N° 31 Sección de viga con reforzamiento de CFRP en los momentos negativos. (Cajaleón León, 2018)	48
Figura N° 32 Diagrama de momento-curvatura	48
Figura N° 33 Modelado de rotulas en vigas	49
Figura N° 34 Modelado de rótulas fibras en una columna.....	50
Figura N° 35 Secuencia para la obtención de la curva de capacidad en el análisis pushover. (Torrealva, 2016)	51
Figura N° 36 Sectorización de la curva de capacidad propuesta por el SEAOC (Muñoz, 2009).....	52
Figura N° 37 Corrección de Registros Sísmicos por línea base - Seismosignal	53
Figura N° 38 Escalamiento de registros sísmicos - Seismomatch	54
Figura N° 39 Distribución de acero de refuerzo longitudinal y transversal del muro WSH3. (Dazio et al., 2009)	57
Figura N° 40 Curva de Histéresis, fuerza lateral vs Desplazamiento del muro WSH3	57
Figura N° 41 Modelo Numérico del Muro WSH3 en software ETABS	58
Figura N° 42 Comparación de resultado experimental y numérico Modelo Histerético de Pivot.....	60
Figura N° 43 Distribución de acero de refuerzo longitudinal y transversal de la columna Tipo E. (Takada et al., 1990).....	61
Figura N° 44 Comparación de resultado experimental y numérico Modelo Histerético de Pivot.....	63

Figura N° 45 Vista en planta típico, Edificio Aporticado.	64
Figura N° 46 Vista en planta típico, Edificio Dual.	65
Figura N° 47 Vista en planta típico, Edificio de Muros Estructurales.	65
Figura N° 48 Modelo matemático en Etabs de la estructura.	66
Figura N° 49 Carga muerta y carga viva.	67
Figura N° 50 Modos de vibración fundamentales.	68
Figura N° 51 Espectro de pseudo-aceleraciones para el eje “X” e “Y”.	68
Figura N° 52 Modelo matemático en Etabs de la estructura.	70
Figura N° 53 Carga muerta y carga viva.	71
Figura N° 54 Modos de vibración fundamentales.	71
Figura N° 55 Espectro de pseudo-aceleraciones para el eje “X” e “Y”.	72
Figura N° 56 Modelo matemático en Etabs de la estructura.	74
Figura N° 57 Carga muerta y carga viva.	75
Figura N° 58 Modos de vibración fundamentales.	75
Figura N° 59 Espectro de pseudo-aceleraciones para el eje “X” e “Y”.	77
Figura N° 60 Incremento de Sobrecarga a 600kgf/m ² – Estructura Aporticado	79
Figura N° 61 Incremento de Sobrecarga a 600kgf/m ² – Estructura Dual.....	79
Figura N° 62 Incremento de Sobrecarga a 600kgf/m ² – Estructura Muros Estructurales	80
Figura N° 63 Diagrama Momento Curvatura Viga 25 x 40 cm (Zona Momento Negativo).	91
Figura N° 64 Diagrama Momento Curvatura Viga 25 x 40 cm (Zona Momento Negativo).	92
Figura N° 65 Diagrama Momento Curvatura Viga 25 x 55 cm (Zona Momento Negativo).	94
Figura N° 66 Aplicación de desplazamiento incremental en dirección “X”	102
Figura N° 67 Aplicación de desplazamiento incremental en dirección “Y”	103
Figura N° 68 Aplicación de desplazamiento incremental en dirección “X”	103
Figura N° 69 Aplicación de desplazamiento incremental en dirección “Y”	104
Figura N° 70 Aplicación de desplazamiento incremental en dirección “X”	104
Figura N° 71 Aplicación de desplazamiento incremental en dirección “Y”	104
Figura N° 72 Curva de Capacidad y sectorización para el Sismo en Dirección “X” – Edificio Aporticado	105

Figura N° 73 Curva de Capacidad y sectorización para el Sismo en Dirección “Y”- Edificio Aporticado	106
Figura N° 74 Curva de Capacidad y sectorización para el Sismo en Dirección “X”- Edificio Dual a) Sin Refuerzo	
b) Refuerzo con CFRP	
108	
Figura N° 75 Curva de Capacidad y sectorización para el Sismo en Dirección “Y” – Edificio Dual	109
Figura N° 76 Curva de Capacidad y sectorización para el Sismo en Dirección “X” - Edificio Muros Estructurales	111
Figura N° 77 Curva de Capacidad y sectorización para el Sismo en Dirección “Y” – Edificio Muros Estructurales	111
Figura N° 78 Curva de Capacidad Local para el Sismo en Dirección “Y” – Viga Eje B – Tramo 1-2	114
Figura N° 79 Gráfica Comparativa de Capacidad de Momento M3 y Rotación – Dirección “Y” – Viga Eje B – Tramo 1-2	114
Figura N° 80 Curva de Capacidad Local para el Sismo en Dirección “X” – Viga eje 4 Tramo A-B.....	115
Figura N° 81 Gráfica Comparativa de Capacidad de Momento M3 y Rotación – Dirección “X” – Viga eje 4 Tramo A-B.....	115
Figura N° 82 Curva de Capacidad Local para el Sismo en Dirección “Y” – Viga Eje B tramo 2-3	115
Figura N° 83 Gráfica Comparativa de Capacidad de Momento M3 y rotación – Dirección “Y” – Viga Eje B tramo 2-3	116
Figura N° 84 Curva de Capacidad Local para el Sismo en Dirección “X” – viga Eje C Tramo 2-3	116
Figura N° 85 Capacidad de Momento M3 y Rotación – Dirección “X” – viga Eje C Tramo 2-3.....	116
Figura N° 86 Curva de Capacidad Local para el Sismo en Dirección “Y” – viga eje C tramo 2-3	117
Figura N° 87 Gráfica Comparativa de Capacidad de Momento M3 y rotación – Dirección “Y” – Viga Eje C tramo 2-3	117
Figura N° 88 Registros Espectro Compatibles	119

Figura N° 106 Comparación de historia de momentos en rótula de Viga B1H8 Huaraz 70 Dirección X - Edificio Dual.....	144
Figura N° 107 Comparación de historia de momentos en rótula de Viga B1H8 Huaraz 70 Dirección Y - Edificio Dual.....	144
Figura N° 108 Comparación de historia de momentos en rótula de Viga B24H1 Huaraz 70 Dirección Y - Edificio Muros Estructurales	146
Figura N° 109 Comparación de historia de rotaciones en rótula de Viga B24H1 Huaraz 70 Dirección Y - Edificio Muros Estructurales	146
Figura N° 110 Presupuesto a Costo Directo -Edificación Aporticada	149
Figura N° 111 Comparación de Presupuesto Original Vs Presupuesto con Refuerzo de CFRP - Edificio Aporticado	149
Figura N° 112 Presupuesto a Costo Directo -Edificación Dual	150
Figura N° 113 Comparación de Presupuesto Original Vs Presupuesto con Refuerzo de CFRP - Edificio Dual	150
Figura N° 114 Presupuesto a Costo Directo -Edificación Muros Estructurales.....	151
Figura N° 115 Comparación de Presupuesto Original Vs Presupuesto con Refuerzo de CFRP - Edificio Muros Estructurales.....	152



CAPITULO I: GENERALIDADES

1.1.INTRODUCCIÓN

Actualmente en el Perú existen diversas edificaciones que, ya sea por deterioro de la construcción, daños en la estructura por eventos sísmicos, o cambios del tipo de uso de estas edificaciones requieren un reforzamiento de los elementos estructurales; ahora, cabe recalcar que, el reforzamiento es una acción que permite aumentar la capacidad de resistencia mecánica de una parte de la estructura o de la estructura completa (Rosero, 2013), y para ello existen distintos métodos y técnicas que se implementaron a lo largo de los años, sin embargo, en los años recientes, han surgido innovadoras técnicas de refuerzo con materiales compuestos. (Moncayo Theurer & Rodriguez, 2016).

Uno de los materiales de refuerzo es el polímero reforzado con fibra de carbono (CFRP), y que actualmente en el Perú su uso se ha popularizado, debido a las grandes ventajas que presenta tanto en sus propiedades y como refuerzo de elementos estructurales. Este material es muy blando, tiene elevada resistencia, es liviano y tiene baja densidad si es que se compara con el acero, tiene resistencia a elevadas temperaturas y mínima expansión térmica, la puesta de servicio es rápida, con poco costo de instalación por ello es muy conocida en las industrias del automovilismo, aeronáutica, construcción, etc. (Casablanca & Vilchez, 2021), además, en cuanto a la aplicación de CFRP en los elementos estructurales, (Castro Zavaleta,2019), indica que, esta permite en el caso de vigas incrementar la ductilidad, en el caso de columnas aumenta la rigidez y la resistencia al corte, en el caso de muros y losas aumenta la resistencia, rigidez y limita las deformaciones.

En ese sentido, las edificaciones con diferentes sistemas estructurales pueden comportarse de diferentes formas ante las combinaciones de cargas para las que fueron diseñadas, sin embargo, cuando existe un incremento de las cargas a las que fue sometida, los elementos estructurales de las estructuras tendrán mayores solicitaciones y deformaciones las cuales no fueron consideradas en el diseño inicial, por lo tanto, para dichas nuevas solicitaciones se aplica el refuerzo de fibras de carbono externamente en vigas, columnas y placas, y de esta forma que las estructuras tengan un buen comportamiento sismorresistente y un mejor

desempeño en el rango inelástico prolongando la vida útil de las estructuras manteniendo un ahorro económico.

1.2.JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

En el Perú, y particularmente en Lima, donde existe una elevada peligrosidad sísmica debido a su ubicación en el Cinturón de Fuego del Pacífico, la antigüedad del parque edificatorio representa un desafío para la seguridad estructural. Muchas edificaciones de concreto armado fueron construidas bajo normativas antiguas o con limitada supervisión técnica, lo que las hace potencialmente vulnerables ante un evento sísmico severo. Esta situación evidencia la necesidad de aplicar técnicas innovadoras de reforzamiento estructural que mejoren el desempeño sísmico de dichas construcciones sin recurrir a soluciones costosas o altamente invasivas.

En este contexto, el uso de Polímeros Reforzados con Fibra de Carbono (CFRP) surge como una alternativa eficiente y viable, permitiendo el reforzamiento de estructuras sin afectar significativamente su peso propio ni su capacidad de carga útil. Sin embargo, aunque el CFRP ha demostrado ser una solución efectiva en diversas aplicaciones internacionales, su comportamiento en edificaciones sismorresistentes peruanas aún no ha sido suficientemente estudiado, particularmente en el análisis de estructuras completas bajo solicitaciones sísmicas extremas, por lo tanto, la presente investigación se justifica en la necesidad de comprender el impacto real del reforzamiento con CFRP como refuerzo a flexión en vigas de tres estructuras aporricada, dual y con muros estructurales, evaluando su efecto en la resistencia, ductilidad y comportamiento inelástico de los elementos estructurales. Asimismo, los resultados del estudio ofrecerán información relevante para ingenieros estructurales, diseñadores y formuladores de normativas, contribuyendo al desarrollo de nuevas estrategias de diseño sísmico y al perfeccionamiento de los reglamentos de construcción en el Perú.

1.3.OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

1.3.2. Precisar el comportamiento sismorresistente de tres edificaciones: aporticado, dual y de muros de concreto armado con refuerzo de CFRP a flexión en vigas, ante mayores solicitaciones, a un nivel local y global

1.3.3. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Efectuar un escrutinio comparativo de los esquemas momento-curvatura de los componentes portantes de las construcciones, considerando y omitiendo la incorporación de CFRP como refuerzo flexo-resistente en vigas.
- Evaluar mecánicamente la respuesta tanto lineal como post-elástica de las construcciones, con y sin la implementación de CFRP como soporte de flexión en vigas, mediante indagación de empuje progresivo y análisis cronodinámico no lineal (ATHNL) a escala integral y puntual.
- Examinar y establecer el comportamiento sísmico de las estructuras arquitectónicas, con y sin la aplicación de CFRP como fortalecimiento flexional en elementos vigados.
- Precisar la incidencia del CFRP como suplemento a flexión en vigas, sobre la capacidad de deformación plástica y la robustez del ente resistente de la edificación.
- Establecer la influencia económica del reforzamiento con CFRP como refuerzo a flexión en vigas.

1.4.HIPOTESIS

1.4.1. HIPOTESIS GENERAL

1.4.2. El uso de CFRP como refuerzo a flexión en vigas en las edificaciones aporticada, dual y de muros estructurales de concreto armado mejora significativamente su comportamiento sismorresistente, teniendo un mejor comportamiento sísmico tanto a nivel local como global ante mayores solicitaciones.

1.4.3. HIPOTESIS ESPECIFICAS

- Se constata una merma en la capacidad de deformación plástica en las secciones de hormigón aditivadas con CFRP, en comparación con aquellas sin intervención.
- Se identifica un desempeño superior en la fase elástica y post-elástica de las configuraciones estructurales fortalecidas respecto a las no intervenidas, mediante evaluación de empuje incremental y análisis cronológico no lineal (ATHNL), tanto a escala macroscópica como puntual.
- Se establece una respuesta sísmica más favorable en los ensamblajes estructurales con refuerzo de CFRP frente a los que carecen de dicho suplemento.
- Se corrobora un ascenso en la aptitud flexo-resistente de las vigas de concreto armado mediante la inclusión de estratos de CFRP.
- Se evidencia un impacto pecuniario beneficioso asociado al empleo de fibras de carbono como mecanismo de refuerzo a flexión en elementos vigados.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

El capítulo actual expone los pilares conceptuales imprescindibles para fundamentar el estudio del comportamiento ante sollicitaciones sísmicas de edificaciones confeccionadas en hormigón armado con vigas intervenidas mediante polímero reforzado con filamentos de carbono (CFRP). Se examinan nociones relativas a las propiedades intrínsecas, particularidades y ámbitos de aplicación del CFRP en el fortalecimiento estructural, con énfasis en su implementación en componentes sometidos a esfuerzos de flexión. Asimismo, se desglosan nociones esenciales vinculadas a la resiliencia sísmica estructural, tales como rigidez, capacidad dúctil y resistencia mecánica, así como instrumentos analíticos cardinales como los diagramas de momento versus curvatura, gráficas de capacidad y metodologías de análisis no lineal. En última instancia, se consideran los preceptos técnicos tanto nacionales como foráneos que norman el diseño sismorresistente y la integración de esquemas de refuerzo con FRP en estructuras de hormigón armado.

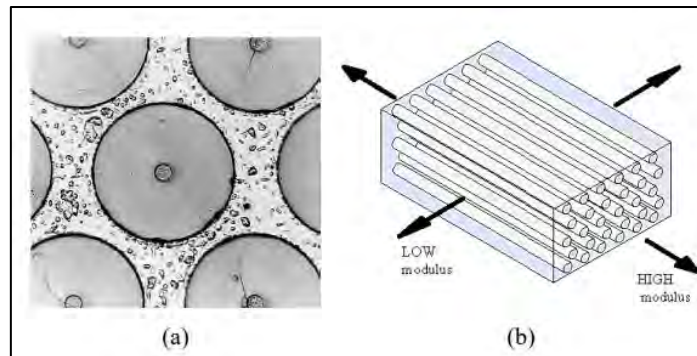
2.1. Polímero reforzado con fibras de carbono (CFRP)

El CFRP, o polímero fortificado con filamentos de carbono, constituye un compuesto derivado de un entramado de hebras carbonáceas embebido en una matriz polimérica estructural de notable tenacidad, cuyas cualidades fisicomecánicas lo tornan idóneo para la rehabilitación de edificaciones de concreto (Jimenez Ulloa, 2023). La fibra de carbono representa un material heterogéneo, concebido mediante la sinergia de múltiples constituyentes, originando así un ente material con propiedades sobresalientes e inéditas, inalcanzables a partir de cada elemento de forma aislada (Llano, 2009).

En correlación, Gutierrez (2022) señala que el FRP se compone primordialmente de dos elementos: una resina polimérica como aglutinante matricial y refuerzos fibrosos.

Figura N° 1

Mecanismos del FRP (a) fibra y (b) material. Fuente: Tomada de Hull, 1987.



Según, (Villasevil Montava, 2016), la fibra de carbono (CFRP) tiene propiedades muy parecidas al acero, pero tiene la capacidad de ser más ligera. Su estructura cristalina es parecida al grafito, que se basa en conexiones covalentes muy fuertes entre átomos situados en capas similares y conectados por fuerzas débiles de van der Waals. Sin embargo, a diferencia del grafito, las capas de fibra de carbono están dispuestas juntas al azar. Por ello, sus enlaces son más duraderos y ofrecen una buena calidad mecánica.

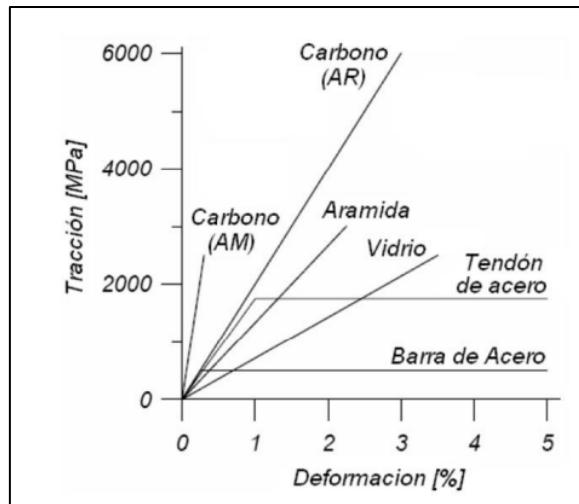
- Matriz

(Villasevil Montava, 2016) indica que la matriz o resina es la encargada de dar la geometría al material compuesto para que actúe como un único sólido, protegiéndose de posibles daños, transfiriendo la tensión a las fibras. Por estas razones, posee cierta influencia en las características mecánicas de los materiales compuestos, considerando la resistencia y el módulo transversal, se considera relevante en el estudio.

A continuación, en la imagen 2 se observa claramente el contraste de las propiedades del CFRP en comparación a otros materiales.

Figura N° 2

Relación tensión-deformación en tipos de fibras. Fuente: tomada de Villasevil Montava, (2016).



2.2. Propiedades del CFRP

Conforme a lo expuesto por Calla Deza y Torres Almirón (2015), los filamentos carbonáceos exhiben las siguientes singularidades fisicocualitativas:

Elevada Maleabilidad: La fibra de carbono ostenta una notable ductilidad superficial, permitiéndole amoldarse a configuraciones geométricas diversas, ya sean planas, curvilíneas o incluso irregulares y amorfas.

Sobresaliente Tenacidad: Esta cualidad destaca como una de las más significativas del material, dado que, por su intrincado proceso de síntesis, la fibra alcanza una solidez estructural tal que puede ser equiparada a una decena de veces la fortaleza del acero.

Escasa Masa Volumétrica: Al poseer una resistencia intrínseca destacada en cada microfilamento, no se requiere una trama o laminado de gran espesor, lo que redonda en una ínfima gravitación del conjunto.

Mínima Dilitación Calórica: Dado que la fibra de carbono soporta elevadas temperaturas sin sufrir transformaciones morfológicas notorias, conserva su configuración inicial a lo largo del tiempo posterior a su implementación.

Por otra parte, según lo señalado por Gutierrez M. (2022), el CFRP manifiesta las subsiguientes particularidades mecánicas:

Tracción: El desempeño a solicitaciones de estiramiento de los FRP monodireccionales revela una correlación elástico-lineal entre esfuerzo y deformación hasta el colapso, denotando un carácter quebradizo (Gutierrez, 2022).

Compresión: No existen evidencias concluyentes que validen su uso como sustituto de barras de acero sometidas a carga axial. Las formas de colapso en paneles de FRP comprimidos longitudinalmente podrían comprender fractura transversal, ruptura fibrosa y cedencia por cizalladura (Gutierrez, 2022).

De igual manera, se consignan las propiedades temporales del CFRP respecto a su desempeño estructural:

Falla por Fluencia: Tras el lapso de curado, los compósitos FRP expuestos a cargas constantes tienden a fragilizarse progresivamente; esta modalidad de fractura es conocida como fluencia (Gutierrez M., 2022).

Resistencia a la Fatiga: Entre las distintas hebras empleadas en compósitos FRP, las carbonáceas son las menos proclives al menoscabo por fatiga. El CFRP conserva entre un 60 y 70% de su resistencia nominal máxima y generalmente no se ve alterado por humedad ni calor, salvo deterioro previo de la resina o la interfase fibra-resina por agentes externos (Gutierrez M., 2022).

2.3. Características del CFRP

Igualmente, (Calla Deza & Torres Almiron, 2015) expone las propiedades cardinales de la fibra de carbono:

Maleabilidad Operativa: A causa de su exiguo peso específico y su robustez desmesurada, se erige como uno de los compuestos más vanguardistas en la ingeniería contemporánea, pues tanto en su modalidad entrelazada como en su formato laminar,

deviene en un insumo de gran docilidad que facilita su manejo y el del substrato estructural que se pretende reforzar.

Aplicación Expedita: Dada su notable ductilidad, se asegura una implementación simple y accesible del compuesto sobre la superficie objetivo, incluso en condiciones adversas como elevaciones no niveladas, geometrías anómalas o ambientes meteorológicos poco benignos.

Celeridad de Instalación: En favor del técnico ejecutante, la sinergia entre su manejabilidad y la facilidad de aplicación se traduce en una notable economía temporal respecto a las jornadas laborales (hh), ya que el procedimiento de refuerzo puede completarse en un lapso de dos días o más, condicionado por la extensión del área a intervenir.

Durabilidad Extensa: Las tramas de fibras de carbono, al simplificar considerablemente el proceso y ofrecer propiedades optimizadas para el refuerzo, convierten su empleo actual en una solución prácticamente perenne.

2.4. Aplicación del CFRP como refuerzo de estructuras

Las motivaciones que justifican la necesidad de consolidar una edificación son múltiples. Frente a cualquier anomalía emergente en una construcción ya erigida, resulta significativamente más racional y sustentable optar por su adecuación que proceder a su desmantelamiento y posterior reconstrucción. Entre los móviles plausibles para emprender un refuerzo estructural figuran: modificación del uso funcional del inmueble, merma en su capacidad portante, incremento en las sollicitaciones que debe resistir, desgaste material progresivo, ambigüedades respecto a su fiabilidad, o condiciones operativas discordantes con los requerimientos actuales. Ocasionalmente, también se impone por la irrupción de normativas más rigurosas; sin embargo, en términos generales no se exige intervención por simples alteraciones en las cargas normativas o en los coeficientes de seguridad, ya que el comportamiento histórico de la obra suele validar su aptitud frente a dichos escenarios hipotéticos. No obstante, en ciertos casos, sí es imperativo ajustar su desempeño frente a

contingencias excepcionales como movimientos telúricos, conflagraciones o deflagraciones, fenómenos para los cuales rara vez fue concebida.

De acuerdo con (Arteaga & De Diego, 2011), la rehabilitación estructural constituye una praxis ya instaurada, históricamente ejecutada mediante la adición de refuerzos metálicos o capas suplementarias de concreto. Estas metodologías, no obstante, conllevan ciertas desventajas, tales como el incremento del peso inherente de la estructura, la reducción de la superficie útil o de la altura disponible, prolongados tiempos de interrupción operativa, y una vulnerabilidad persistente ante procesos de degradación como la corrosión, análogos a los que afectan a la configuración original.

2.5.Reforzamiento de elementos estructurales con CFRP

Los FRP se han empleado en el refuerzo de estructuras de concreto, metálicas, de madera o mamposterías. La mayoría de las aplicaciones han sido sobre estructuras de concreto armado, y las normas y guías de diseño publicadas se ocupan de estas estructuras. Las posibilidades de aplicación son muy variadas.

(Arteaga & De Diego, 2011) El refuerzo consiste en adherir más o menos externamente sobre la estructura tejidos o laminados de FRP. Los sistemas de refuerzo empleado son varios, la elección depende de la aplicación particular:

Pegado de un laminado prefabricado: se pega al sustrato de hormigón mediante resina. El laminado suele ser de fibras unidireccionales.

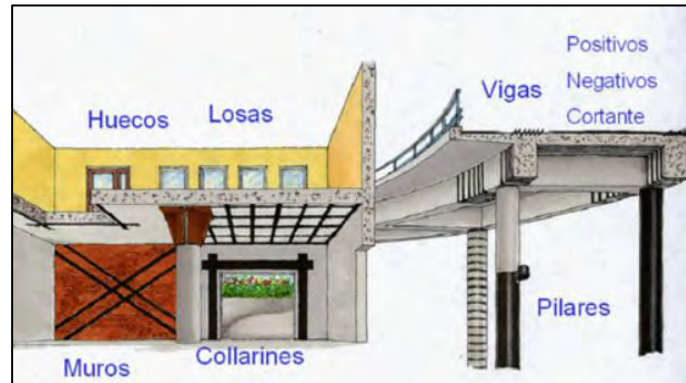
Colocación en húmedo (wet lay-up): se impregna el sustrato con resina y se colocan capas de tejido.

Barras o láminas insertadas en el recubrimiento (NSM): se hace una ranura en la superficie donde se inserta el elemento y se rellena con resina.

La inyección de resina al vacío: el tejido se coloca sobre el elemento cubierto herméticamente.

Figura N° 3

Configuraciones de zonas aptas para el refuerzo. (Fuente: (Arteaga & De Diego, 2011)).

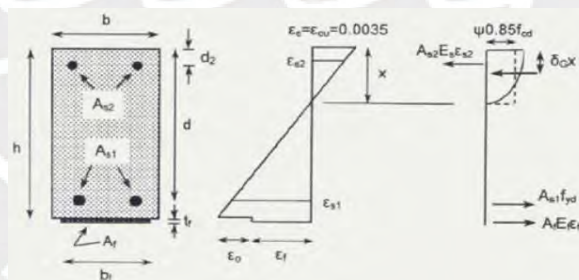


2.5.1. Refuerzo a flexión

En general, el refuerzo se emplea para reemplazar la armadura deficiente; por lo tanto, se conecta en áreas de tracción, con la dirección de la fibra paralela a la de las mayores deformaciones de tracción al considerar el eje del elemento (Arteaga & De Diego, 2011)

Figura N° 4

Hipótesis de Cálculo a Flexión. (Fuente: (Arteaga & De Diego, 2011)).



Según Arteaga & De Diego (2011) debe prestarse atención a la adherencia entre el refuerzo y el hormigón, así como a la falla conocida como pelado o delaminación, en la que la armadura se desprende bruscamente a valores de deformación y tensión sustancialmente menores a los de fractura del FRP. Para evitar este tipo de fallas, los principios de diseño limitan estos niveles.

2.5.2. Refuerzo a cortante

Los elementos como vigas en adhesión del CFRP, proporciona una mejora en la resistencia a los cortes al proporcionar resistencia a tracción en conexiones y redes de tensión (masterbrace, 2023)

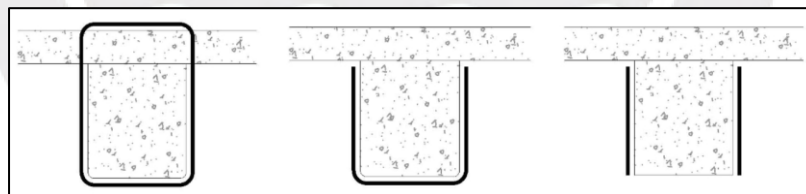
El refuerzo con laminados de FRP se ha demostrado experimentalmente y es ampliamente reconocido como una opción viable para aumentar la resistencia máxima al corte de los componentes de concreto armado (Oller, Mari, & Bairán, 2023)

El refuerzo a cortante mediante CFRP se puede realizar mediante la aplicación de tiras individuales de hoja compuestas de fibras de carbono. Dependiendo de la geometría de viga y de la necesidad del refuerzo, la disposición de la hoja de carbono puede ser:

- Envoltura completa del FRP rodeando la viga.
- Envolver en "U" el FRP.
- Adherencia del FRP a ambos lados de la viga.

Figura N° 5

Disposiciones de fibra para refuerzo por cortante. (Fuente: Propia)



De manera similar, el soporte de un elemento de concreto con CFRP se expresa comúnmente mediante la suma de tres términos: hormigón, acero y CFRP (Arteaga & De Diego, 2011).

2.5.3. Refuerzo mediante confinamiento

La modalidad de intervención más recurrente, dada su ductilidad operativa y facilidad ejecutiva, consiste en la aplicación artesanal de láminas compuestas de resina y filamento sobre la envolvente superficial del soporte vertical, circundando la totalidad del perímetro seccional para generar in situ una suerte de guarnecido compósito en torno al pilar una vez que el sustrato ha perdido su humedad superficial. En una derivación de esta

metodología, se recurre a un dispositivo mecánico encargado de impregnar filamentos continuos en un adhesivo polimérico antes de proceder a su circunvolución sobre el elemento estructural. Asimismo, es posible emplear envoltorios prefabricados, ya sea bifurcados —que se ensamblan mediante adhesión al momento de su instalación— o monolíticos con hendidura longitudinal. En todo caso, resulta indispensable suavizar las aristas vivas de pilares ortogonales antes de implementar el PRFV, ya que se ha comprobado que el confinamiento estructural pierde eficacia al concentrarse las tensiones en dichos vértices, impidiendo una transferencia homogénea de presiones y dejando porciones del núcleo de concreto funcionalmente inactivas (Arteaga & De Diego, 2011)

2.6. Conceptos de sismorresistencia

2.6.1. Rigidez

La inflexibilidad caracteriza el nexo entre las solicitaciones y las distorsiones que experimentan los elementos de un sistema estructural. De modo general, dicha inflexibilidad alude a la aptitud de una edificación para resistirse a alteraciones morfológicas.

En la Ilustración 6 se aprecia la aplicación de una tracción horizontal F sobre un entramado, lo cual engendra un corrimiento lateral. El efecto de esta acción se plasma en una representación gráfica de Cortante frente a Traslación Horizontal, donde K_0 , k_s , K_t

denotan las inclinaciones de la curva en distintos segmentos de la respuesta estructural. El primer parámetro, K_0

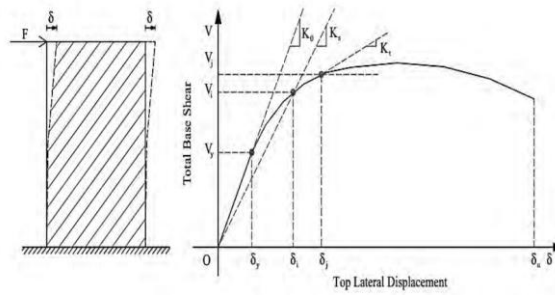
, simboliza la rigidez primigenia o elasticidad inicial; el segundo, K_s

, corresponde a la rigidez secante, entendida como la pendiente entre el punto origen y el de interés; y el último, K_t

, representa la rigidez tangencial en un instante específico, evidenciando cómo varía la oposición estructural ante una deformación concreta. (Cajaleón León, 2018).

Figura N° 6

Curva Fuerza- Desplazamiento de una estructura. Fuente: Tomada de Cajaleón León (2018)



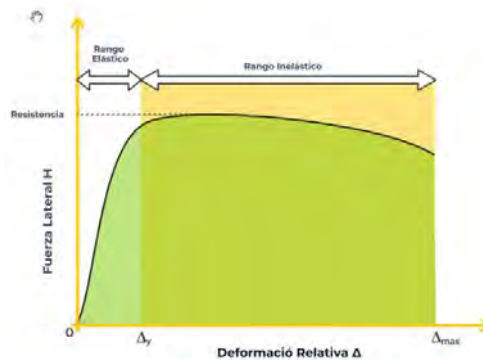
2.6.2. Ductilidad

La ductilidad se define como aquella capacidad de una infraestructura para tolerar una deformación después de alcanzar su límite de elasticidad; por lo tanto, es la deformación en el área inelástica sin fracturarse (Ottazzi, 2004).

En ese sentido, la ductilidad es la propiedad que determina la probabilidad de que una estructura o algún componente estructural se deforme por encima del límite elástico sin disminuir significativamente su rigidez o resistencia.

Ahora de la siguiente figura, se puede determinar que la ductilidad es la capacidad de un elemento en un rango inelástico de deformarse, pasado el rango elástico.

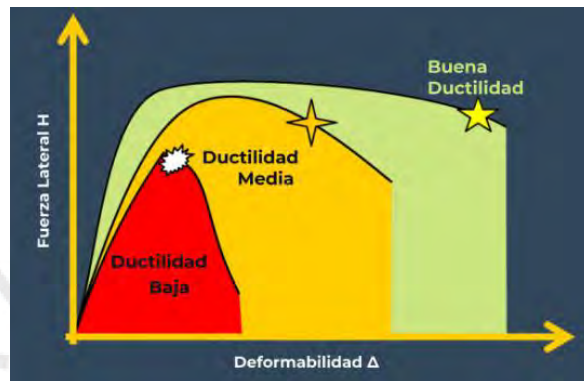
Figura N° 7
Curva Fuerza- Desplazamiento de una estructura (Fuente: Propia)



De manera análoga, puede inferirse que la maleabilidad estructural coadyuva en la disipación del influjo energético sísmico mediante un proceder histórico. Por ende, la concepción de edificaciones con aptitudes antisísmicas dependerá sustancialmente de dicha ductilidad para reconfigurar la traslación impuesta sobre el armazón, tal como se ilustra en la figura subsiguiente:

Figura N° 8

Esquema de deformabilidad de la estructura (Ductilidad) (Fuente: Propia)



La taxonomía ductilar predominantemente adoptada conforme a Gioncu (2000) se desglosa en los siguientes apartados:

- a) Ductilidad material o axial, entendida como la capacidad del constituyente físico para experimentar deformaciones irreversibles de carácter inherente.
- b) Ductilidad seccional, igualmente denominada ductilidad flexional, alude a las distorsiones plásticas sufridas por la configuración transversal, evaluadas en función de la interacción geométrica entre los componentes que integran dicha sección.
- c) Ductilidad del componente estructural, referente al análisis de las propiedades intrínsecas del mismo, que contempla su facultad de rotación plástica o ductilidad rotacional.
- d) Ductilidad estructural, designada también como ductilidad de traslación, incorpora la respuesta integral del ensamblaje arquitectónico frente a solicitaciones globales.

Figura N° 9

Clasificación de ductilidad (Gioncu, 2000)

Ductility types	Schematic representation	Definition
Material (axial) ductility		$\mu_s = \frac{\epsilon_u}{\epsilon_y}$
Cross-section (curvature) ductility		$\mu_s = \frac{\theta_u}{\theta_y}$
Member (rotation) ductility		$\mu_s = \frac{\theta_u}{\theta_y}$
Structure (displacement) ductility		$\mu_s = \frac{\delta_u}{\delta_y}$

2.6.3. Resistencia

A través del devenir ingenieril, la resistencia ha sido conceptualizada como la aptitud de un componente para soportar solicitaciones y tensiones impuestas sin sucumbir ni incurrir en distorsiones irreversibles o pasajeras (Ottazzi, 2004).

Es pertinente subrayar que coexisten múltiples acepciones respecto al diseño de elementos en concreto reforzado, las cuales fluctúan según variables como la metodología proyectual o la índole de la solicitación; por ende, resulta crucial aludir a los siguientes vocablos normativos conforme a la Norma Peruana E.060 Hormigón Armado:

a) Resistencia Exigida: Constituye la magnitud resistente imprescindible para contrarrestar solicitaciones o momentos intensificados, combinaciones actuantes y fuerzas internas (Norma Técnica de Edificación E.060 concreto armado, 2009).

b) Resistencia Teórica: Corresponde a la capacidad estructural estimada de un segmento o configuración seccional antes de considerar coeficientes de atenuación, fundamentada en los postulados, restricciones y parámetros de la doctrina de diseño por resistencia (Norma Técnica de Edificación E.060 concreto armado, 2009).

c) Resistencia Proyectual: De acuerdo con la Norma Técnica de Edificación E.060 concreto armado (2009), equivale al producto entre la resistencia teórica y el coeficiente reductor pertinente. Este último, siempre inferior a la unidad, atenúa la capacidad resistente para incorporar incertidumbres relativas a propiedades materiales y dimensionales. Al estimar dichos coeficientes, se contemplan los siguientes aspectos:

- La probabilidad de encontrar elementos con resistencia menguada, derivada de fluctuaciones en materiales y dimensiones.
- Fallos potenciales en los modelos matemáticos del diseño.
- La fiabilidad y ductilidad necesarias del elemento bajo cargas operativas.
- La trascendencia estructural del componente dentro del sistema constructivo.

2.7. Diagramas de momento curvatura

El diagrama momento curvatura nos permiten conocer la ductilidad de una sección, es decir su potencial de incursionar en un rango no lineal antes de llegar a su fallo, esto se logra a través de conocer el comportamiento del módulo de elasticidad (E) y la inercia (I) ($\Phi(\text{curvatura})=M(\text{Momento})/EI$), suponiendo que el fallo sea causado por flexión y no por otro tipo de esfuerzo como por cortante. Los códigos sismorresistentes guían a un tipo de fallo por flexión. (Mora & Aguiar, 2015)

El diagrama momento-curvatura es la representación gráfica del lugar geométrico definido por los momentos flectores y las curvaturas asociadas a los mismos para una sección determinada. La construcción de diagramas momento-curvatura permite el estudio de la ductilidad de una sección y del elemento, así como permite entender el desarrollo de rótulas plásticas y redistribución de momentos flectores. Los diagramas momento-curvatura convencionalmente consideran deformaciones generadas por sollicitaciones de flexión pura, lo cual es válido cuando estas son las predominantes en el elemento estructural en estudio.

2.8. Desempeño sísmico de estructuras

En el transcurso del itinerario ingenieril, la resistencia ha sido interpretada como la competencia inherente de un artefacto para afrontar exigencias mecánicas y

compresiones sobrevenidas sin perecer ni experimentar transmutaciones morfológicas permanentes o efímeras (Ottazzi, 2004).

Conviene enfatizar que subsisten múltiples nociones respecto a la formulación estructural en hormigón armado, las cuales oscilan según factores como la índole metodológica del diseño o la categoría de la fuerza actuante; por tanto, deviene esencial invocar las siguientes locuciones técnico-normativas de acuerdo con el código peruano E.060 de Concreto Armado:

a) Capacidad Demandada: Es la cuantía resistente ineludible para enfrentar esfuerzos aumentados, combinaciones concurrentes y sollicitaciones internas (Norma Técnica de Edificación E.060 concreto armado, 2009).

b) Capacidad Nominal: Es la estimación de la fortaleza de un componente o corte transversal calculada previo a la inclusión de coeficientes reductores, basada en principios, restricciones y hipótesis del paradigma resistente (Norma Técnica de Edificación E.060 concreto armado, 2009).

c) Capacidad de Cálculo: Según la Norma Técnica de Edificación E.060 concreto armado (2009), resulta del producto entre la capacidad nominal y el coeficiente de minoración correspondiente. Dicho factor, menor que la unidad, modula la potencia resistente para absorber incertidumbres de carácter físico-material y geométrico. En su determinación, se consideran:

- La eventualidad de hallar miembros con vigor debilitado por alteraciones en la composición o las dimensiones.
- Inexactitudes en los algoritmos del diseño.
- El grado de fiabilidad y deformabilidad requerido del ente estructural ante cargas incidentes.
- La jerarquía funcional del elemento dentro del armazón constructivo..

A) Matriz de desempeño según el seaoc

Según Melone (1995) el plan del Comité VISIÓN 2000 propone cuatro fases de desempeño, los cuales son reconocidos por las siguientes calificaciones:

- a. **Operacional:** En esta de rendimiento, no ocurre ningún daño. Las repercusiones para los usuarios de las instalaciones son insignificantes. Los habitantes del edificio están completamente a salvo. Todo el contenido y los servicios del edificio están operativos y listos para ser utilizados. Por lo tanto, no son necesarias las reparaciones (Melone, 1995)
- b. **Funcional:** Fase de rendimiento en el que los materiales no estructurales y el contenido del edificio sufren daños moderados, así como algunos daños estructurales leves. El daño es menor y no pone en peligro la seguridad del edificio; debería ser posible reanudar las operaciones regulares rápidamente después del terremoto, sin embargo, el daño a los materiales y contenidos no estructurales puede causar que algunas funciones se interrumpan temporalmente. Las reparaciones menores son generalmente necesarias (Melone, 1995)
- c. **Seguridad:** El daño a los elementos no estructurales y estructurales, así como en la composición del edificio, es moderado, lo que resulta en el deterioro de la capacidad de resistencia del sistema y la rigidez lateral, así como la suspensión del servicio mecánico y eléctrico, de igual manera la interrupción de las rutas de salida del edificio. La instalación ha sido clausurada y requerirá reparaciones sustanciales (Melone, 1995)
- d. **Pre-Colapso:** El umbral funcional en el cual la aptitud portante del entramado y su oposición al desplazamiento transversal comprometen la estabilidad integral y precipitan el colapso constructivo. Las vías de evacuación y los sistemas utilitarios se hallan inhabilitados. El armazón deviene absolutamente inhóspito para sus habitantes, y la envergadura de una eventual restauración podría tornarse impracticable desde una perspectiva técnica o financieramente insostenible.(Melone, 1995)

Figura N° 10

Matriz de Desempeño (SEAOC, 1995) (SEAOC, 1995)

		Niveles de desempeño				
		Periodo de retorno	Totalmente operacional	Operacional	Seguridad de vida	Prevención del colapso
Niveles de peligro sísmico	43 años (frecuente)					
	72 años (ocasional)		Objetivos básicos	Desempeño inaceptable		
	474 años (raro)	Objetivos esenciales				
	970 años (muy raro)	Objetivos de seguridad crítica				

2.9. Curva de capacidad

Es la relación entre el desplazamiento lateral habitual y la resistencia lateral de una estructura. El análisis estático no lineal, a menudo conocido como análisis pushover en la literatura inglesa, se usa con frecuencia para obtenerlo (Moreno González, 2006)

2.9.1. Análisis pushover

El análisis pushover se puede lograr utilizando un modelo de carga lateral a la infraestructura, que representa los movimientos sísmicos, un modelo que crece monótonamente hasta que logra su máxima capacidad la estructura, es decir, colapsa (Moreno González, 2006).

Entonces el objetivo de aplicar dicho análisis es determinar la capacidad de la distribución que para soportar las acciones laterales y que para este caso las de acciones sísmicas; por lo tanto, para dicho análisis la cortante basal va incrementándose progresiva y continuamente el modelo de las fuerzas sísmicas laterales distribuidas a lo alto del edificio

En la figura 11 se observa la figura de una curva de capacidad, donde podemos apreciar que en el eje “X” se encuentra la cortante basal, por lo tanto el eje “Y” representa el desplazamiento lateral en el piso final del edificio.

Figura N° 11

Representación típica de Curva de Capacidad (Moreno González, 2006)



2.9.2. Espectro de capacidad

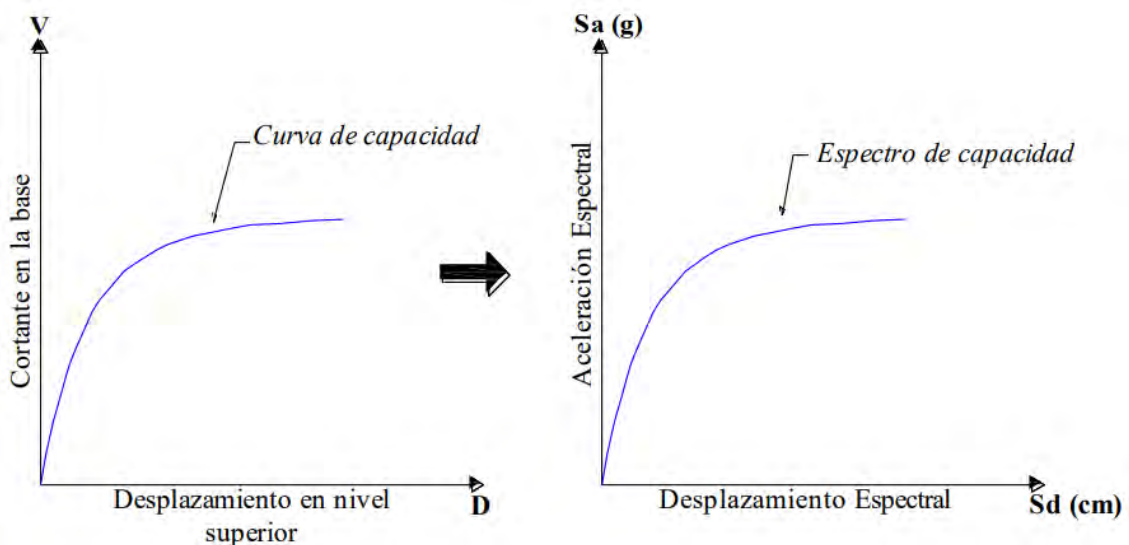
Se requiere la curva de capacidad en coordenadas espectrales para obtener el espectro de capacidad de una estructura. El espectro de capacidad es una representación de la curva de capacidad en el espacio ADRS de coordenadas espectrales (ADRS: Acceleration Displacement-Response-Spectra) (Albarracín & Gallo, 2010)

El método del espectro de capacidad permite realizar una comparación gráfica entre la capacidad de la estructura y el nivel de amenaza sísmica. Para ello, utiliza una representación en términos espectrales, lo que facilita la visualización conjunta de la capacidad estructural y la demanda sísmica en un mismo gráfico.

Esta curva conecta la aceleración espectral con el cambio espectral, se muestra la representación típica en la figura a continuación.

Figura N° 12

Conversión de la curva de capacidad a un espectro de capacidad. (Silva Mercado, 2018)

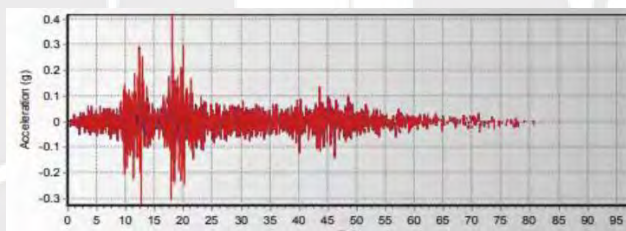


2.10. Análisis dinámico no lineal – tiempo historia

El escrutinio cronodinámico constituye una metodología que faculta la exposición de una armazón a una oscilografía telúrica —ya sea auténtica o sintéticamente elaborada— con el propósito de registrar su reacción estructural en cualquier momento del lapso considerado. Asimismo, se extrae la cronografía de disipación energética, la cual estará condicionada por la intensidad del fenómeno sísmico. Al incorporar diversas oscilografías, se obtiene una variabilidad de respuestas estructurales según cada escenario. Por esta razón, dicho examen se cataloga entre los más certeros, elevando su relevancia técnica. No obstante, su precisión está sujeta a la fidedignidad de las oscilografías utilizadas. La Ilustración 20 exhibe una oscilografía sísmica aplicada en el estudio cronodinámico de una institución educativa utilizando el software ETABS V18.

Figura N° 13

Registro sísmico escalado del sismo de 1974 en Perú



2.11. Normas Técnicas

Para el diseño y análisis de elementos estructurales reforzados con FRP, es fundamental considerar la normativa vigente que establece los criterios y requisitos técnicos aplicables. Estas normativas proporcionan lineamientos para garantizar la seguridad, resistencia y durabilidad de las estructuras intervenidas.

2.11.1. Norma E.060

El precepto normativo E.060, vigente en el territorio peruano, consigna los requerimientos técnicos esenciales para la concepción antisísmica de inmuebles, con la finalidad primordial de salvaguardar la existencia humana y la estabilidad de las estructuras ante sacudidas telúricas. Este compendio reglamentario aborda tópicos medulares como la taxonomía de las construcciones conforme a su

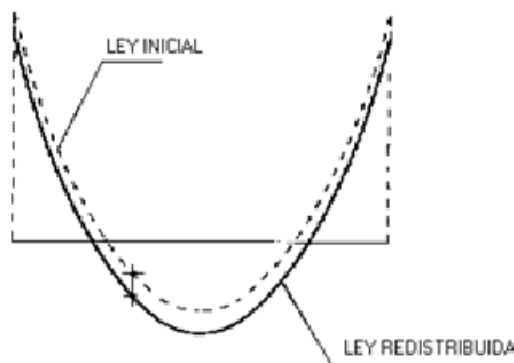
susceptibilidad sísmica, las pautas de diseño estructural, las solicitaciones sísmicas a contemplar, los materiales constructivos idóneos, así como los protocolos para la auscultación de la capacidad sísmica en edificaciones preexistentes. La categorización edificatoria se fundamenta en su relevancia funcional y fragilidad estructural, determinando así los estándares proyectuales aplicables. Las directrices de configuración estructural definen los parámetros destinados a asegurar la robustez frente a los embates sísmicos. De igual manera, se estipulan las solicitaciones dinámicas que deben ser integradas en las fases de diseño y ejecución constructiva. La normativa prescribe, además, especificaciones técnicas para elementos como el hormigón armado y el acero estructural, garantizando su aptitud frente a esfuerzos sísmicos. Finalmente, se ofrecen lineamientos para diagnosticar la capacidad sísmica de estructuras existentes, permitiendo discernir aquellas que precisan intervenciones de refuerzo o sustitución. (Norma Técnica de edificación E.060 concreto armado, 2009)

- **Redistribución de momentos**

La redistribución de momentos es un mecanismo estructural mediante el cual se transfiere una parte del momento flector de una sección crítica hacia otras secciones de la estructura, permitiendo una utilización más eficiente del material estructural y una mejor adaptación a las condiciones reales de carga. Según Noriega Barrueto (2018), es aquel mecanismo donde un porcentaje del momento máximo negativo se convierte en momento máximo positivo.

Figura N° 14

Representación de redistribución de momentos. Fuente Propia



2.11.2. Norma E.030

Esta Norma indica los requisitos para la construcción de resistencia sísmica. Los valores Z y S deben ser utilizados siempre que no existan requisitos nacionales definidos para estructuras cuyo comportamiento sísmico sea diferente del anterior. de edificios El Capítulo II se amplía en función de la relevancia de la estructura a la luz de la práctica mundial. Se requiere a nivel nacional. Se aplica estratégicamente en el diseño de los últimos edificios, así como fortalecer las estructuras presentes y la rehabilitación de estructuras destruidas por sismos de gran intensidad. Adicionalmente, se deben tomar precauciones considerando los desastres causados por actividad sísmica, tales como tsunamis, incendios, fugas de material peligroso, deslizamientos de tierra importantes y otros. Toda edificación y sus componentes se recomienda que puedan ser diseñados y construidos con la finalidad de soportar las demandas sísmicas especificadas en esta Norma, respetando los criterios de las normas apropiadas para los materiales empleados. No se requiere evaluar los impactos de terremoto y viento al mismo tiempo. Se debe examinar el comportamiento sísmico del edificio en relación con los tabiques, parapetos y otras características asociadas. Este factor debe tenerse en cuenta durante todo el análisis, detalle del refuerzo y anclaje (Norma Técnica E.030 Diseño sismorresistente, 2019)

- **Estado de desempeño**

La condición de límite de daño se describe por el nivel de rendimiento. Indica un estado límite o tolerado creado en base a la posibilidad de la amenaza a la seguridad de los habitantes de la estructura causada por este daño y la operación de la estructura después del sismo. Es una declaración de la mayor extensión de los daños, teniendo en cuenta tanto el estado de los elementos no estructurales y de los componentes estructurales, así como su contenido en relación con el destino de la edificación. Los niveles de desempeño con frecuencia se describen considerando calificación cualitativa de relevancia pública considerando el efecto sobre los que ocupan la estructura, los usuarios y en conceptos técnicos de ingeniería para la evaluación o diseño de edificios existentes considerando el grado de desperfecto, degradación de partes no estructurales y estructurales (Melone,S, 1995)

2.11.3. Norma ACI 318 -18

Este compendio normativo establece umbrales técnicos indispensables cuya transgresión no constituye infracción del reglamento; su alcance se circunscribe al trazado y edificación de entramados cementicios en edificaciones y, en circunstancias pertinentes, en otras construcciones análogas, permitiendo así que los agentes proyectistas delimiten los parámetros mínimos aceptables. Son tópicos abordados la orquestación proyectual y sus pliegos, la fiscalización, las materias primas, las exigencias mecánicas, la nobleza del conglomerado, su dosificación y vertido, la geometría de los moldajes, los conductos insertos, las articulaciones estructurales, la disposición del armamento metálico, así como el raciocinio estructural y su concepción resistente. Igualmente, se incluye la valoración de la robustez en edificaciones preexistentes, condiciones peculiares para la concepción antisísmica, tipologías tradicionales de estructuras hormigonadas, esquemas de barras y redondos, formulaciones proyectuales alternativas, coeficientes de modulación de cargas distintos, y la capacidad resistente junto al armado del concreto. (Ingeniería y mas, 2016)

- **Método de Análisis**

Las metodologías para computar esfuerzos internos y distorsiones en entornos estáticos se emplean dentro del ámbito de la ingeniería de estructuras para escrutar armazones portantes. La indagación sobre la aptitud resistente y el comportamiento en condiciones funcionales constituye una arista cardinal del desarrollo proyectual, junto con la traslación de edificaciones y operaciones tangibles hacia esquemas estructurales y las solicitaciones asociadas. Estos paradigmas de estudio constructivo proporcionan a proyectistas y estrategas datos esenciales sobre las propiedades fundamentales del arquetipo estructural, permitiendo identificar elementos cruciales, facilitar la gestación del diseño o suministrar directrices relevantes para una configuración más afinada o para la racionalización de insumos y componentes. (Del Castillo, 2021)

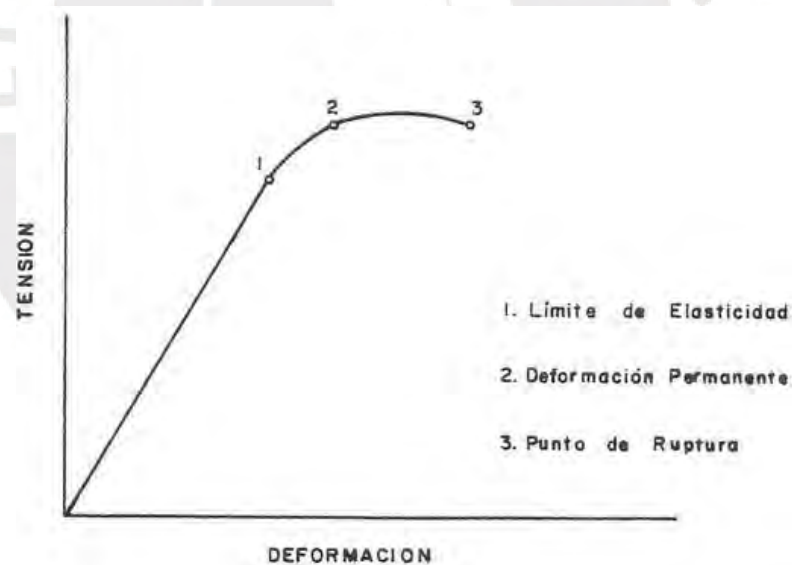
- **Módulo de Elasticidad**

Constituye la proporción entre el empuje inducido y la distensión unitaria, reflejando la inflexibilidad intrínseca del material antes de ser sometido a cargas.

En casos donde la correspondencia entre la tensión impuesta y la elongación resultante es invariable y rectilínea, sin rebasar el umbral proporcional, el comportamiento del material se enmarca dentro del régimen elástico conforme a la formulación de Hooke. El coeficiente de elasticidad del concreto encarna esta rigidez primigenia antes de cualquier aplicación de esfuerzo. La evaluación experimental del módulo elástico estático del hormigón se fundamenta en la imposición de un esfuerzo estático y la reacción unitaria consecuente. El primer segmento del ensayo transcurre dentro del dominio elástico, donde las sollicitaciones y deformaciones oscilan entre el 0% y el 40%–45% de la resistencia a la compresión del conglomerado. La fase subsiguiente exhibe la trayectoria tensional desarrollada por el concreto bajo carga, evidenciando fisuras ubicadas en la zona de transición entre el árido y la pasta cementosa, las cuales emergen cuando se alcanza entre el 45% y el 98% de la resistencia última del material. (Osorio, 2023).

Figura N° 15

Representación del módulo de elasticidad. Fuente: (Osorio, 2023)



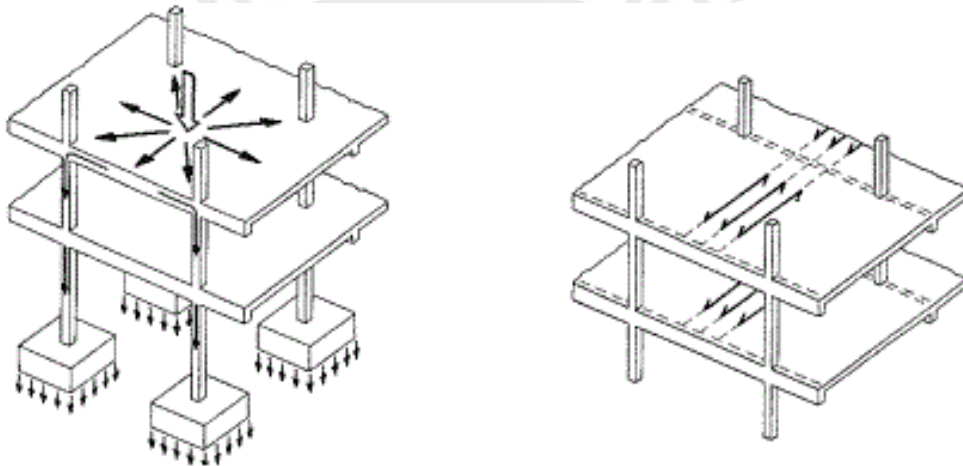
- **Disposición de la Carga Viva**

Las cargas móviles constituyen sollicitaciones efímeras originadas por el desplazamiento de enseres, elementos o individuos. Tales cargas abarcan estancias, tabiques y la circulación humana dentro del recinto edificado. Se representan como presiones uniformemente distribuidas sobre la superficie total de la edificación, con el fin de simplificar su cuantificación. Se sugiere que estas cargas móviles

correspondan a los máximos previstos durante la fase proyectual, contemplando las exigencias de uso habitual de la estructura. Su cálculo se apoya en una fracción variable y otra relativamente constante por el empleo cotidiano. Las especificaciones normativas relativas a cargas móviles buscan reflejar el mayor cúmulo posible de solicitaciones concentradas que pudieran manifestarse en una zona acotada a lo largo del ciclo de vida de la edificación. Elementos como materiales de obra, cimbras, grúas y demás dispositivos mecánicos deben ser tratados como cargas móviles en contextos de ejecución o durante la fase constructiva. El estudio de cargas móviles sobre cubiertas ha de contemplar la presencia de operarios y el aprovisionamiento de insumos. (Oviedo, 2023)

Figura N° 16

Representación de cargas vivas y muertas. Tomada de (Arqhys, 2012)



2.11.4. Guía para el diseño y construcción de refuerzo externo de láminas de FRP para concreto armado (ACI-440.2R-17)

El refuerzo FRP adherido a la cara en tensión de un elemento de concreto a flexión con las fibras orientadas a lo largo de la longitud del elemento proporcionará un incremento en la capacidad a flexión. Se han documentado incrementos globales en la capacidad a flexión entre el 10 y el 160% (Meier, 1991)).

2.11.4.1. Diseño de refuerzo por flexión

Al escrutar la capacidad resistente teórica de un componente portante, resulta crucial ponderar las eventuales modalidades de colapso, junto con las

tensiones internas y distorsiones inherentes a cada constituyente material. La configuración de concreto conglomerado adicionado con refuerzo FRP fue concebida conforme a las directrices consignadas en el compendio normativo ACI 318 y el manual técnico ACI 440.2R. Capacidad nominal: la metodología proyectual fundamentada en la resistencia prescribe que la aptitud estructural ante flexión de un segmento constructivo debe sobrepasar el momento exigido, según lo estipulado en la Fórmula 1, que se exhibe enseguida:

$$\phi Mn \geq Mu \quad \text{Ecuación 1}$$

Factores de reducción: Conforme a lo estipulado en la ACI 318, ha de incorporarse un coeficiente atenuador de la resistencia flectora, determinado mediante la Fórmula 2.8, en la cual ϵ_s denota la elongación efectiva de tracción en el acero. La aplicabilidad de esta expresión queda circunscrita a escenarios donde la capacidad de cedencia del acero no supere los 550 MPa.

$$\Phi = \begin{cases} 0.90, & \text{para } \epsilon_s \geq 0.005 \\ 0.65 + \frac{0.25 \cdot (\epsilon_t - \epsilon_{sy})}{0.005 - \epsilon_{sy}}, & \text{para } \epsilon_y < \epsilon_s < 0.005 \\ 0.65 & \epsilon_s \leq \epsilon_y \end{cases} \quad \text{Ecuación 2}$$

Igualmente, se incorpora un coeficiente mitigador suplementario en la contribución flectora del FRP, simbolizado como Ψ , con el propósito de robustecer la certidumbre en las estimaciones resistentes. Dicho parámetro se fundamenta en la consistencia estadística de las propiedades flexionales, calibradas empíricamente a través de ensayos experimentales. Deformación terminal del compuesto FRP: la concepción estructural debe orientarse hacia una modalidad de colapso regulada por la separación interlaminar del FRP. Para tal fin, la distorsión admisible en el refuerzo de FRP ha de restringirse al umbral deformacional correspondiente al inicio de la delaminación, denotado como ϵ_f .

$$\epsilon_{fd} = 0.41 \cdot \sqrt{\frac{f'_c}{n_f \cdot E_f \cdot t_f}} \quad (SI) \leq 0.9 \cdot \epsilon_{fu} \quad \text{Ecuación 3}$$

Deformación del sustrato existente: La cara estructural destinada a recibir el refuerzo con FRP experimentará distorsiones salvo que se supriman por completo las solicitaciones actuantes sobre el componente, incluyendo tanto su masa gravitatoria como cualquier carga inducida por preesfuerzo, previo a la incorporación del FRP. Por consiguiente, la elongación del sustrato durante la colocación, representada por ϵ_{bb} , debe ser contemplada en la fase de diseño y en la estimación de la resistencia última de la sección intervenida. Para cuantificar dicho nivel deformacional, resulta adecuado llevar a cabo un estudio elástico con fisuración del elemento existente, considerando en tal evaluación las cargas funcionales activas al momento de adherir el FRP.

$$\epsilon_{bi} = \frac{M_{DL} \cdot (h - kd)}{I_{CR} \cdot E_C} \quad \text{Ecuación 4}$$

Propiedades de diseño de los materiales: Exceptuando indicación explícita por parte del productor, las características del material, como la resistencia última ante esfuerzos de tracción, usualmente no contemplan los efectos derivados de la exposición prolongada a entornos ambientales, y deben interpretarse como parámetros iniciales. Las magnitudes materiales empleadas en las fórmulas de diseño han de ser moduladas conforme al régimen de exposición atmosférica y la naturaleza específica de la fibra utilizada.

La Ilustración 17 expone el coeficiente de atenuación ambiental CE, cuya magnitud está condicionada por el tipo de filamento y el ambiente de exposición; este coeficiente resulta imprescindible para definir las propiedades tensiles que deben integrarse en las expresiones proyectuales.

Figura N° 17

Factor de decremento para diversos sistemas FRP y medios de exposición. (ACI 440.2R, 2017)

Exposure conditions	Fiber type	Environmental reduction factor C_E
Interior exposure	Carbon	0.95
	Glass	0.75
	Aramid	0.85
Exterior exposure (bridges, piers, and unenclosed parking garages)	Carbon	0.85
	Glass	0.65
	Aramid	0.75
Aggressive environment (chemical plants and wastewater treatment plants)	Carbon	0.85
	Glass	0.50
	Aramid	0.70

Este coeficiente resulta imprescindible para establecer las propiedades tensiles que deben ser incorporadas en las fórmulas de diseño, conforme se ilustra en las expresiones 5, 6 y 7.

$$f_{fu} = C_E \cdot f_{fu}^* \quad \text{Ecuación 5}$$

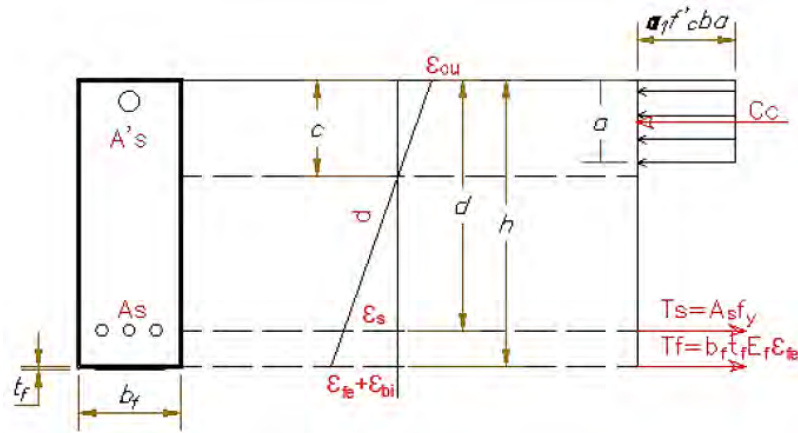
$$\varepsilon_{fu} = C_E \cdot \varepsilon_{fu}^* \quad \text{Ecuación 6}$$

$$E_f = C_E \cdot E_f^* \quad \text{Ecuación 7}$$

Resistencia de secciones rectangulares en estado último: Resistencia de secciones prismáticas rectangulares en su límite último: El procedimiento de estimación resistente debe respetar tanto la coherencia deformacional como el balance estático de cargas. El método, expuesto a continuación, detalla un esquema iterativo que inicia con la conjetura de una profundidad preliminar del eje neutro, denotada como c_{cc} . Con dicho valor inicial, se determinan las distorsiones específicas de cada componente material mediante la compatibilidad de deformaciones; posteriormente, se computan las tensiones inducidas en cada constituyente y se corrobora la armonía interna de las acciones. Si las resultantes no se hallan en equilibrio, se reajusta el valor de c_{cc} y se reinicia el ciclo de cálculo.

Figura N° 18

Diagrama de deformaciones y fuerzas en una viga de CA reforzada con CFRP (Gutierrez Ramos, 2022)



Una vez establecido el valor de c , la distorsión efectiva en el entramado CFRP se evalúa incorporando las deformaciones preexistentes del conjunto y postulando un colapso gobernado por el aplastamiento del concreto, conforme se expresa en la Ecuación 8.

$$\varepsilon_{fe} = \varepsilon_{cu} \cdot \frac{d_f - c}{c} - \varepsilon_{bi} \leq \varepsilon_{fd} \quad \text{Ecuación 8}$$

Debe computarse la deformación del concreto por medio de la Ecuación 9, con el objetivo de discernir cuál de los materiales rige el mecanismo de falla. Si el valor de ε_c resulta inferior, el FRP será el agente predominante en el colapso; en caso contrario, el concreto será el determinante principal.

$$\varepsilon_c = (\varepsilon_{fe} + \varepsilon_{bi}) \cdot \frac{c}{d_f - c} \quad \text{Ecuación 9}$$

La elongación en el refuerzo metálico preexistente se obtiene a través de la Ecuación 10.

$$\varepsilon_s = (\varepsilon_{fe} + \varepsilon_{bi}) \cdot \frac{d - c}{d_f - c} \quad \text{Ecuación 10}$$

Los esfuerzos correspondientes a cada material se deducen a partir de las deformaciones estimadas, conforme a las Ecuaciones 11 y 12.

$$f_{fe} = E_f \cdot \varepsilon_{fe} \quad \text{Ecuación 11}$$

$$f_s = E_s \cdot \varepsilon_s \leq f_y \quad \text{Ecuación 12}$$

Una vez determinadas las tensiones en los sistemas de refuerzo, tanto en FRP como en acero, y asumiendo una determinada profundidad del eje neutro, se debe comprobar el equilibrio de las fuerzas internas utilizando la Ecuación 13. Este procedimiento ha de repetirse iterativamente hasta lograr un balance de fuerzas

$$C = T_s + T_f \quad \text{aceptable.}$$

$$\alpha_1 \cdot f'_c \cdot a \cdot b = A_s \cdot f_s + A_f \cdot f_{fe} \quad \text{Ecuación 13}$$

Adoptando una configuración rectangular para la distribución de compresiones en el concreto, según los lineamientos prescritos por la ACI 318, el canto efectivo de la franja comprimida puede establecerse con la siguiente expresión:

$$a = \beta_1 \cdot c \quad \text{Ecuación 14}$$

Los parámetros α_1 y β_1 utilizados en las Ecuaciones 9 y 10 representan parámetros que modelan el bloque idealizado de esfuerzos rectangulares en el concreto, equivalente a la verdadera distribución no lineal. Estos coeficientes se definen según el esquema de compresión propuesto por Whitney, conforme a las Ecuaciones 15 y 16.

$$\alpha_1 = \frac{3 \cdot \varepsilon_c \cdot \varepsilon_0 - \varepsilon_c^2}{3 \cdot \beta_1 \cdot \varepsilon_0^2} \quad \text{Ecuación 15}$$

$$\beta_1 = \frac{4 \cdot \varepsilon_0 - \varepsilon_c}{6 \cdot \varepsilon_0 - 2 \cdot \varepsilon_c} \quad \text{Ecuación 16}$$

A continuación, se procede al cómputo de la capacidad flectora de diseño empleando la Ecuación 17, en la cual se incorpora el coeficiente reductor

$$M_n = A_s \cdot f_s \cdot \left(d - \frac{\beta_1 \cdot c}{2} \right) + \Psi_f \cdot A_f \cdot f_{fe} \cdot \left(d_f - \frac{\beta_1 \cdot c}{2} \right) \quad \text{particular del}$$

sistemaFRP, $\psi_f = 0.85$.

Ecuación 17

Posteriormente, a través de análisis elásticos en régimen fisurado de la sección de concreto armado reforzada externamente, se verifica el grado de solicitaciones en estado de servicio que experimentan los distintos materiales, utilizando las Ecuaciones 18,

$$19 \quad y \quad k = \sqrt{\left(\rho_s \frac{E_s}{E_c} + \rho_f \frac{E_f}{E_c}\right)^2 + 2\left(\rho_s \frac{E_s}{E_c} + \rho_f \frac{E_f}{E_c} \frac{d_f}{d}\right) - \left(\rho_s \frac{E_s}{E_c} + \rho_f \frac{E_f}{E_c}\right)} \quad 20..$$

Ecuación 18

$$f_{s,s} = \frac{[M_s + \varepsilon_{bi} A_f E_f \left(d_f - \frac{kd}{3}\right)](d - kd) E_s}{A_s E_s \left(d - \frac{kd}{3}\right) (d - kd) + A_f E_f \left(d_f - \frac{kd}{3}\right) (d_f - kd)} \quad \text{Ecuación 19}$$

$$f_{f,s} = f_{s,s} \left(\frac{E_f}{E_s}\right) \left(\frac{d_f - kd}{d - kd}\right) - \varepsilon_{bi} E_f \quad \text{Ecuación 20}$$

2.11.4.2. Requerimientos de construcción

El refuerzo externo de FRP se puede tratar de la misma manera que el refuerzo interno, considerando que el FRP estará sujeto a tensión normal solo en su dirección principal y, en caso de falla, su deformación efectiva en esa dirección será menor que su resistencia posterior a la deformación por tracción, es decir después del grado de separación del FRP cuando el cortante del hormigón armado excede la capacidad, es decir, la forma en que se sujeta (Sika, 2015)

2.11.4.3. Ductilidad

El uso de refuerzo con FRP para aumentar la resistencia a flexión puede disminuir la ductilidad del elemento estructural original. No obstante, en algunos casos, esta reducción es mínima. En aquellas secciones donde la disminución de ductilidad sea significativa, es necesario tomar medidas correctivas.

Es fundamental verificar la tensión en el acero en el estado límite final para garantizar una ductilidad adecuada. En elementos de concreto armado con refuerzo de acero no pretensado, se considera que la ductilidad es suficiente si la tensión en el acero, en el momento del aplastamiento del concreto o la falla del FRP (incluyendo delaminación o desprendimiento), alcanza al menos un valor de 0.005.

CAPITULO III: METODOLOGIA

En la presente sección se expone el proceder metodológico adoptado para auscultar la aptitud antisísmica de edificaciones, tanto en su estado original como intervenidas mediante refuerzo con CFRP. A tal fin, los entes analizados consisten en representaciones modeladas de tres estructuras arquitectónicas, correspondientes a tipologías estructurales divergentes: pórticos, sistemas combinados y muros portantes, con alturas respectivas de tres, cinco y siete plantas.

3.1.Descripción de las Edificaciones de Estudio

Tal como se ha indicado con anterioridad, la pesquisa aborda tres inmuebles de carácter multifamiliar, dotados de configuraciones estructurales del tipo aporticado, mixto (dual) y basado en muros resistentes, emplazados en la región sísmica Z4 del territorio peruano. Las edificaciones exhiben una morfología equilibrada, carente de disonancias geométricas significativas, lo cual garantiza la pertinencia de los resultados obtenidos a partir del Estudio Estático No Lineal (AENL) y el Análisis No Lineal Cronohistórico (ATHNL).

Seguidamente, se detalla la morfología de cada edificación junto a un compendio de su elevación y superficie de planta tipo, lo cual se sistematiza en la Tabla 1.

a) Edificio Aporticado

El primer ejemplar analizado corresponde a una vivienda unifamiliar de tres niveles, edificada sobre un terreno clasificado como S2 dentro de la zona sísmica Z4. Esta presenta

una asimetría de planta generada por entrantes angulares, valorada con un índice I_p de 0.90. Las representaciones gráficas consignadas en las Figuras 17 y 18 exhiben una visualización tridimensional del modelo estructural y el trazado de un nivel típico, elaborados mediante la plataforma Etabs.

Figura N° 19
Modelo Vista 3D

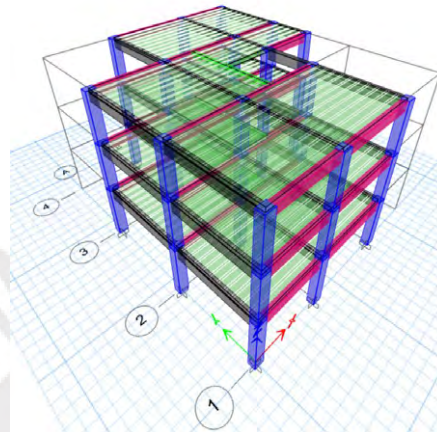
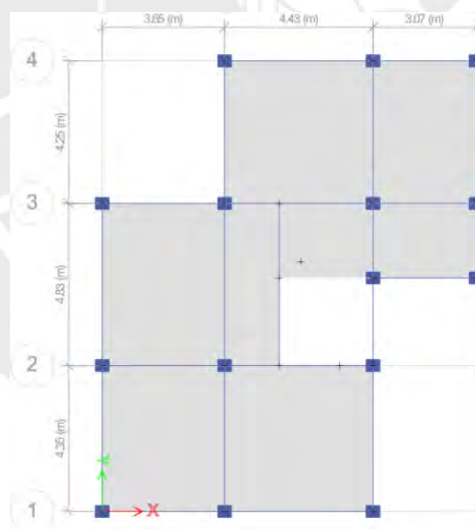


Figura N° 20
Modelo vista en planta piso típico



b) Edificio Dual

La segunda configuración estructural se refiere a una edificación plurifamiliar de cinco niveles, con esquema resistente de tipo Dual, emplazada en Lima (Z4). Esta construcción se erige sobre un terreno caracterizado por un estrato S2 y evidencia una asimetría en planta atribuible a fenómenos torsionales, manifestando un índice $I_p=0.75$. Las láminas

19 y 20 exhiben una representación tridimensional del arquetipo y la disposición arquitectónica de un nivel prototípico, elaboradas en Etabs.

Figura N° 21

Modelo vista en 3D

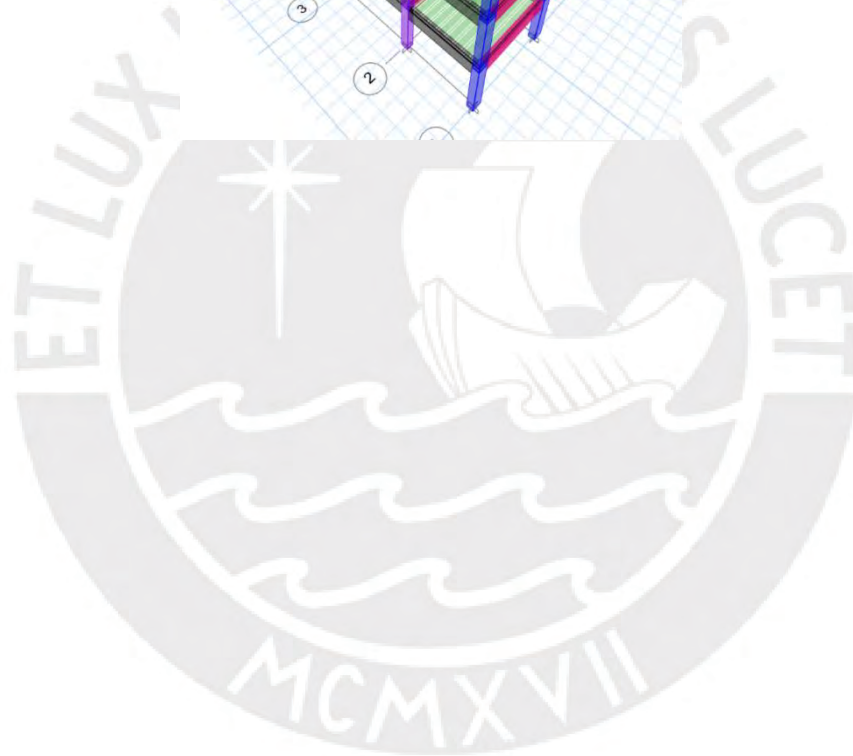
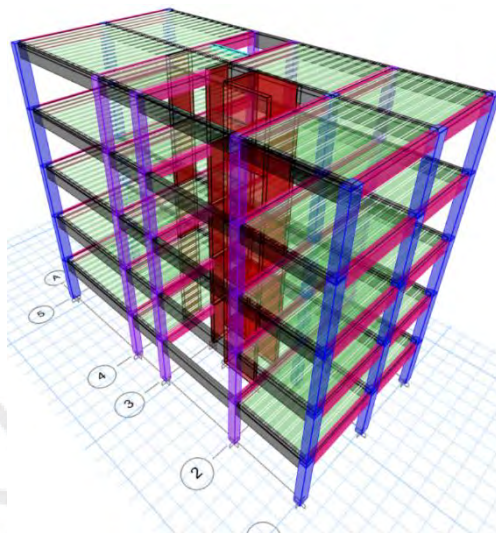
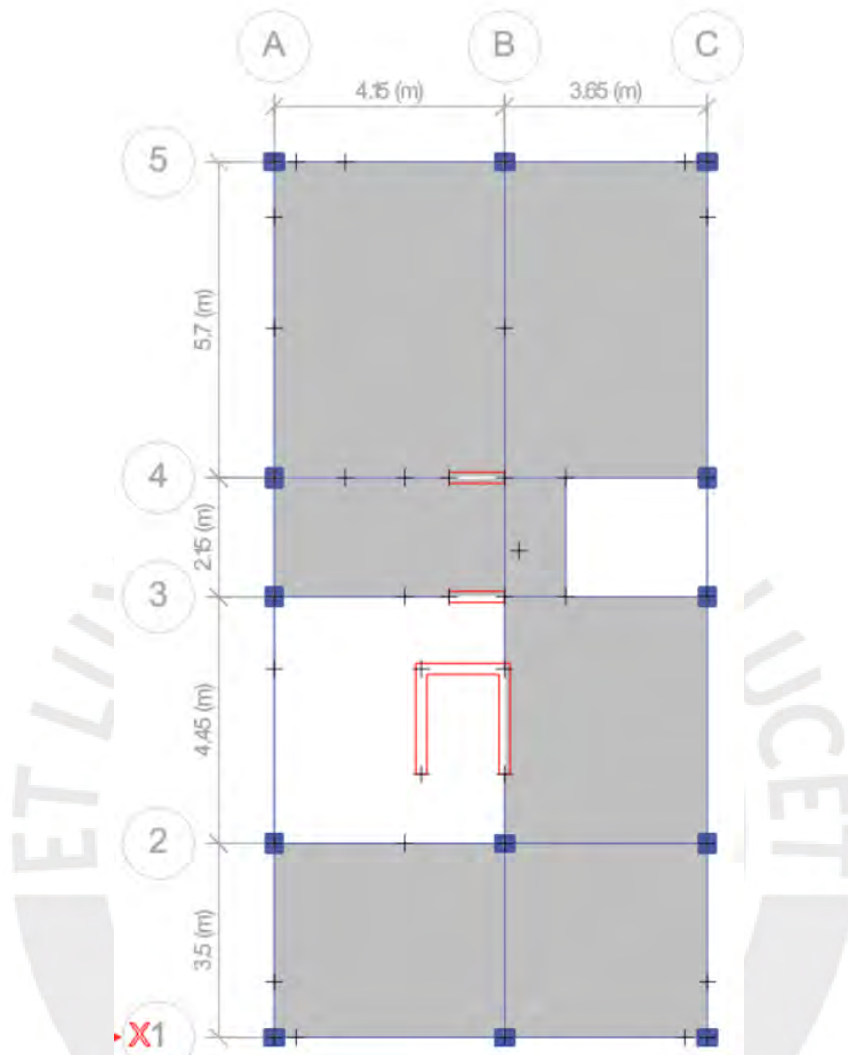


Figura N° 22
Modelo vista en planta piso típico



c) Edificio de Muros estructurales

La tercera maqueta estructural alude a una construcción habitacional de siete plantas, sustentada predominantemente por paramentos portantes, situada en Lima (Z4). Dicha edificación se asienta sobre un terreno clasificado con estratigrafía S2 y revela una distorsión torsional, cuantificada mediante un índice $I_p=0.75$. Las ilustraciones 21 y 22 plasman una proyección tridimensional del modelo y la configuración habitual de un nivel, ambas generadas en Etabs.

Figura N° 23
Modelo Vista en 3D

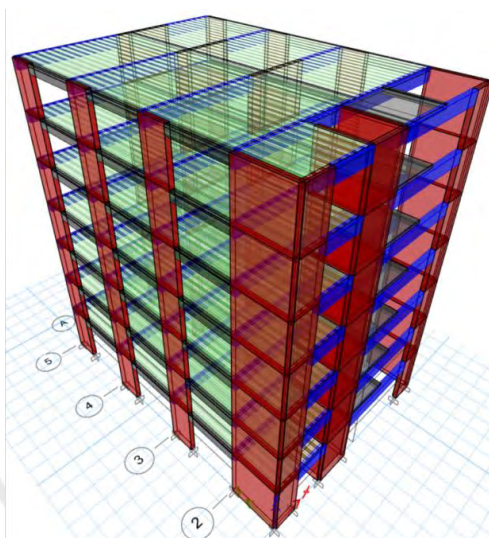


Figura N° 24
Modelo vista en planta piso típico

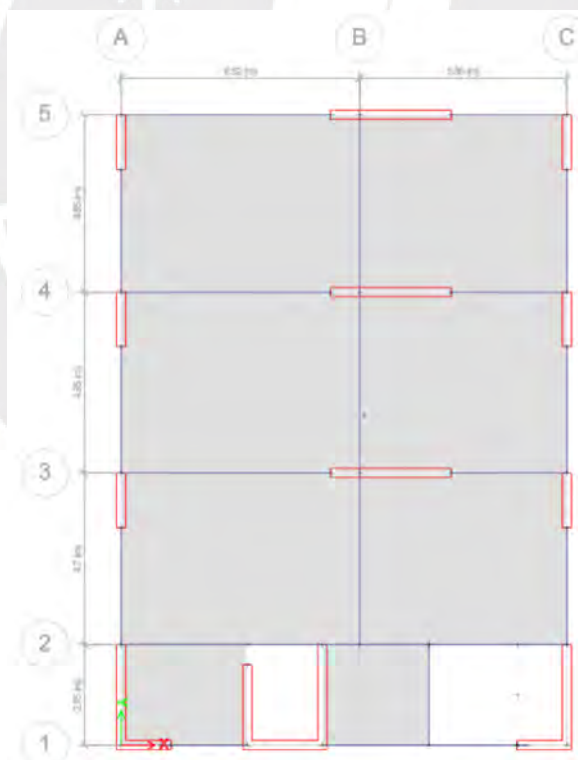


Tabla 1*Descripción de Edificaciones de estudio*

Número de pisos	Altura de primer nivel (m)	Altura de entrepiso (m)	Área de piso Típico (m ²)	Zona	Tipo de suelo
3	2.8	2.6	110.37	Z ₄	S ₂
5	2.8	2.8	123.24	Z ₄	S ₂
7	3.1	2.8	210.11	Z ₄	S ₂

3.2. Diagramas de esfuerzo – deformación de los materiales

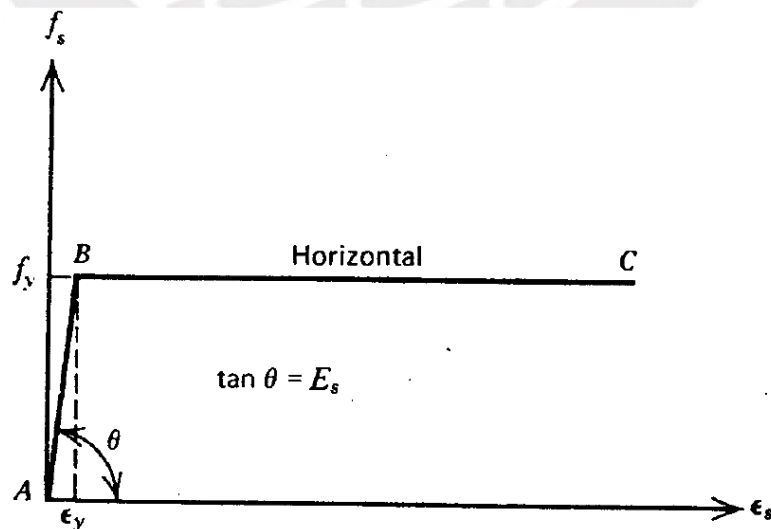
Antes de iniciar la representación de las rótulas plásticas, resulta indispensable caracterizar la respuesta inelástica tanto del hormigón como del acero. A continuación, se especifican los gráficos tensión-deformación correspondientes al acero ASTM A615 grado 60 y al concreto.

a) Esquema de comportamiento del acero grado 60

La lámina 23 ilustra el trazado tensión-deformación del acero, el cual se asumirá con respuesta elastoplástica.

Figura N° 25

Aproximación elástica perfectamente plástica de la curva de esfuerzo (Park & Paulay, 1988)

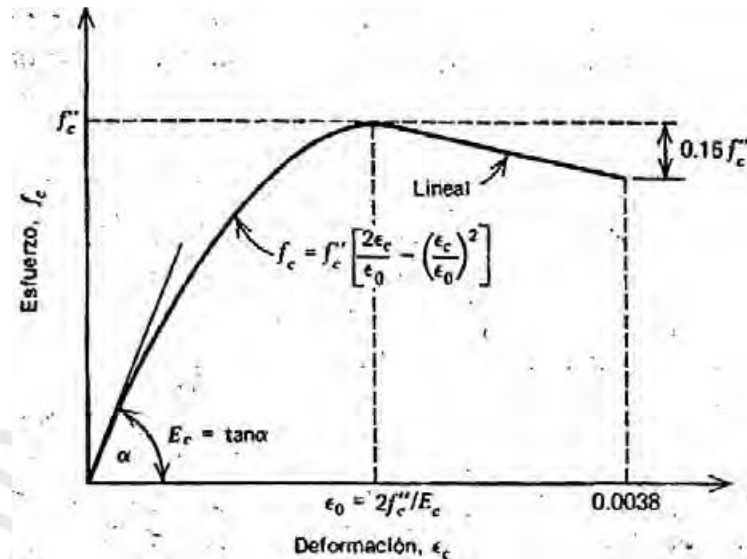


a) Modelo de comportamiento del concreto

La Figura 24 se muestra el modelo idealizado de Hognestad para el bloque de compresiones del concreto. Dicho modelo será usado para el diseño de los elementos de las estructuras.

Figura N° 26

Curva idealizada de esfuerzo-deformación para el concreto en compresión

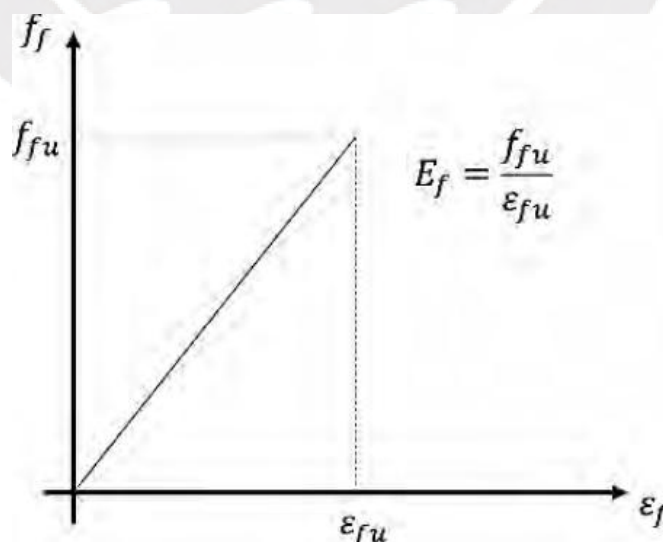


b) Modelo de comportamiento del CFRP

La lámina 25 exhibe el gráfico tensión-deformación del CFRP, donde se aprecia que su conducta bajo sollicitación axial positiva es de naturaleza lineal. El comportamiento frente a cargas compresivas será omitido en el análisis.

Figura N° 27

Diagrama de esfuerzo-deformación de CFRP en tracción (Guía ACI 440.08)



3.3. Normas y Documentos de Referencia

Se han considerado diversas normas y documentos de referencia. Estos proporcionan las bases normativas necesarias para el análisis, diseño y verificación estructural de los elementos evaluados, asegurando la coherencia con los lineamientos establecidos a nivel nacional. A continuación, se detallan las principales normas utilizadas durante la elaboración del trabajo.

3.3.1. Normas Nacionales

Las normas técnicas peruanas constituyen el marco regulador obligatorio para el diseño estructural dentro del territorio nacional. Estas normas, emitidas por el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), establecen los requisitos mínimos que deben cumplir las estructuras. En el presente estudio, se ha hecho uso de las siguientes normas nacionales:

- E.030 Diseño Sismorresistente.
- E.020 Cargas.
- E.050 Suelos y Cimentaciones.
- E.060 Concreto Armado.

3.4. Características de los Materiales

Para el desarrollo del análisis estructural y modelamiento correspondiente, es fundamental definir con precisión las propiedades mecánicas de los materiales empleados. En este numeral se presentan las características principales del concreto y del acero de refuerzo utilizados en el presente estudio.

3.4.1. Concreto

El concreto utilizado en el análisis presenta una resistencia a la compresión de $f'_c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, valor comúnmente empleado en edificaciones de concreto armado en el contexto nacional. El módulo de elasticidad asociado a esta resistencia, calculado según la norma E.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones, corresponde a $E = 217\,370.65 \text{ kgf/cm}^2$.

- $F'_c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, resistencia a la compresión.

- $E = 217\,370.65 \text{ kgf/cm}^2$, módulo de elasticidad.

3.4.2. Acero de Refuerzo

Este, considerado para el diseño presenta un esfuerzo de fluencia o cedencia de $F_y = 4\,200 \text{ kgf/cm}^2$, lo cual corresponde al acero grado 60, comúnmente utilizado en la construcción nacional. Asimismo, el módulo de elasticidad adoptado para este material es de $E_s = 2\,000\,000 \text{ kgf/cm}^2$

- $F_y = 4\,200 \text{ kgf/cm}^2$, esfuerzo de cedencia.
- $E_s = 2\,000\,000 \text{ kgf/cm}^2$, módulo de elasticidad.

3.5. Cargas de Diseño

3.5.1. Carga Muerta

Es la gravitación atribuible a los insumos constructivos, artefactos de servicio, aparejos, particiones y demás componentes sostenidos por el armazón estructural, comprendiendo su masa intrínseca, cuya presencia sea constante o experimente alteraciones ínfimas a lo largo del tiempo.

Densidad gravitatoria del hormigón: 2400 kgf/m^3 .

Densidad del armazón metálico: 7850 kgf/m^3 .

Masa específica de mampostería maciza: 1800 kgf/m^3 .

Masa específica de mampostería hueca: 1350 kgf/m^3 .

Carga superficial de revestimientos: 100 kgf/m^2 .

Carga de losa alivianada $h=20 \text{ cm}$: 300 kgf/m^2 .

3.5.2. Carga Viva

Corresponde al empuje ejercido por individuos, utensilios, enseres, maquinaria y demás objetos trasladables sostenidos por la infraestructura.

Vivienda: 200 kgf/m^2 .

Techos: 100 kgf/m^2 .

3.5.3. Carga de Sísmica

Se trata de cargas producidas por el efecto de movimiento del suelo debido a las ondas sísmicas: estas demandas han sido reguladas por diferentes factores que dependen del tipo de construcción, uso, condiciones del suelo, etc. Para la determinación de la carga sísmica:

$$S_a = \frac{Z \times U \times C \times S \times g}{R}$$

Donde:

Sa: cuasi-aceleración espectral.

Z: parámetro zonal.

U: coeficiente funcional.

C: modulador de intensificación telúrica.

S: modificador edafológico.

R: índice de atenuación de fuerzas sísmicas.

g: aceleración gravitatoria terrestre.

3.5.3.1. Parámetros Sísmicos

3.5.3.2. Zonificación (Z)

En la presente indagación, las estructuras se emplazan en la jurisdicción del Cercado de Lima, perteneciente tanto a la provincia homónima como a la circunscripción regional de igual denominación, enclavada en el dominio sísmico número cuatro, al cual se le asigna un coeficiente zonal de agitación $Z=0.45$ s.

3.5.3.3. Parámetros Del Suelo

A los fines de aplicar la normativa E-0.30 concerniente al diseño estructural con resistencia sísmica, se asume que la estratigrafía del subsuelo presenta un comportamiento de naturaleza media (S2), conforme al peritaje geotécnico. Los parámetros espectrales T_p y T_L , vinculados con esta clase de terreno, se sitúan en

0.60 s y 2.00 s, respectivamente. Asimismo, el coeficiente de intensificación geodinámica del suelo se adopta como $S = 1.05$ s.

3.5.3.4. Factor De Amplificación Sísmica (C)

En función de las propiedades particulares del emplazamiento, se estipula el coeficiente de realce sísmico (C) mediante las fórmulas subsiguientes:

T es el período de acuerdo al numeral 28.4, concordado con el numeral 29.1 de la Norma Técnica E.030.

Este parámetro se decodifica como el modulador de intensificación de la agitación estructural en comparación con la oscilación telúrica basal.

3.5.3.5. Categoría De Las Edificaciones (U)

Cada armazón debe ser encuadrada conforme a su finalidad operativa. Dado que el inmueble está destinado al albergue habitacional y/o a funciones administrativas, la normativa lo cataloga como construcción ordinaria, atribuyéndole un coeficiente de significancia estructural $U = 1.00$.

3.5.3.6. Sistemas Estructurales (R)

Las conformaciones estructurales se distinguen según la naturaleza de los materiales implementados y el esquema preponderante de resistencia sísmica en cada orientación espacial. En función de dicha disposición, se selecciona un coeficiente primario de atenuación de solicitaciones sísmicas (R_0).

En caso de que la edificación se encuadre como Anómala, estos coeficientes atenuadores serán ponderados conforme a lo prescrito en el código técnico E-030.

La cuantía de mitigación de las solicitaciones sísmicas se calculará del modo siguiente:

$$R = R_0 \times I_a \times I_p$$

Donde:

I_a : coeficiente de disconformidad vertical (Tabla N° 8 E.030).

I_p : coeficiente de disconformidad horizontal (Tabla N° 9 E.030).

3.6. Modelo computacional en Etabs

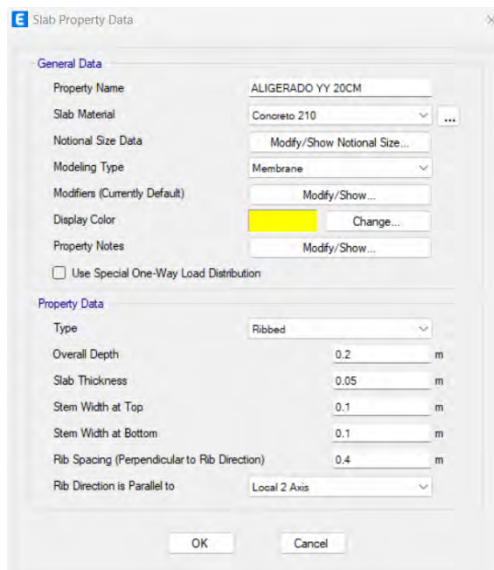
En esta sección se expone minuciosamente la metodología de representación virtual de placas horizontales, vigas portantes, fustes verticales y paramentos resistentes dentro del software Etabs. Considerando que las edificaciones examinadas presentan una configuración con predominancia de muros portantes, se subrayan las diversas estrategias de esquematización de dichos componentes, abarcando representaciones mediante entidades del tipo armadura, envolvente superficial (Shell), entre otras variantes modelísticas.

3.6.1. Modelado de vigas, losas y columnas

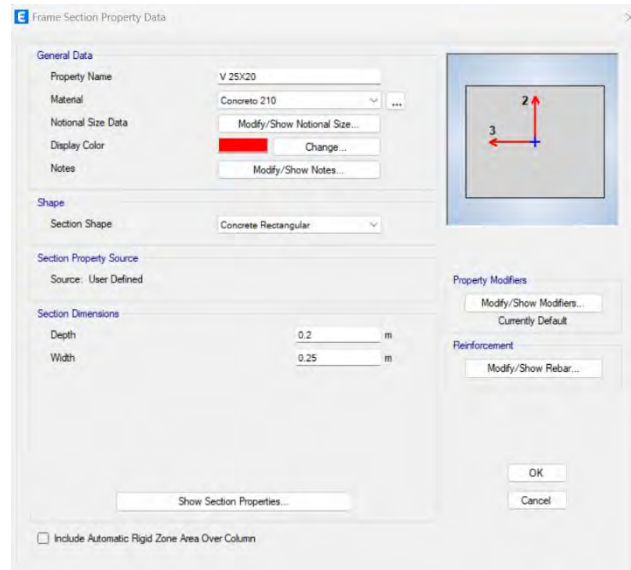
Las losas, tanto alivianadas como macizas, se representan como entidades de naturaleza membránica, incorporando el espesor correspondiente en su configuración. Por su parte, los pilares y las vigas se esquematizan como componentes del tipo entramado (frame). La evaluación de los elementos portantes se realiza asumiendo secciones íntegramente íntegras, dado que las estructuras fueron concebidas conforme a los preceptos normativos NTP E.060 y NTP E.030, los cuales contemplan geometrías sin fisuración. Cabe resaltar que, en otros marcos regulatorios, como el ACI-318 (2019), se emplean secciones con fracturación incorporada, salvo en aquellos elementos representados bajo un enfoque de plasticidad diseminada, lo que podría incidir en la variabilidad de los resultados del estudio estructural. Una vez completada la construcción del modelo, se especifican los brazos de rigidez idealizada en vigas y columnas, y se adjudica un diafragma indeformable a cada nivel intermedio.

Figura N° 28

Asignación de propiedades a elementos estructurales



(a)



(b)

3.7. Diseño de Concreto Armado de los Pórticos

Cada componente portante de hormigón reforzado fue dimensionado según las disposiciones de la codificación E.060. Los esquemas de flexión interna y esfuerzos cortantes se derivarán considerando de forma aislada las solicitaciones gravitatorias variables, las permanentes, y la acción sísmica. Se aplicaron tres amalgamas de cargas conforme a lo estipulado en la normativa E.060..

$$U1 = 1.4CM + 1.7(CV+CVT)$$

$$U2 = 1.25CM + 25(CV+CVT) +- CS$$

$$U3 = 0.9CM +- CS$$

Donde:

CM = carga muerta

CV = carga viva en entrepisos

CVT = carga viva en techo

3.8. Dimensionamiento de fibra de carbono

Se precisara un cambio en el uso de una edificación lo que conllevará a un incremento en la sobrecarga o carga viva que actúa, lo que se traduce en una modificación significativa de las condiciones de carga originales. Este aumento en la carga viva, genera un incremento en el momento flector máximo (ΔMu) que los elementos estructurales deben soportar (vigas). Dado que las vigas fueron diseñadas inicialmente para cargas específicas, este nuevo régimen puede sobrepasar su capacidad estructural, lo que podría comprometer la seguridad de la edificación.

$$A_f = \frac{\Delta M_u}{\phi * f_f * 0.9 * H} \text{ (cm}^2\text{)}$$

Donde:

ϕ = Coeficiente de minoración de la tenacidad

A_f = Superficie del corte ortogonal del filamento

ΔM_u = Variación en la resistencia límite soportada por la viga con y sin CFRP

f_f = Tensión ejercida por el CFRP

H = Altura efectiva del perfil

Subsecuentemente, para estimar la cantidad de estratos en la sección se recurre a la ecuación que se muestra a continuación.

:

$$n_c = \frac{A_f}{b_f * t_r}$$

Donde:

n_c = número de capas de CFRP

b_f = base de la sección (cm)

t_r = Espesor por capa de CFRP (cm)

3.1. Diagramas momento Curvatura

Una vez establecidos los modelos de comportamiento del acero y del concreto, se generan los diagramas de momento curvatura de las vigas y columnas. Como se detalla más adelante en la sección 4, se asignan rótulas plásticas concentradas a las vigas, las cuales necesitan el diagrama momento-curvatura o momento-rotación del elemento. En el caso de las columnas, se aplica un modelo de plasticidad distribuida tipo fibra, que se puede definir directamente en el programa Etabs.

Asimismo, se realizó el cálculo del diagrama de momento-curvatura para cada sección de concreto armado, considerando el refuerzo de CFRP en la zona de momentos positivos y reforzado en la zona de momentos negativos. Las figuras ilustran las secciones correspondientes.

Figura N° 29

Sección de viga sin reforzamiento con CFRP. (Cajaleón León, 2018)

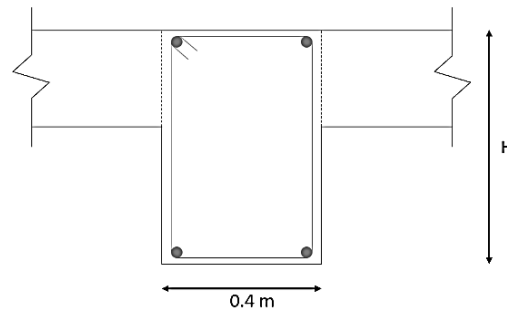


Figura N° 30

Sección de viga con reforzamiento de CFRP en los momentos positivos. (Cajaleón León, 2018)

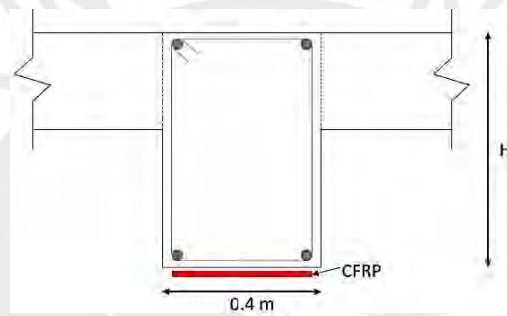
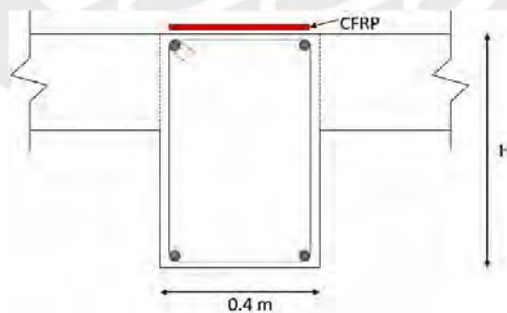


Figura N° 31

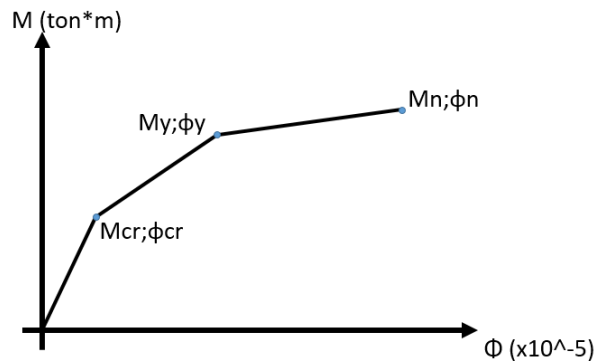
Sección de viga con reforzamiento de CFRP en los momentos negativos. (Cajaleón León, 2018)



Los puntos a resaltar en la curva son los de agrietamiento M_{cr} , fluencia M_y y rotura M_n . Dichos puntos obtenidos y sus curvaturas son $(M_n; \varphi_n) / (M_y; \varphi_y) / (M_{cr}; \varphi_{cr})$.

Figura N° 32

Diagrama de momento-curvatura



Para identificar las rótulas plásticas, es imprescindible transformar la gráfica de momento-curvatura en una gráfica de momento-giro, lo cual se realiza utilizando la longitud de la rótula plástica.

3.2. Modelado de rótulas plásticas

3.2.1. Rótulas plásticas en columnas, muros y vigas

Las rótulas plásticas se configuran en el programa Etabs a través del menú assign > sección properties > frame/wall nonlinear hinges. Las rótulas para vigas son del tipo concentrada M3, lo que significa que solo se aplica un momento en la sección. En esta rótula se pueden observar tres puntos que representan el momento de fluencia, el momento máximo y una degradación del 80% de la capacidad de la viga.

Por otra parte, la inelasticidad de las columnas se caracteriza por un modelo de plasticidad distribuida (fiber-PM2-PM3), como se ilustra en la Figura 31. Esto se debe a que este tipo de modelo ofrece resultados que se aproximan más a los valores experimentales, mientras que el modelo concentrado tiende a reportar momentos más altos (Terrenzi, Spacone y Camata, 2020).

El mecanismo de rótulas en las vigas consiste en asignar las rótulas plásticas a una distancia de 5%, 50% y 95% con respecto a la cara de la columna, cada una de ellas con el diagrama de momento-curvatura que le corresponde. El mecanismo de fibras en las columnas y muros consiste en asignar las rótulas plásticas tipo fibra a una distancia del 5%, 50% y 95% con respecto al piso, cada una de ellas con el diagrama de momento-curvatura que le corresponde.

Figura N° 33

Modelado de rotulas en vigas

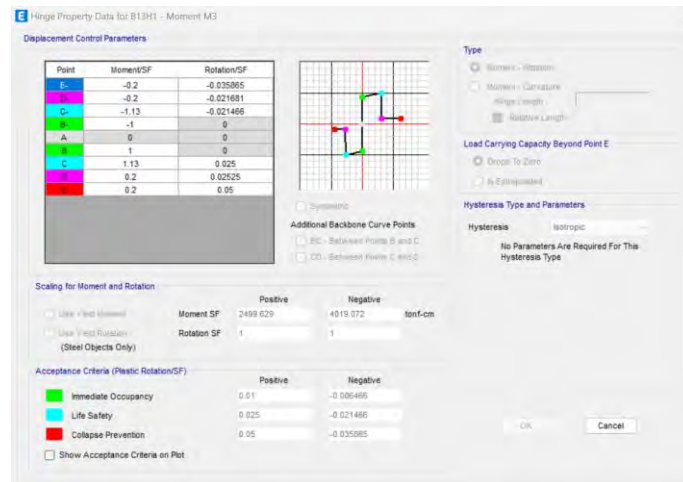
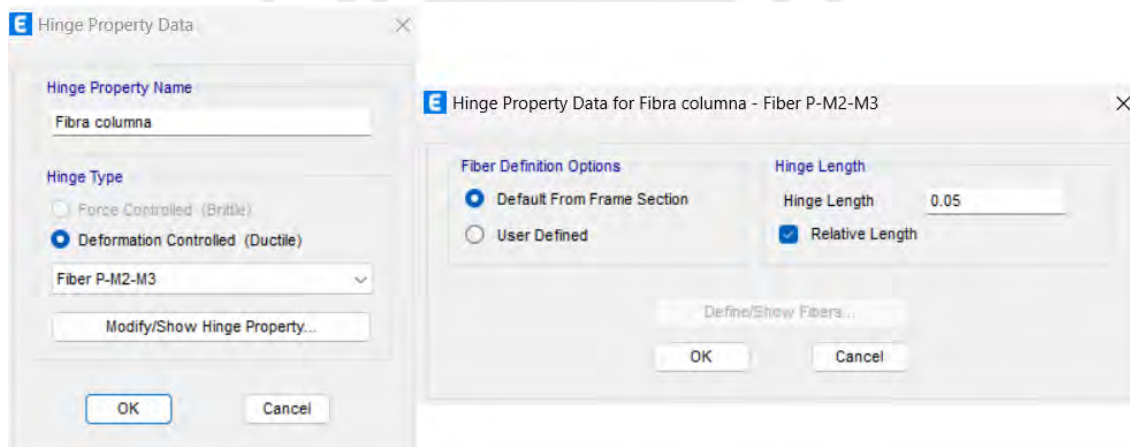


Figura N° 34
Modelado de rótulas fibras en una columna



3.2.2. Longitud de rótulas plásticas en vigas y columnas

De acuerdo con el National Institute of Standards and Technology (2017), para los modelos de fibra que requieren la definición de una longitud de rótula plástica, se puede estimar utilizando diversas ecuaciones y recomendaciones disponibles. Una regla general sencilla es considerar una longitud de articulación plástica $L_p=0.5h$, donde h representa la profundidad de la sección, lo cual resulta razonablemente preciso para marcos resistentes al momento con dimensiones estándar. También se han presentado otras fórmulas más específicas (por ejemplo, Priestley y Park, 1987; Berry y Eberhard, 2008) que se basan en el análisis de bases de datos de ensayos de columnas de concreto armado. Estas expresiones son funciones de múltiples parámetros, que incluyen la longitud de la barra l , el diámetro de la barra d_b , la resistencia a la fluencia del acero f_y y la resistencia

del concreto f_c . Una de las expresiones propuestas por Berry y Eberhard (2008) es la siguiente:

$$l_p = 0.05 \cdot l + 0.008 \cdot d_b \cdot \frac{f_y}{\sqrt{f_c}}$$

3.3. Análisis Estático No lineal

El Análisis Estático No Lineal, conocido como "Pushover", es una técnica ampliamente utilizada en ingeniería para evaluar la resistencia y seguridad de las estructuras ante un sismo. Las directrices para aplicar el análisis "Pushover" en este caso de estudio están establecidas en la norma ASCE 41-13. A continuación, se detalla el procedimiento de su aplicación:

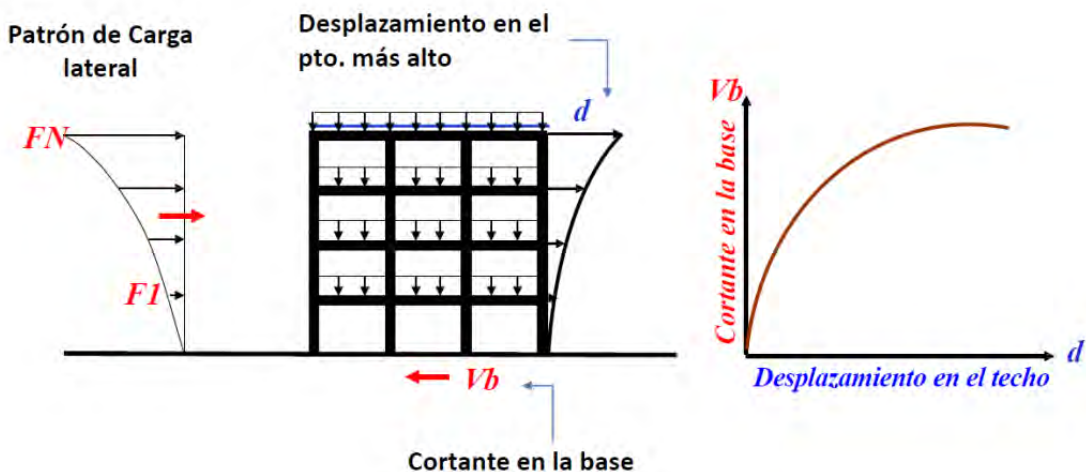
- Se crea un modelo estructural en el software ETABS.
- En el software, se asignan las propiedades de los materiales teniendo en cuenta sus comportamientos no lineales. Para el acero, se utiliza el modelo de Park y Paulay (1975), que incluye el endurecimiento del acero, y para el concreto se emplea el modelo de Mander et al. (1988), ambos integrados en el software.
- Se definen las características de las secciones de los elementos estructurales, así como la disposición del acero longitudinal y transversal.
- Se modela la estructura y se asignan las cargas gravitacionales a los diferentes elementos. Se selecciona un nodo de control y se asigna un desplazamiento final que alcance al menos el 150% del desplazamiento objetivo.
- Luego, se determinan las ubicaciones de las rótulas plásticas, que actúan como mecanismos disipadores de energía, situadas a un 10% de la longitud de las vigas y columnas en ambos extremos.
- Finalmente, se ejecuta el análisis, obteniendo la curva de capacidad para evaluar el desempeño de la estructura.

Los resultados del ANLE facilitan la determinación del nivel de desempeño basado en la curva de capacidad para cada una de las direcciones analizadas.

Figura N° 35

Secuencia para la obtención de la curva de capacidad en el análisis pushover.

(Torrealva, 2016)

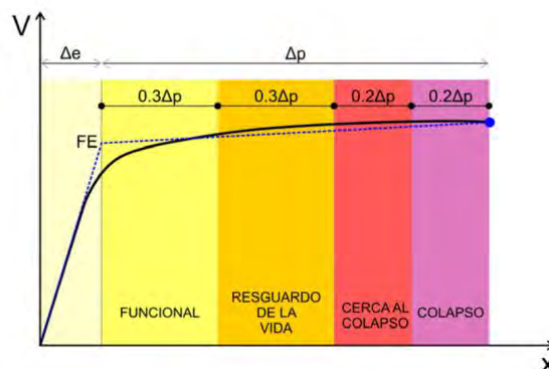


3.3.1. Determinación del nivel de desempeño acorde a SEAOC VISION 2000

El nivel de desempeño se establece de acuerdo con el SEAOC VISION 2000, que clasifica el desplazamiento plástico en cuatro niveles: funcional, resguardo de vida, cercano al colapso y colapso, basándose en las divisiones de $0.3\Delta_p$, $0.3\Delta_p$, $0.2\Delta_p$ y $0.2\Delta_p$ del desplazamiento plástico (SEAOC, 1995).

Figura N° 36

Sectorización de la curva de capacidad propuesta por el SEAOC (Muñoz, 2009)



El punto de desempeño se sitúa a lo largo de la curva dividida, y en función del sector en el que se localice, se establece el nivel de desempeño correspondiente a la estructura.

3.4. Análisis Tiempo historia no lineal

En el análisis no lineal de tiempo-historia, la demanda sísmica se expresa mediante registros sísmicos reales o simulados, lo que provoca una gran variabilidad en los resultados. Este análisis debe realizarse teniendo en cuenta el comportamiento histórico de la estructura y mediante la integración directa de las ecuaciones de equilibrio dinámico.

3.4.1. Escalamiento y selección de registros sísmicos

Se emplearon 7 pares de registros sísmicos, respectivamente, para los análisis no lineales de historia no lineal (ATHNL). Los registros sísmicos utilizados en el análisis de la respuesta estructural para las edificaciones de estudio se presentan en la Tabla 47 de la presente investigación.

Cada registro se ajustó al espectro de diseño de la norma E.030 para un suelo intermedio (S2), con el objetivo de que el análisis tiempo historia no lineal sea compatible con el análisis estático no lineal (PUSHOVER).

Asimismo, previamente para cada uno de los registros se procedió a convertirlos a unidades de g dividiendo cada una de sus aceleraciones por 981. Luego, se procesaron utilizando el software Seismosignal con el propósito de corregir los registros en la línea base y eliminar el ruido y posteriormente a ello se utilizó el software Seismomatch para escalar los registros. El proceso de ajuste y cálculo del factor de escala (SF) se llevó a cabo teniendo en cuenta la variación de la demanda sísmica en relación con cada registro espectralmente compatible.

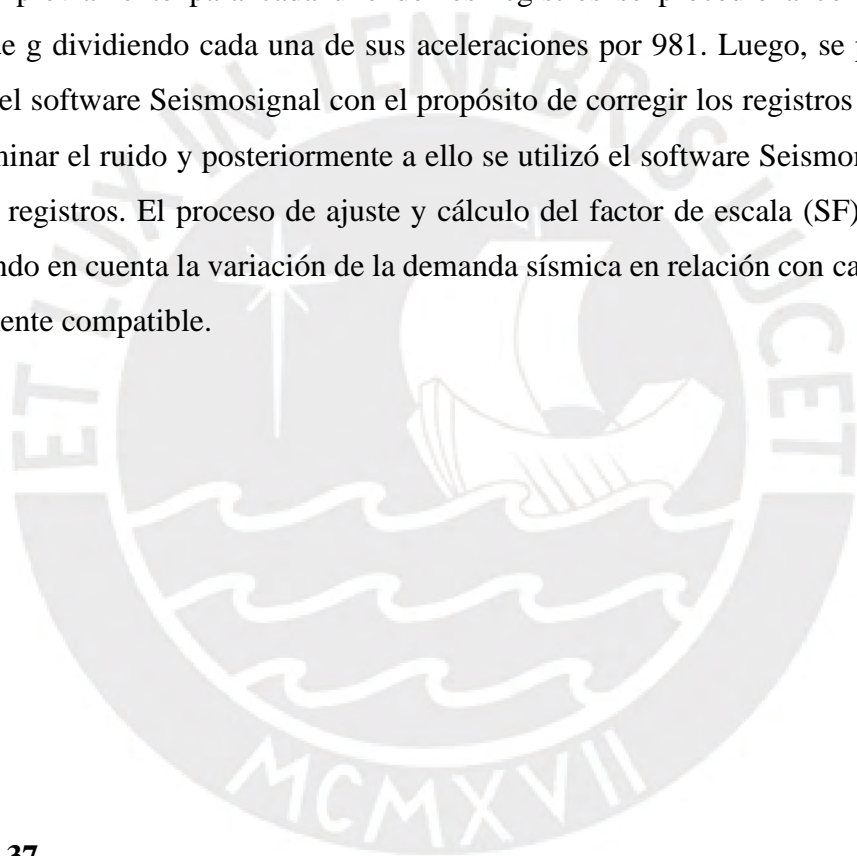


Figura N° 37

Corrección de Registros Sísmicos por línea base - Seismosignal

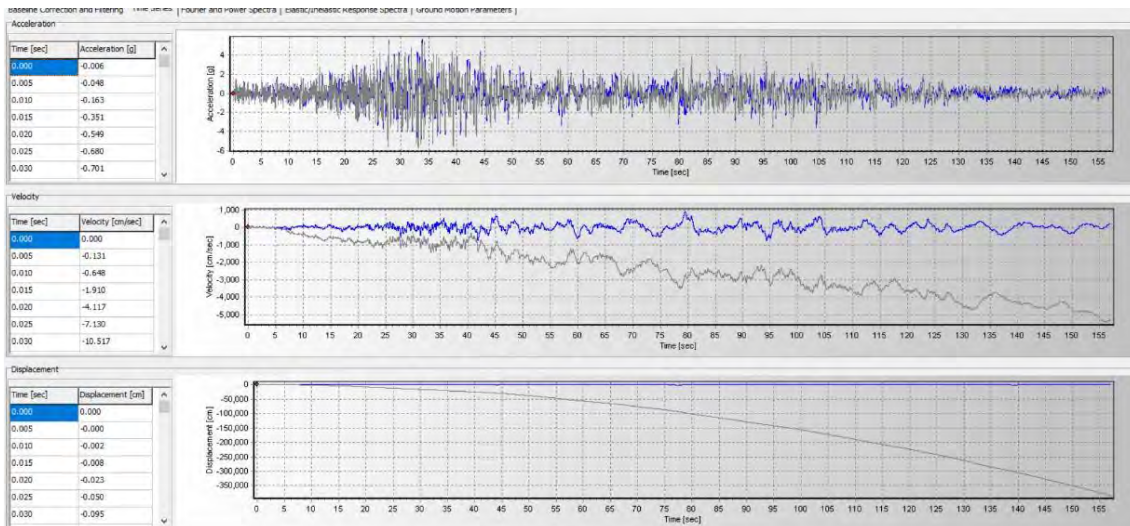
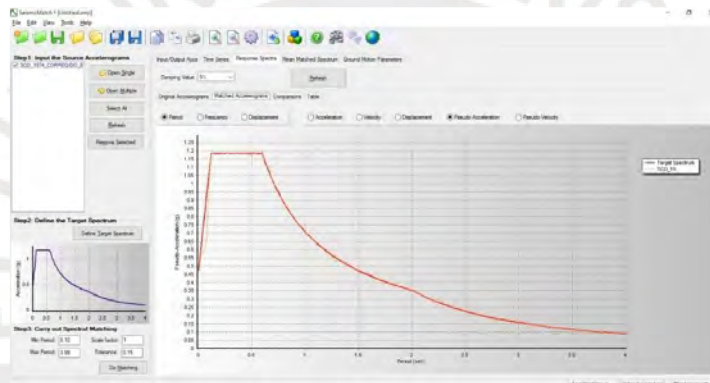


Figura N° 38
Escalamiento de registros sísmicos - Seismomatch



3.4.2. Cálculo de la respuesta estructural

Las respuestas inelásticas se obtuvieron mediante el método de integración directa, donde se integran completamente las ecuaciones de equilibrio dinámico a medida que la estructura soporta cargas dinámicas. Este método utiliza un amortiguamiento proporcional a la masa y a la rigidez, y la precisión de las respuestas depende de que los pasos temporales sean lo suficientemente pequeños para caracterizar adecuadamente el comportamiento dinámico. Además, se empleó el algoritmo de Newmark, un método de viable en el programa ETABS, para realizar la integración numérica en el análisis (Wilson, 2002). Las respuestas de interés se presentaron en forma de gráficos que muestran la historia de aceleraciones, derivas, y fuerzas cortantes a nivel local y global, asimismo, se presentan gráficos de los valores máximos obtenidos para aceleración, derivas y fuerzas cortantes

Se realizará un análisis sismorresistente y determinación del desempeño sísmico de las estructuras propuestas (ubicado en la Ciudad de Lima) con y sin reforzamiento de CFRP, para lo cual se realizará la idealización de las estructuras, con el Software ETABS se realizará el diseño de los elementos estructurales y la implementación rótulas plásticas a los elementos estructurales para obtener una respuesta de desempeño de las estructuras y realizar las comparativas.



CAPITULO IV: VALIDACIÓN DE COMPORTAMIENTO INELÁSTICO

La calibración de modelos numéricos a través de ensayos estáticos y dinámicos es esencial en el análisis por desempeño. Estas pruebas se realizan para comprender el comportamiento sísmico real de los componentes estructurales, verificando su ductilidad, resistencia y rigidez, con el objetivo de validar los parámetros usados en los modelos no lineales.

La confiabilidad se determina mediante el proceso de calibración, que implica un enfoque iterativo para alcanzar la mayor correspondencia posible entre los resultados de los modelos físicos y los modelos computacionales.

4.1.Muro de Concreto Armado

4.1.1. Modelo físico Experimental

En la ETH Zúrich se realizaron ensayos a 6 muestras de muros de concreto armado, los cuales fueron sometidos a acciones de cargas cíclicas cuasi estáticas, a partir del cual, se realizó la elección del muro para el proceso de calibración, que conforme al artículo de referencia fue denominado como WSH3.

Las especificaciones en referencia a su geometría y las propiedades mecánicas del muro en mención WSH3, establece lo siguiente:

Dimensiones del Muro:

- Espesor: 150mm
- Largo: 2000mm
- Altura: 4560mm

Propiedades mecánicas del Acero utilizado:

- Esfuerzo de fluencia del acero: 576 MPa
- Esfuerzo último del acero: 674.9 MPa

Propiedades mecánicas del Concreto:

- Resistencia característica a la compresión: 45.6 MPa

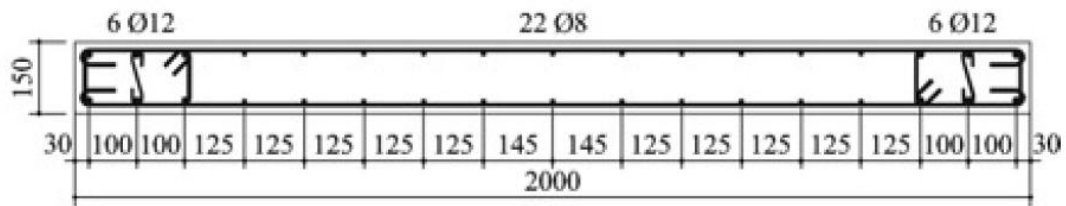
- Módulo de Elasticidad: 36.9 MPa

Asimismo, cabe indicar que el muro de concreto armado se encuentra sometido a una carga axial de 1476 kN (Dazio et al., 2009)

La figura 37 muestra una vista del muro WSH3, que ilustra la distribución de los refuerzos longitudinales y transversales del muro:

Figura N° 39

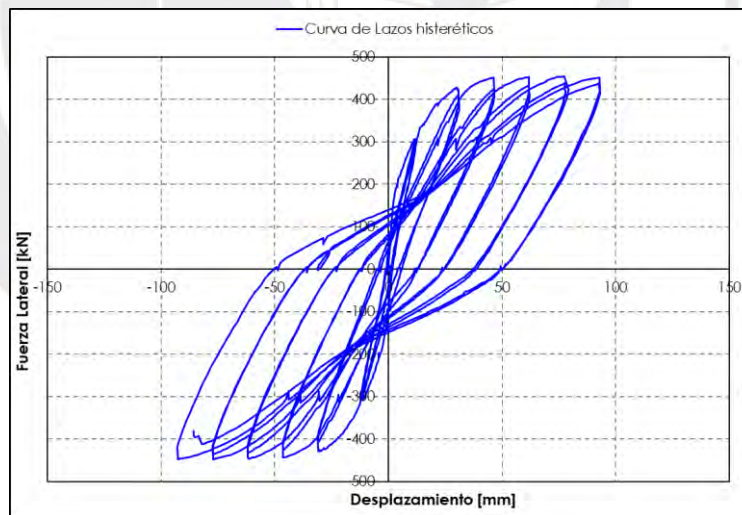
Distribución de acero de refuerzo longitudinal y transversal del muro WSH3. (Dazio et al., 2009)



La figura 38 representa los lazos histeréticos del ensayo realizado al muro definido como WSH3 en la ETH Zúrich.

Figura N° 40

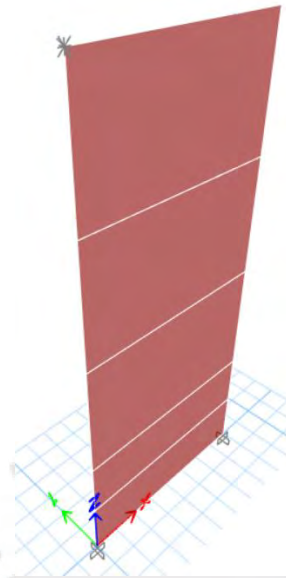
Curva de Histéresis, fuerza lateral vs Desplazamiento del muro WSH3



En la figura N°39 se presenta el modelo generado del muro WSH3 en el software ETABS v.21.2.0, en el cual se adoptaron todas las consideraciones previamente indicadas en referencia a las propiedades mecánicas, tanto del concreto como del acero de refuerzo definidas a partir de los ensayos experimentales de Dazio et al., 2009.

Figura N° 41

Modelo Numérico del Muro WSH3 en software ETABS



Una vez realizado el modelo numérico y culminar con la asignación de propiedades mecánicas del concreto y del acero de refuerzo se definieron las torulas de plasticidad distribuidas o fibras; cabe mencionar que este modelo de plasticidad distribuida divide los elementos estructurales en varios segmentos longitudinales y subdivide la sección transversal de cada segmento en múltiples elementos finitos.

Luego de aplicar un análisis de cedencia sucesiva se determinó la curva de capacidad numérica del muro. En la figura N°40 se puede apreciar la comparativa de la envolvente de lazos histeréticos y las curvas de capacidad positiva y negativa.

En el ensayo experimental monotónico se presenta los valores correspondientes al lazo histerético negativo de -447.35kN para fuerza lateral y -92.89 mm para desplazamiento; mientras que en el análisis estático no lineal se obtuvo -444.18kN para la fuerza lateral y -93.05 mm para desplazamiento.

En la tabla siguiente se puede ver la variación porcentual de los valores máximos obtenidos tanto para la parte experimental y numérica.

Tabla 2

Variación del Ensayo monotónico experimental y numérico en muro WSH3

	Valores numéricos	Valores Experimentados	Variación %
Fuerza (kN)	-444.181	-447.355	0.71%
Desplazamiento (mm)	-93.059	-92.894	0.18%

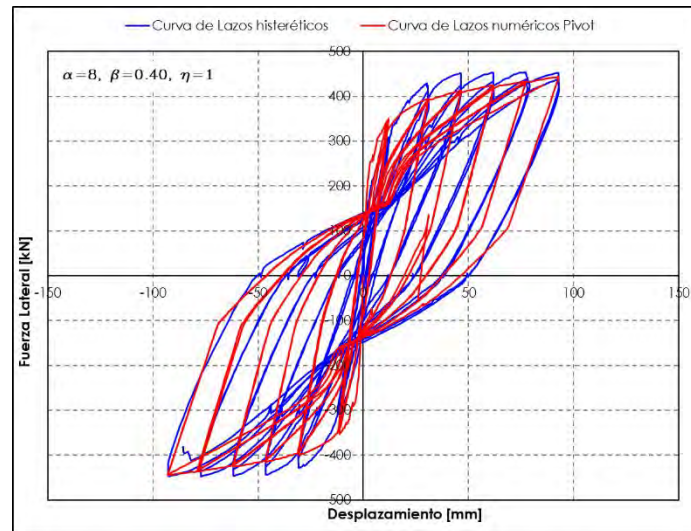
De igual manera, se desarrolló un análisis historia de respuesta no lineal, con el fin de determinar cuál de los modelos histeréticos en la base de datos de ETABS define mejor el comportamiento estructural tras estar sometido bajo una acción cíclica. Entre los modelos de histéresis analizados se encuentra: Concrete, takeda, kinematic, BRB Hardening, Degrading e Isotopic.

Las figuras N°20 presenta el modelo que conllevan una representación más precisa con el resultado experimenta. Se escogió u para el estudio el modelo histerético de Pivot por dotar de un gran sustento teórico. Este modelo presenta 2 parámetros Alpha y betha, que es miden a partir de resultados experimentales, Alpha se encuentra en la intersección de la rigidez inicial de fisuración y la rigidez de descarga suavizada, betha se encuentra luego de una inversión de carga en la intersección de la trayectoria de fuerza – desplazamiento y la rigidez fisurada inicial.

Son & Lee (2021) consideran que el modelo histerético de Pivot es el más apropiado para cada miembro estructural cuando se somete una estructura a un análisis no lineal dinámico.

Figura N° 42

Comparación de resultado experimental y numérico Modelo Histerético de Pivot



4.2. Columna Cuadrada de Concreto armado

4.2.1. Modelo físico Experimental

En la investigación de Takada (1990), se estudia el efecto del refuerzo lateral sobre el comportamiento dúctil de columnas de hormigón armado para lo cual se realizaron ensayos a 6 muestras de columnas de concreto armado, los cuales fueron sometidos a acciones de cargas cíclicas estáticas, a partir del cual, se realizó la elección de la columna para el proceso de calibración, que conforme a la investigación de referencia fue denominado como tipo E.

Las especificaciones en referencia a su geometría y las propiedades mecánicas de la columna en mención tipo E establecen lo siguiente:

Dimensiones de la columna:

- Espesor: 400mm
- Largo: 2000mm
- Altura: 1800mm

Propiedades mecánicas del Acero utilizado:

- Esfuerzo de fluencia del acero: 511 MPa
- Esfuerzo último del acero: 675 MPa

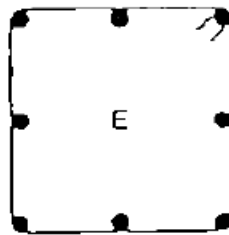
Propiedades mecánicas del Concreto:

- Resistencia característica a la compresión: 25.6 MPa
- Módulo de Elasticidad: 23.78 MPa

La figura 41 muestra una vista de la columna Tipo E, que ilustra la distribución de los refuerzos longitudinales y transversales de la columna:

Figura N° 43

*Distribución de acero de refuerzo longitudinal y transversal de la columna Tipo E.
(Takada et al., 1990)*



Una vez realizado el modelo numérico y culminar con la asignación de propiedades mecánicas del concreto y del acero de refuerzo se definieron las torulas de plasticidad distribuidas o fibras; cabe mencionar que este modelo de plasticidad distribuida divide los elementos estructurales en varios segmentos longitudinales y subdivide la sección transversal de cada segmento en múltiples elementos finitos.

Luego de aplicar un análisis de cedencia sucesiva se determinó la curva de capacidad numérica del muro. En la figura N°42 se puede apreciar la comparativa de la envolvente de lazos histeréticos y las curvas de capacidad positiva y negativa.

En el ensayo experimental monotónico se presenta los valores correspondientes al lazo histerético negativo de 118.07 kN para fuerza lateral y 170.42 mm para desplazamiento; mientras que en el análisis estático no lineal se obtuvo 187.19 kN para la fuerza lateral y 118.07 mm para desplazamiento.

En la tabla siguiente se puede ver la variación porcentual de los valores máximos obtenidos tanto para la parte experimental y numérica.

Tabla 3*Variación del Ensayo monotónico experimental y numérico en columna tipo E*

	Valores numéricos	Valores Experimentados	Variación %
Fuerza (kN)	187.198	118.070	-36.93%
Desplazamiento (mm)	118.070	170.420	-44.34%

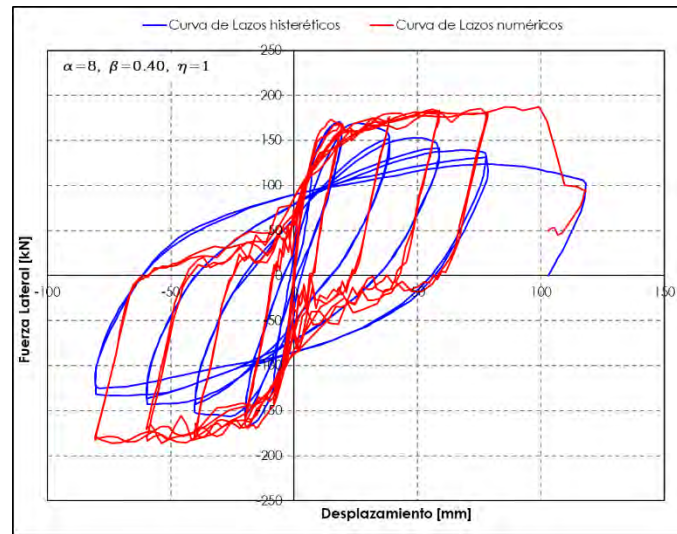
De igual manera, se desarrolló un análisis historia de respuesta no lineal, con el fin de determinar cuál de los modelos histeréticos en la base de datos de SAP2000 define mejor el comportamiento estructural tras estar sometido bajo una acción cíclica. Entre los modelos de histéresis analizados se encuentra: Concrete, takeda, inemeatic, BRB Hardening, Degrading e Isotopic.

Las figuras N°42 presenta el modelo que conllevan una representación más precisa con el resultado experimenta. Se escogió u para el estudio el modelo histerético de Pivot por dotar de un gran sustento teórico. Este modelo presenta 2 parámetros Alpha y betha, que es miden a partir de resultados experimentales, Alpha se encuentra en la intersección de la rigidez inicial de fisuración y la rigidez de descarga suavizada, betha se encuentra luego de una inversión de carga en la intersección de la trayectoria de fuerza – desplazamiento y la rigidez fisurada inicial.

Son & Lee (2021) consideran que el modelo histerético de Pivot es el más apropiado para cada miembro estructural cuando se somete una estructura a un análisis no lineal dinámico.

Figura N° 44

Comparación de resultado experimental y numérico Modelo Histerético de Pivot



CAPITULO V: RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos a partir del estudio desarrollado para cada una de las edificaciones en el presente trabajo de investigación. Los resultados han sido organizados y estructurados en función de las edificaciones evaluadas, considerando su sistema estructural.

5.1.Descripción de la Estructura

La primera edificación analizada corresponde a una estructura existente de tres niveles, conformada por un sistema de pórticos de concreto armado. Esta edificación ha sido diseñada para uso de vivienda y presenta una configuración estructural típica de edificaciones residenciales convencionales de baja altura. La segunda edificación es una estructura de cinco niveles, cuyo sistema resistente es de tipo dual, es decir, combina pórticos con muros estructurales de concreto armado. Al igual que la primera, su uso está destinado a vivienda multifamiliar, aunque por su mayor altura y configuración. Finalmente, la tercera edificación evaluada corresponde a una estructura de siete niveles, cuyo sistema estructural está compuesto principalmente por muros de concreto armado. Al igual que las anteriores, su uso es para vivienda.

Figura N° 45 Vista en planta típico, Edificio Aporticado.

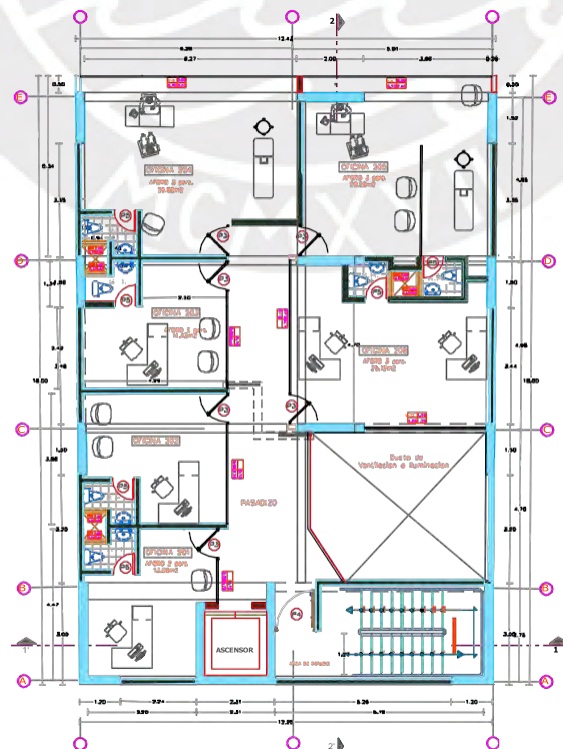


Figura N° 46 Vista en planta típico, Edificio Dual.

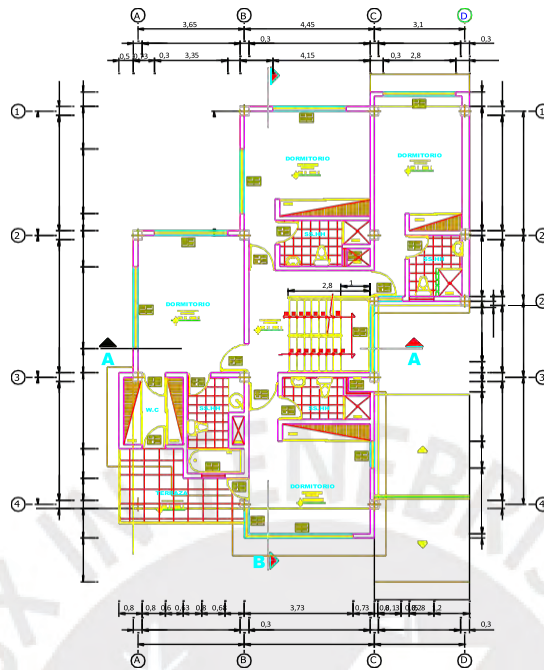
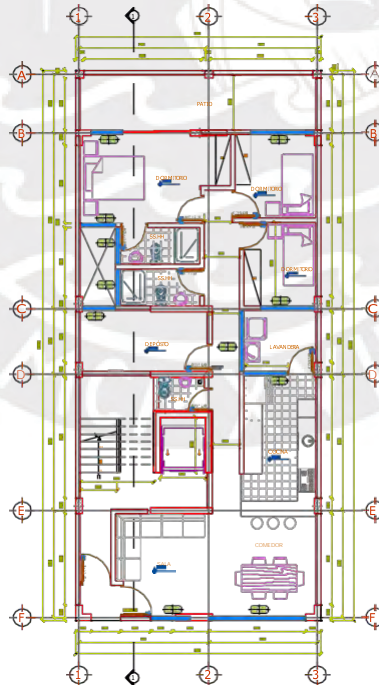


Figura N° 47 Vista en planta típico, Edificio de Muros Estructurales.



5.2. Criterios de Análisis y Diseño Estructural

La estructura se analizó mediante modelos matemáticos tridimensionales empleando el software ETABS 2021.

Los efectos de las acciones sísmicas se analizaron suponiendo un comportamiento elástico lineal de las estructuras y mediante un análisis de superposición modal con seis grados de libertad. La combinación modal en el análisis dinámico, se ha llevado a cabo mediante el método CQC (Combinación Cuadrática Completa). El número de modos de vibración considerado en el análisis fue el adecuado para garantizar un porcentaje de participación de la masa (en las direcciones X, Y), los cuales deben ser mayor al 90% de la masa total.

5.3. Análisis Estructural

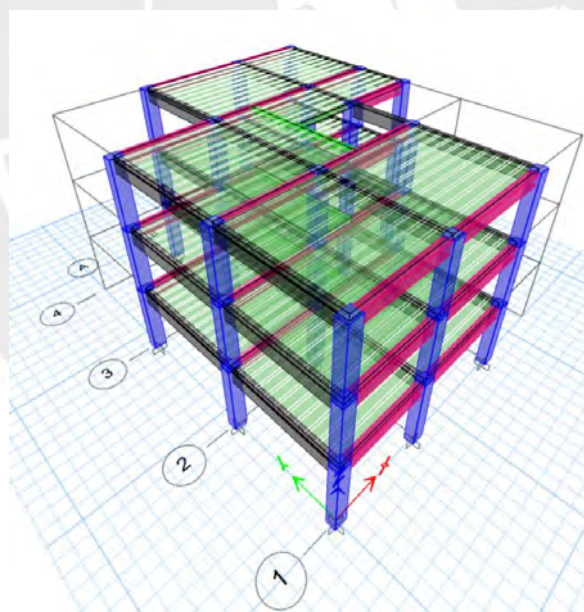
5.3.1. Primera Edificación, Sistema Estructural Pórticos De Concreto Armado

5.3.1.1. Modelo Estructural

El modelo estructural se realizó en el software ETABS, y se muestra a continuación:

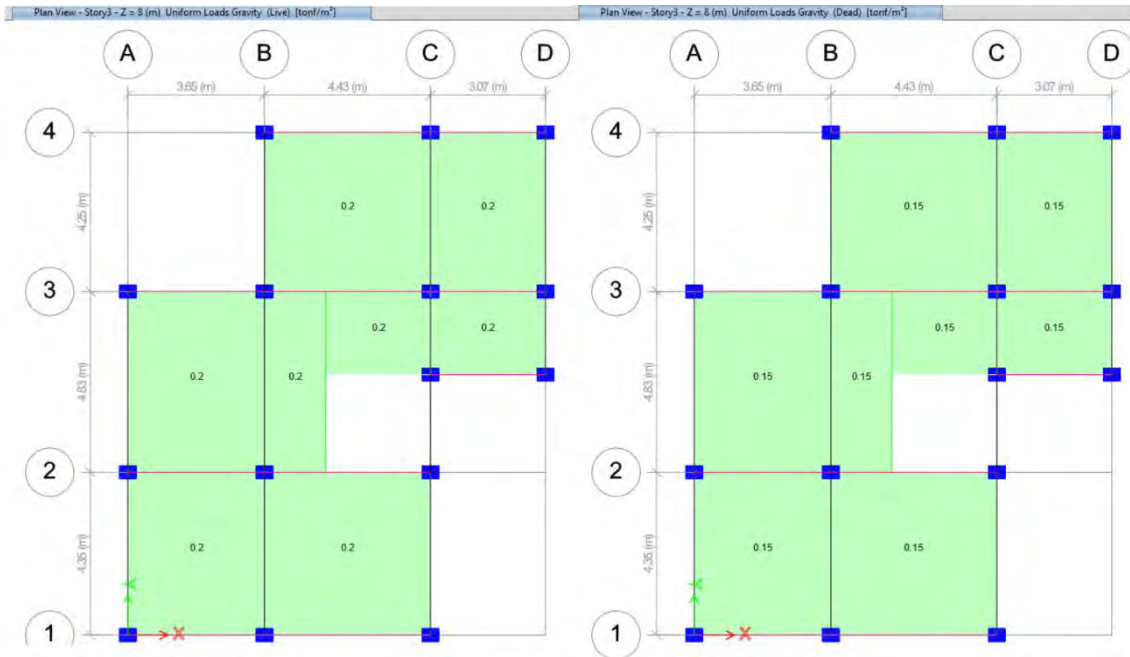
Figura N° 48

Modelo matemático en Etabs de la estructura.



5.3.1.2. Cargas Aplicadas

Figura N° 49 Carga muerta y carga viva.



5.3.1.3. Análisis Modal

Según los lineamientos de la norma de diseño Sismorresistente E.030, y considerando las cargas indicadas anteriormente, se ha hecho el análisis modal de la estructura. Para el cálculo del peso de la estructura se ha considerado los lineamientos especificados en la norma, para una edificación común, tipo C.

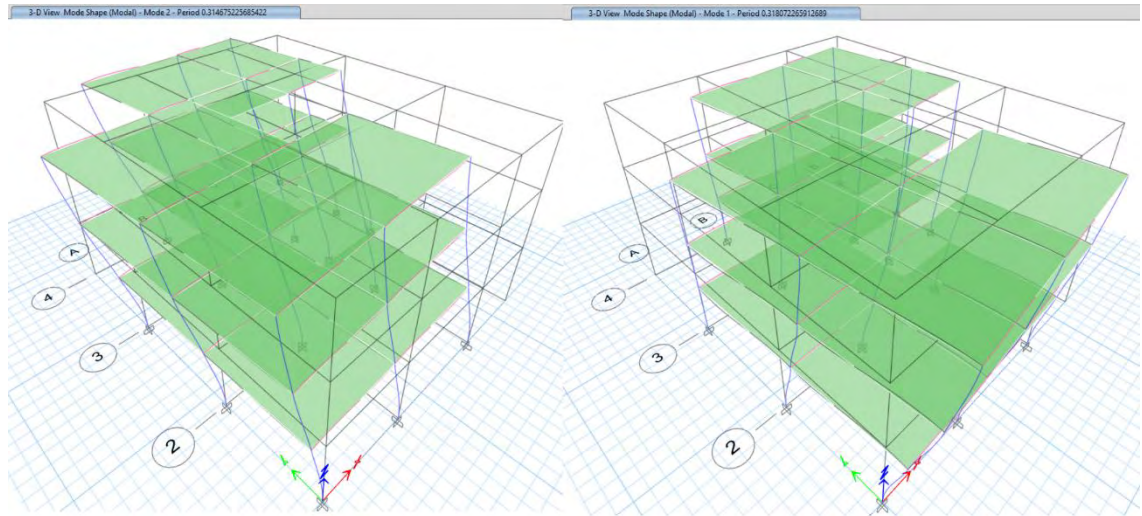
Los períodos fundamentales obtenidos del análisis son:

Tabla 4.

Análisis Modal Edificación Aperturada.

Case	Mode	Period sec	UX	UY	RZ	SumUX	SumUY	SumRZ
Modal	1	0.318	0.152	0.664	0.061	0.152	0.664	0.061
Modal	2	0.315	0.630	0.200	0.029	0.783	0.863	0.090
Modal	3	0.281	0.069	0.020	0.775	0.852	0.883	0.865
Modal	4	0.1	0.000	0.097	0.001	0.852	0.980	0.866
Modal	5	0.093	0.096	0.000	0.021	0.947	0.980	0.887
Modal	6	0.085	0.024	0.000	0.088	0.972	0.981	0.975
Modal	7	0.058	0.000	0.020	0.000	0.972	1.000	0.975
Modal	8	0.05	0.016	0.000	0.011	0.988	1.000	0.985
Modal	9	0.045	0.012	0.000	0.015	1.000	1.000	1.000
Modal	10	0.002	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000	1.000
Modal	11	0.002	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000	1.000
Modal	12	0.002	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000	1.000

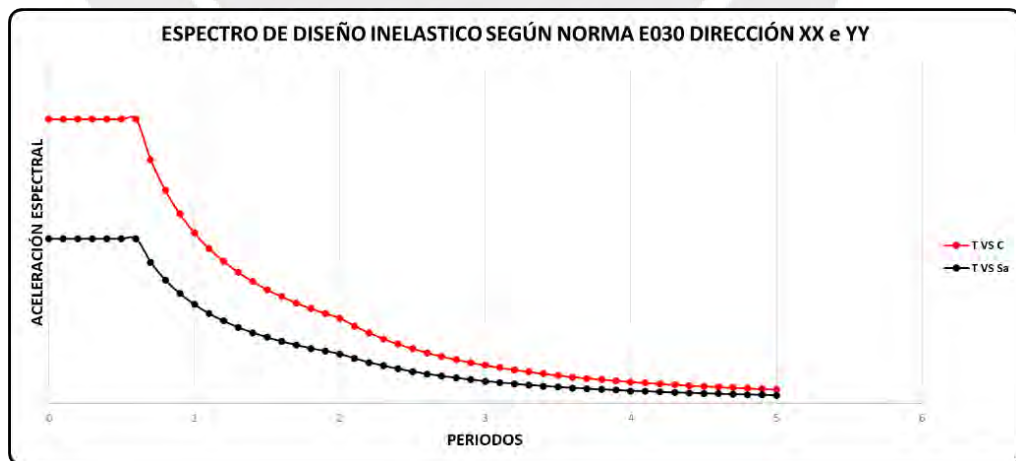
Figura N° 50
Modos de vibración fundamentales.



5.3.1.4. Análisis Espectral

Observando la estructura, podemos decir que el coeficiente de reducción de la fuerza sísmica para el eje “X” es $R_{x-x}=8$ (pórticos de concreto armado) y para el eje “Y” es $R_{y-y}=8$ (pórticos de concreto armado); a continuación, se presentan los espectros de pseudo-aceleraciones, considerando los parámetros sísmicos de la estructura:

Figura N° 51
Espectro de pseudo-aceleraciones para el eje “X” e “Y”.



5.3.1.5. Verificación de Derivas

Al tener un sistema estructural con un material predominante de concreto armado en el eje “X” y en el eje “Y” la distorsión máxima será de 0.007, y teniendo en cuenta que la estructura es Irregular, los desplazamientos relativos se multiplicarán por 0.85R, a continuación, en el siguiente cuadro se presenta los resultados:

Tabla 5.

Verificación de derivas.

Piso	Derivas de entrepiso				Condición	
	Derivas Etabs		Derivas Según E.030		0.007	0.007
	DriftX	DriftY	0.85DriftXR	0.85DriftYR	X	Y
3	0.0001	0.0005	0.0009	0.0032	Ok	Ok
2	0.0002	0.0009	0.0013	0.0052	Ok	Ok
1	0.0002	0.0007	0.0011	0.0046	Ok	Ok

5.3.1.6. Verificación de la Fuerza Cortante Mínima

Para cada una de las direcciones consideradas en el análisis, la fuerza cortante dinámico en el primer entrepiso del edificio no podrá ser menor que el 90% del cortante estático para las estructuras Irregulares.

Tabla 6.

Verificación y cálculo del cortante dinámico.

Dir. Analisis	Fza Cortante Estático Vest. (tn)	80% y/o 90% de la Fza Cortante Estático Vest. (tn)	Cortantes Dinámicas Vdin. (tn)	Factorar en:
Dirección X-X	38.16	34.34	30.28	1.13
Dirección Y-Y	38.16	34.34	32.29	1.06

De la tabla anterior se puede determinar que la fuerza cortante dinámico necesita ser amplificado en ambas direcciones de análisis “X” e “Y”

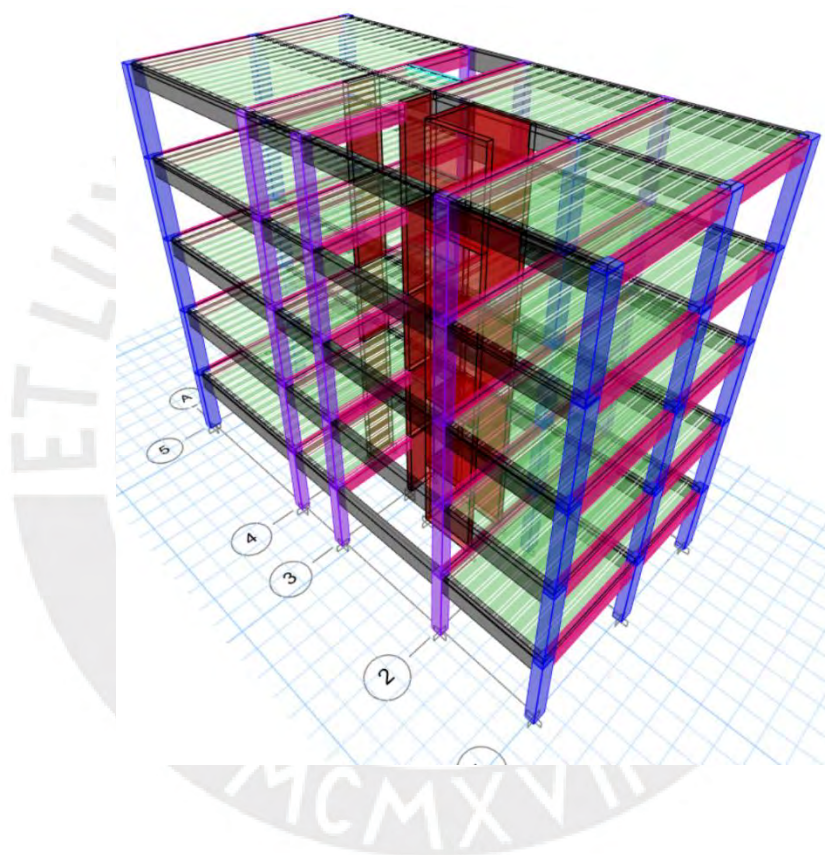
5.3.2. Segunda Edificación, Sistema Estructural dual

5.3.2.1. Modelo Estructural

El modelo estructural se realizó en el software ETABS, y se muestra continuación

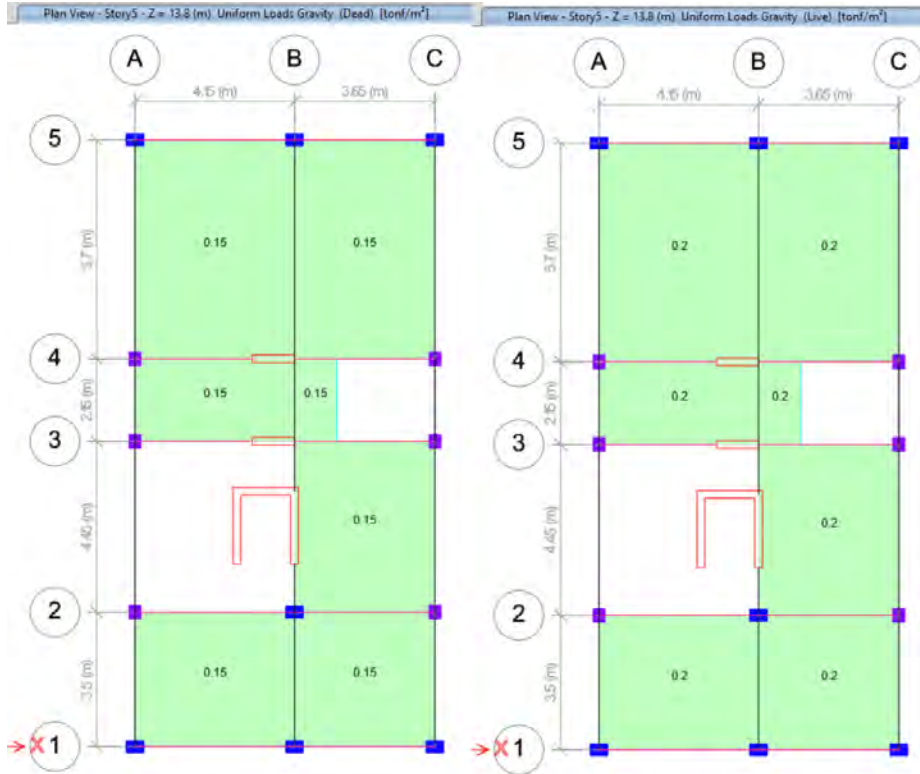
Figura N° 52

Modelo matemático en Etabs de la estructura.



5.3.2.2. Cargas Aplicadas

Figura N° 53
Carga muerta y carga viva.



5.3.2.3. Análisis Modal

Según los lineamientos de la norma de diseño Sismorresistente E.030, y considerando las cargas indicadas anteriormente, se ha hecho el análisis modal de la estructura. Para el cálculo del peso de la estructura se ha considerado los lineamientos especificados en la norma, para una edificación común, tipo C.

Los períodos fundamentales obtenidos del análisis son:

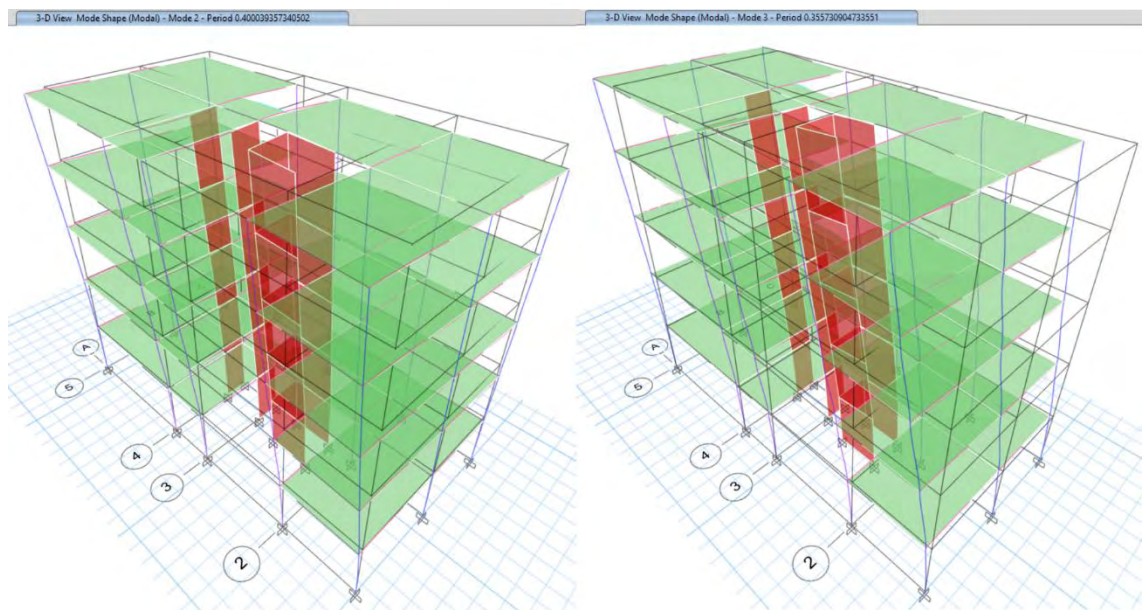
Tabla 7.

Análisis Modal Edificación dual

Case	Mode	Period sec	UX	UY	RZ	SumUX	SumUY	SumRZ
Modal	1	0.543	0.089	0.018	0.706	0.089	0.018	0.706
Modal	2	0.4	0.578	0.104	0.055	0.667	0.122	0.761
Modal	3	0.356	0.072	0.616	0.050	0.738	0.738	0.810
Modal	4	0.171	0.012	0.003	0.094	0.750	0.741	0.904
Modal	5	0.105	0.143	0.011	0.009	0.892	0.752	0.913
Modal	6	0.094	0.011	0.039	0.019	0.904	0.791	0.932
Modal	7	0.094	0.001	0.109	0.027	0.905	0.900	0.958
Modal	8	0.062	0.001	0.001	0.024	0.906	0.901	0.982

Modal	9	0.049	0.052	0.001	0.003	0.958	0.902	0.985
Modal	10	0.047	0.002	0.000	0.010	0.959	0.903	0.995
Modal	11	0.043	0.000	0.060	0.003	0.960	0.962	0.997
Modal	12	0.03	0.027	0.000	0.001	0.986	0.963	0.998
Modal	13	0.026	0.000	0.028	0.001	0.987	0.991	0.999
Modal	14	0.021	0.013	0.000	0.000	1.000	0.992	1.000
Modal	15	0.019	0.001	0.008	0.001	1.000	1.000	1.000
Modal	16	0.002	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000	1.000
Modal	17	0.001	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000	1.000
Modal	18	0.001	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000	1.000

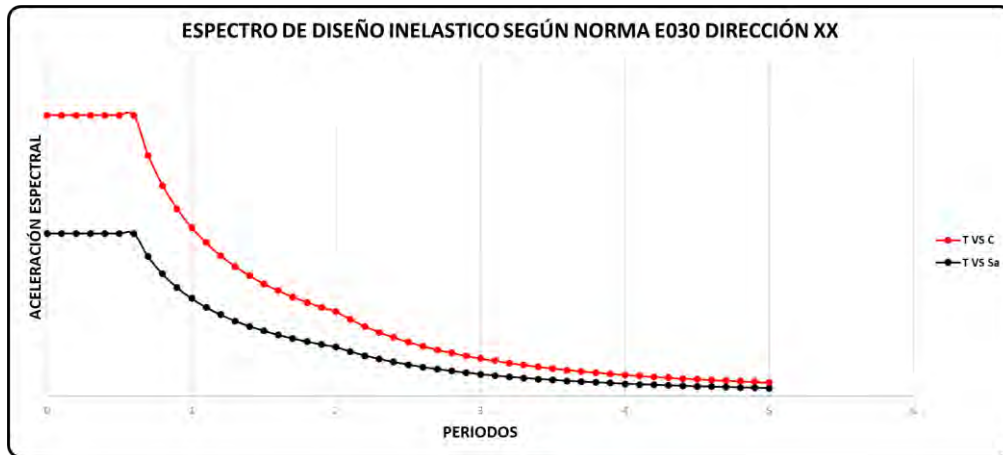
Figura N° 54
Modos de vibración fundamentales.



5.3.2.4. Análisis Espectral

Observando la estructura, podemos decir que el coeficiente de reducción de la fuerza sísmica para el eje “X” es $R_{x-x}=6$ (muros de corte) y para el eje “Y” es $R_{y-y}=6$ (muros de corte); a continuación, se presentan los espectros de pseudo-aceleraciones, considerando los parámetros sísmicos de la estructura:

Figura N° 55
Espectro de pseudo-aceleraciones para el eje “X” e “Y”.



5.3.2.5. Verificación de Derivas

Al tener un sistema estructural con un material predominante de concreto armado en el eje “X” y en el eje “Y” la distorsión máxima será de 0.007, y teniendo en cuenta que la estructura es Irregular en dirección “X” y regular en dirección “Y”, los desplazamientos relativos se multiplicarán por 0.85R y 0.75R respectivamente, a continuación, en el siguiente cuadro se presenta los resultados:

Tabla 8.

Verificación de derivas.

Piso	Derivas de entrepiso				Condición	
	Derivas Etabs		Derivas Según E.030		0.007	0.007
	DriftX	DriftY	0.85DriftXR	0.75DriftYR	X	Y
5	0.0010	0.0006	0.0044	0.0030	Ok	Ok
4	0.0012	0.0007	0.0054	0.0034	Ok	Ok
3	0.0014	0.0007	0.0062	0.0036	Ok	Ok
2	0.0013	0.0006	0.0060	0.0031	Ok	Ok
1	0.0008	0.0003	0.0034	0.0015	Ok	Ok

5.3.2.6. Verificación de la Fuerza Cortante Mínima

Para cada una de las direcciones consideradas en el análisis, la fuerza cortante dinámico en el primer entrepiso del edificio no podrá ser menor que el 80% del cortante estático para las estructuras regulares, ni menor que el 90% del cortante estático para estructura irregulares.

Tabla 9.

Verificación y cálculo del cortante dinámico.

Dir. Análisis	Fza Cortante Estático Vest. (tn)	80% y/o 90% de la Fza Cortante Estático Vest. (tn)	Cortantes Dinámicas Vdin. (tn)	Factorar en:
Dirección X- X	109.97	98.97	69.89	1.415
Dirección Y- Y	82.47	65.98	55.77	1.183

De la tabla anterior podemos decir que la fuerza cortante dinámico necesita ser amplificado en el eje “X” e “Y”.

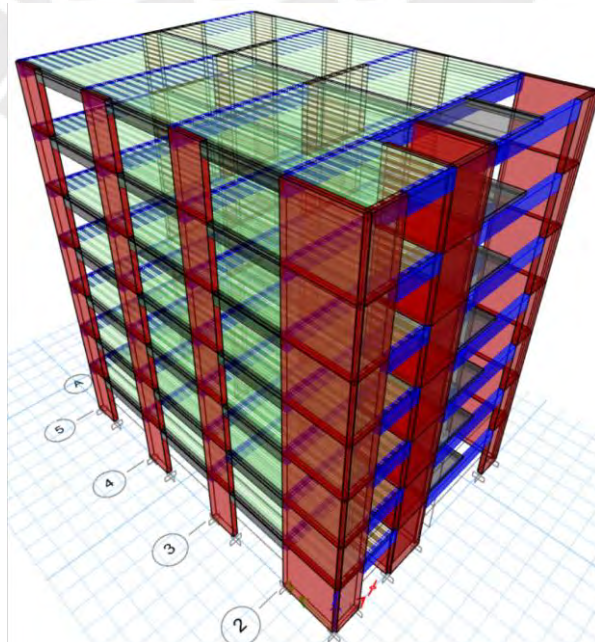
5.3.3. Tercera Edificación, Sistema Estructural Muros Estructurales

5.3.3.1. Modelo Estructural

El modelo estructural se realizado en el software ETABS, y se muestra continuación:

Figura N° 56

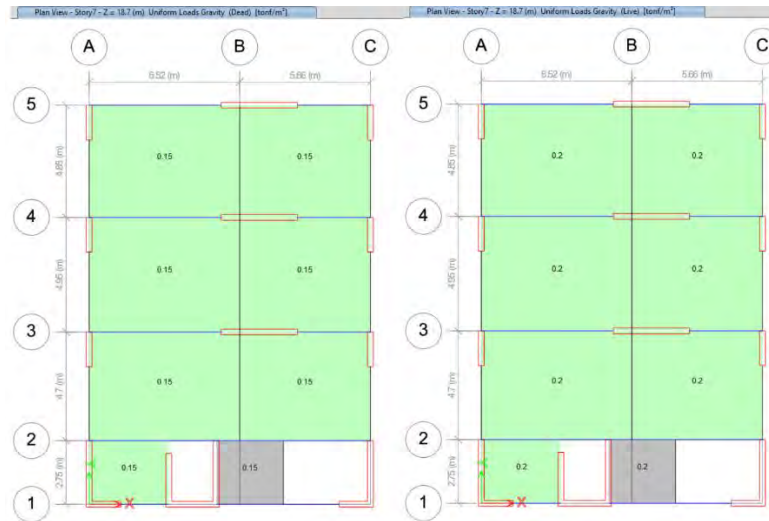
Modelo matemático en Etabs de la estructura.



5.3.3.2. Cargas Aplicadas

Figura N° 57

Carga muerta y carga viva.



5.3.3.3. Análisis Modal

Según los lineamientos de la norma de diseño Sismorresistente E.030, y considerando las cargas indicadas anteriormente, se ha hecho el análisis modal de la estructura. Para el cálculo del peso de la estructura se ha considerado los lineamientos especificados en la norma, para una edificación común, tipo C.

Los períodos fundamentales obtenidos del análisis son:

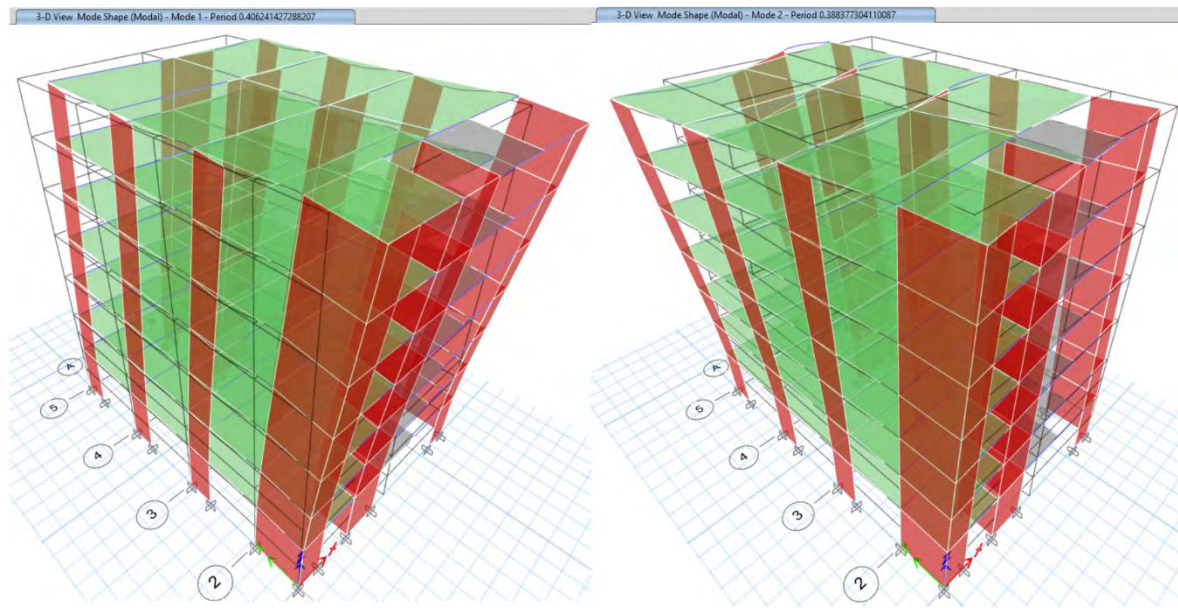
Tabla 10.

Análisis Modal Edificación de muros estructurales

Case	Mode	Period sec	UX	UY	RZ	SumUX	SumUY	SumRZ
Modal	1	0.406	0.011	0.699	0.008	0.011	0.699	0.008
Modal	2	0.388	0.593	0.016	0.118	0.605	0.716	0.125
Modal	3	0.246	0.124	0.001	0.610	0.729	0.717	0.735
Modal	4	0.096	0.062	0.091	0.016	0.791	0.808	0.751
Modal	5	0.092	0.082	0.082	0.011	0.873	0.890	0.762
Modal	6	0.064	0.025	0.001	0.138	0.897	0.890	0.899
Modal	7	0.041	0.032	0.023	0.007	0.929	0.913	0.907
Modal	8	0.039	0.021	0.039	0.002	0.951	0.951	0.908
Modal	9	0.029	0.006	0.001	0.050	0.957	0.952	0.958
Modal	10	0.024	0.018	0.007	0.003	0.974	0.959	0.961
Modal	11	0.023	0.007	0.020	0.000	0.981	0.978	0.961
Modal	12	0.018	0.002	0.001	0.022	0.983	0.979	0.983
Modal	13	0.016	0.009	0.001	0.002	0.992	0.981	0.984

Modal	14	0.016	0.002	0.011	0.000	0.994	0.991	0.984
Modal	15	0.013	0.005	0.000	0.000	0.998	0.992	0.984
Modal	16	0.013	0.000	0.001	0.010	0.999	0.992	0.994
Modal	17	0.012	0.000	0.0054	0.0001	0.9988	0.998	0.995
Modal	18	0.011	0.001	0.000	0.000	1.000	0.998	0.995
Modal	19	0.01	0.000	0.001	0.002	1.000	0.998	0.997
Modal	20	0.01	0.000	0.002	0.002	1.000	1.000	0.999
Modal	21	0.008	0.000	0.000	0.001	1.000	1.000	1.000

Figura N° 58
Modos de vibración fundamentales.

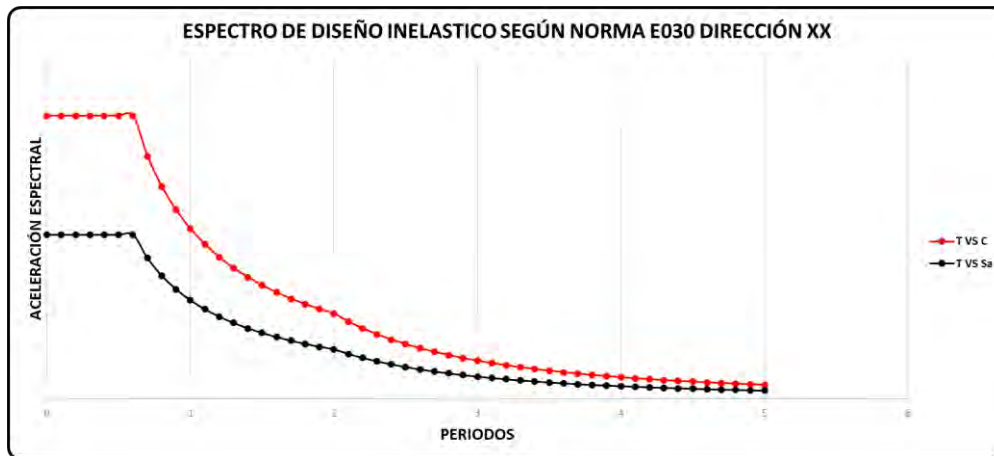


5.3.3.4. Análisis Espectral

Observando la estructura, podemos decir que el coeficiente de reducción de la fuerza sísmica para el eje “X” es $R_{X-x}=7$ (dual) y para el eje “Y” es $R_{Y-y}=7$ (dual); a continuación, se presentan los espectros de pseudo-aceleraciones, considerando los parámetros sísmicos de la estructura:

Figura N° 59

Espectro de pseudo-aceleraciones para el eje “X” e “Y”.



5.3.3.5. Verificación de Derivas

Al tener un sistema estructural con un material predominante de concreto armado en el eje “X” y en el eje “Y” la distorsión máxima será de 0.007, y teniendo en cuenta que la estructura es Irregular en dirección “X” y regular en la dirección “Y”, los desplazamientos relativos se multiplicarán por 0.85R y 0.75R respectivamente, a continuación, en el siguiente cuadro se presenta los resultados:

Tabla 11.

Verificación de derivas.

Piso	Derivas de entrepiso				Condición	
	Derivas Etabs		Derivas Según E.030		0.007	0.007
	DriftX	DriftY	0.85DriftXR	0.75DriftYR	X	Y
7	0.0010	0.0007	0.0039	0.0032	Ok	Ok
6	0.0011	0.0008	0.0042	0.0034	Ok	Ok
5	0.0012	0.0008	0.0044	0.0035	Ok	Ok
4	0.0011	0.0008	0.0044	0.0035	Ok	Ok
3	0.0011	0.0007	0.0040	0.0032	Ok	Ok
2	0.0008	0.0006	0.0032	0.0025	Ok	Ok
1	0.0004	0.0002	0.0014	0.0011	Ok	Ok

5.3.3.6. Verificación de la Fuerza Cortante Mínima

Para cada una de las direcciones consideradas en el análisis, la fuerza cortante dinámico en el primer entrepiso del edificio no podrá ser menor que el 80% del

cortante estático para las estructuras regulares, ni menor que el 90% del cortante estático para estructuras irregulares.

Tabla 12.

Verificación y cálculo del cortante dinámico.

Dir. Analisis	Fza Cortante Estatico Vest. (tn)	80% y/o 90% de la Fza Cortante Estatico Vest. (tn)	Cortantes Dinamicas Vdin. (tn)	Factorar en:
Dirección X- X	109.97	98.97	69.89	1.415
Dirección Y- Y	82.47	65.98	55.77	1.183

De la tabla anterior podemos decir que la fuerza cortante dinámico necesita ser amplificado en el eje “X” e “Y”.

5.4.Incremento de la sobrecarga

Se continuó con el modelo estructural inicial, al que se le aplicaron mayores sobrecargas por un cambio de uso las sobrecargas (carga viva) se incrementaron a 600 Kg/ m², de acuerdo a la norma E.020, del cual se consideró un cambio de tipo de uso a oficinas incluido tabiquería móvil de altura completa.

Estas sobrecargas producen que el momento en los elementos estructurales de cada una de las estructuras se incremente, haciendo que los elementos estructurales con la sobrecarga de 200 Kg/m² inicial falle; es por ello que, se realiza una propuesta de reforzamiento externo de fibra de carbono CFRP para cubrir estas variaciones de momentos en los elementos estructurales.

Figura N° 60
Incremento de Sobrecarga a 600kgf/m² – Estructura Aporticado

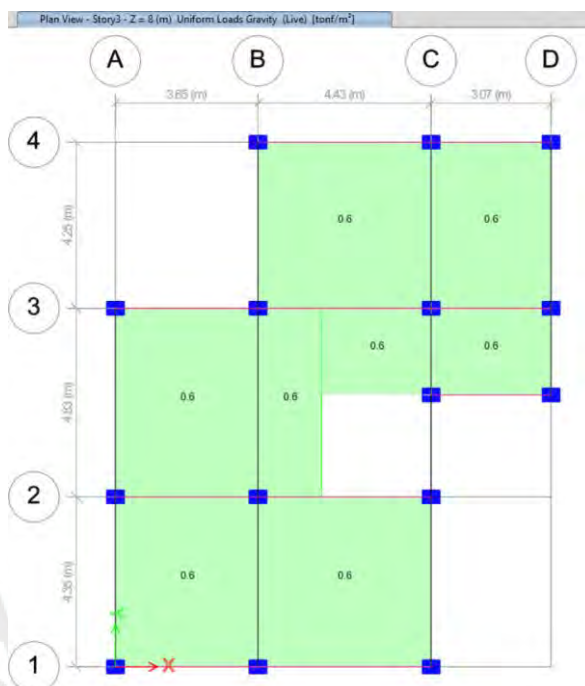


Figura N° 61
Incremento de Sobrecarga a 600kgf/m² – Estructura Dual

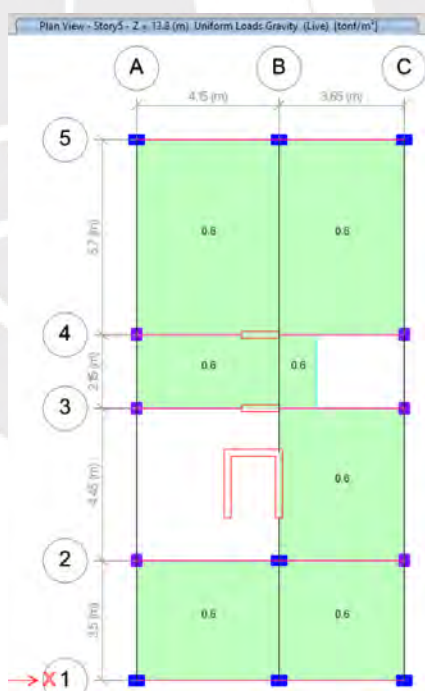
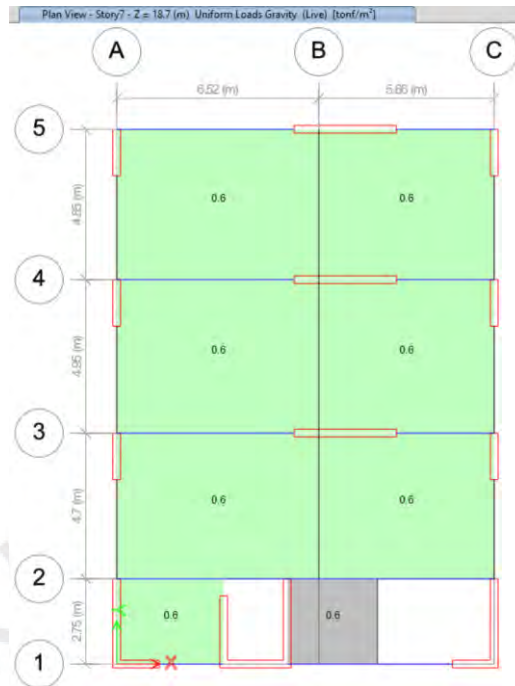


Figura N° 62

Incremento de Sobrecarga a 600kgf/m² – Estructura Muros Estructurales



A continuación, se realiza la verificación de los elementos estructurales teniendo en cuenta el momento resistente de los elementos estructurales, los cuales se tendrían que reforzar con CFRP, considerando el incremento de la sobrecarga a 600kgf/m²

5.4.1. Edificio Aporticado

5.4.1.1. Verificación de reforzamiento vigas

- Vigas de 0.25 x 0.45 m

Tabla 13

Verificación de Refuerzo en Vigas 25x45cm

Viga 0.25m x 0.45m [Eje B / tramo 1-2]				
Niveles	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel 01	8.01	5.27	7.28	Reforzar

Viga 0.25m x 0.45m [Eje B / tramo 2-3]				
Niveles	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel 01	7.53 tonf-m	5.27 cm ²	7.28	Reforzar

- Vigas de 0.25 x 0.40 m

Tabla 14

Verificación de Refuerzo en Vigas 25x40 cm

Viga 0.25m x 0.40m [Eje 3 / tramo B-C]				
Niveles	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel 03	5.36	3.98	4.83	Reforzar
Nivel 02	7.23	5.27	6.28	Reforzar
	5.02	3.98	4.83	Reforzar
Nivel 01	7.4	5.27	6.28	Reforzar
	5.13	3.98	4.83	Reforzar

5.4.1.2. Verificación de reforzamiento columnas

Del incremento de la sobrecarga se determinó que las columnas propuestas inicialmente satisfacen las nuevas solicitudes, es decir, satisfacen las nuevas demandas de flexocompresión, por lo tanto, dichos elementos estructurales no requerirán un refuerzo por flexocompresión.

5.4.2. Edificio Dual

5.4.2.1. Verificación de reforzamiento vigas

- Vigas de 0.25 x 0.55m

Tabla 15

Verificación de Refuerzo en Vigas 25x55 cm

Viga 0.25m x 0.55m [Eje B / tramo 2-3]				
Niveles	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel 04	16.14	9.95	15.92	Reforzar
Nivel 03	18.31	9.95	15.92	Reforzar
Nivel 02	18.36	9.95	15.92	Reforzar
	12.59	7.26	11.96	Reforzar

Viga 0.25m x 0.55m [Eje B / tramo 2-3]				
Niveles	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel 03	16.98	9.95	15.92	Reforzar
Nivel 02	16.47	9.95	15.92	Reforzar

Viga 0.25m x 0.55m [Eje B / tramo 4-5]				
Niveles	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel 05	14.27	7.26	11.96	Reforzar
Nivel 04	12.81	7.26	11.96	Reforzar
Nivel 03	12.82	7.26	11.96	Reforzar
Nivel 02	12.47	7.26	11.96	Reforzar
Nivel 01	12.32	7.26	11.96	Reforzar

- Vigas de 0.25x0.45m

Tabla 16

Verificación de Refuerzo en Vigas 25x45 cm

Viga 0.25m x 0.45m [Eje 3 / tramo A-B]				
Niveles	Momento último [S/C=1.8tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel 04	10.77	8.55	10.66	Reforzar
Nivel 03	11.48	8.55	10.66	Reforzar

Nivel 02	11	8.55	10.66	Reforzar
----------	----	------	-------	----------

Viga 0.25m x 0.45m [Eje 3 / tramo B-C]

Niveles	Momento último [S/C=1.8tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel 04	11.06	8.55	10.66	Reforzar
Nivel 03	11.7	8.55	10.66	Reforzar
Nivel 02	11.13	8.55	10.66	Reforzar

Viga 0.25m x 0.45m [Eje 4 / tramo A-B]

Niveles	Momento último [S/C=1.8tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel 04	11.63	8.55	10.66	Reforzar
Nivel 03	12.64	8.55	10.66	Reforzar
Nivel 02	12.4	8.55	10.66	Reforzar
Nivel 01	10.78	8.55	10.66	Reforzar

5.4.2.2. Verificación de reforzamiento columnas

Del incremento de la sobrecarga se determinó que las columnas propuestas inicialmente satisfacen las nuevas solicitaciones, es decir, satisfacen las nuevas demandas de flexocompresión, por lo tanto, dichos elementos estructurales no requerirán un refuerzo por flexocompresión.

5.4.3. Edificio de Muros estructurales

5.4.3.1. Verificación de reforzamiento vigas

- Vigas de 0.25 x 0.60 m

Tabla 17*Verificación de Refuerzo en Vigas 25x60 cm*

Viga 0.25m x 0.60m [Eje 1 / tramo A-B]				
Niveles	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel 05	19.96 tonf-m	10.54 cm ²	18.74 tonf-m	Reforzar
Nivel 04	20.96 tonf-m	10.54 cm ²	18.74 tonf-m	Reforzar
Nivel 03	20.77 tonf-m	10.54 cm ²	18.74 tonf-m	Reforzar

Viga 0.25m x 0.60m [Eje 4 / tramo B-C]				
Niveles	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel 05	19.33 tonf-m	10.54 cm ²	18.74 tonf-m	Reforzar
Nivel 04	20.49 tonf-m	10.54 cm ²	18.74 tonf-m	Reforzar
Nivel 03	20.11 tonf-m	10.54 cm ²	18.74 tonf-m	Reforzar

- *Vigas de 0.25x0.55m*

Tabla 18*Verificación de Refuerzo en Vigas 25x55 cm*

Viga 0.25m x 0.55m [Eje C / tramo 2-3]				
Niveles	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel 06	14.98 tonf-m	8.55 cm ²	13.89 tonf-m	Reforzar
Nivel 05	19.58 tonf-m	12.53 cm ²	19.47 tonf-m	Reforzar
	15.93 tonf-m	8.55 cm ²	13.89 tonf-m	Reforzar
Nivel 04	20.22 tonf-m	12.53 cm ²	19.47 tonf-m	Reforzar
	16.52 tonf-m	8.55 cm ²	13.89 tonf-m	Reforzar
Nivel 03	19.65 tonf-m	12.53 cm ²	19.47 tonf-m	Reforzar
	15.92 tonf-m	8.55 cm ²	13.89 tonf-m	Reforzar

Viga 0.25m x 0.55m [Eje C / tramo 3-4]

Niveles	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel 05	14.15 tonf-m	8.55 cm ²	13.89 tonf-m	Reforzar
Nivel 04	14.39 tonf-m	8.55 cm ²	13.89 tonf-m	Reforzar

Viga 0.25m x 0.55m [Eje C / tramo 4-5]

Niveles	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel 04	14.10 tonf-m	8.55 cm ²	13.89 tonf-m	Reforzar

5.5. Propuesta de Reforzamiento con CFRP

Conforme los procedimientos indicados en el capítulo de metodología, se procede a realizar el reforzamiento de los elementos estructurales que necesitan refuerzo para las tres estructuras de concreto armado propuestas (Pórticos, Dual y de Muros Estructurales). Del ítem anterior se puede determinar que el refuerzo que se requiere a razón del incremento de la sobrecarga en todos los casos es un refuerzo a flexión de vigas, puesto que superan los momentos resistentes.

5.5.1. Estructura de Pórticos

- Vigas de 0.25 x 0.45m

Tabla 19

Propuesta de reforzamiento con CFRP de 25x45cm

Niveles	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Momento resistente	N° de Capas	Espesor (mm)	Ancho (cm)	Momento Resistente con Refuerzo de CFRP	Incremento de capacidad a Flexión
Nivel 01	8.01	7.28	1	0.165	25	10.09	27.89%

Niveles	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Momento resistente	N° de Capas	Espesor (mm)	Ancho (cm)	Momento Resistente con Refuerzo de CFRP	Incremento de capacidad a Flexión
Nivel							
01	7.53	7.28	1	0.165	25	10.09	27.89%

- Vigas de 0.25 x 0.40m

Tabla 20

Propuesta de reforzamiento con CFRP de 25x40cm

Niveles	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Momento resistente	N° de Capas	Espesor (mm)	Ancho (cm)	Momento Resistente con Refuerzo de CFRP	Incremento de capacidad a Flexión
Nivel							
03	5.36	4.83	1	0.165	25	7.36	34.35%
Nivel	7.23	6.28	1	0.165	25	8.71	27.91%
02	5.02	4.83	1	0.165	25	7.36	34.35%
Nivel	7.4	6.28	1	0.165	25	8.71	27.91%
01	5.13	4.83	1	0.165	25	7.36	34.35%

5.5.2. Estructura Dual

- Vigas de 0.25 x 0.55m

Tabla 21*Propuesta de reforzamiento con CFRP de 25x55cm*

Viga 0.25m x 0.55m [Eje A / tramo 1-2]							
Niveles	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Momento resistente	N° de Capas	Espesor (mm)	Ancho (cm)	Momento Resistente con Refuerzo de CFRP	Incremento de capacidad a Flexión
Nivel 05	2.74	15.92	1	0.165	25	12.62	-26.12%
Viga 0.25m x 0.55m [Eje B / tramo 2-3]							
Niveles	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Momento resistente	N° de Capas	Espesor (mm)	Ancho (cm)	Momento Resistente con Refuerzo de CFRP	Incremento de capacidad a Flexión
Nivel 04	16.14	15.92	1	0.165	25	18.57	14.27%
Nivel 03	18.31	15.92	1	0.165	25	18.57	14.27%
Nivel 02	18.36	15.92	1	0.165	25	18.57	14.27%
Nivel 02	12.59	11.96	1	0.165	25	15.38	22.24%
Viga 0.25m x 0.55m [Eje B / tramo 2-3]							
Niveles	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Momento resistente	N° de Capas	Espesor (mm)	Ancho (cm)	Momento Resistente con Refuerzo de CFRP	Incremento de capacidad a Flexión
Nivel 03	16.98	15.92	1	0.165	25	18.57	14.27%
Nivel 02	16.47	15.92	1	0.165	25	18.57	14.27%
Niveles	Viga 0.25m x 0.55m [Eje B / tramo 4-5]						

	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Momento resistente	Nº de Capas	Espesor (mm)	Ancho (cm)	Momento Resistente con Refuerzo de CFRP	Incremento de capacidad a Flexión
Nivel 05	14.27	11.96	1	0.165	25	15.37	22.18%
Nivel 04	12.81	11.96	1	0.165	25	15.37	22.18%
Nivel 03	12.82	11.96	1	0.165	25	15.37	22.18%
Nivel 02	12.47	11.96	1	0.165	25	15.37	22.18%
Nivel 01	12.32	11.96	1	0.165	25	15.37	22.18%

- Vigas de 0.25 x 0.45m

Tabla 22

Propuesta de reforzamiento con CFRP de 25x45cm

Viga 0.25m x 0.45m [Eje 3 / tramo A-B]							
Niveles	Momento último [S/C=1.8tonf/m]	Momento resistente	Nº de Capas	Espesor (mm)	Ancho (cm)	Momento Resistente con Refuerzo de CFRP	Incremento de capacidad a Flexión
Nivel 04	10.77	10.66	1	0.165	25	12.62	15.55%
Nivel 03	11.48	10.66	1	0.165	25	12.62	15.55%
Nivel 02	11	10.66	1	0.165	25	12.62	15.54%

Viga 0.25m x 0.45m [Eje 3 / tramo B-C]							
Niveles	Momento último [S/C=1.8tonf/m]	Momento resistente	Nº de Capas	Espesor (mm)	Ancho (cm)	Momento Resistente con Refuerzo de CFRP	Incremento de capacidad a Flexión
Nivel 04	11.06	10.66	1	0.165	25	12.62	15.55%
Nivel 03	11.7	10.66	1	0.165	25	12.62	15.55%

Nivel 02	11.13	10.66	1	0.165	25	12.62	15.54%
----------	-------	-------	---	-------	----	-------	--------

Viga 0.25m x 0.45m [Eje 4 / tramo A-B]

Niveles	Momento último [S/C=1.8tonf/m]	Momento resistente	N° de Capas	Espesor (mm)	Ancho (cm)	Momento Resistente con Refuerzo de CFRP	Incremento de capacidad a Flexión
Nivel 04	11.63	10.66	1	0.165	25	12.62	15.55%
Nivel 03	12.64	10.66	1	0.165	25	12.62	15.55%
Nivel 02	12.4	10.66	1	0.165	25	12.62	15.54%
Nivel 01	10.78	10.66	1	0.165	25	12.62	15.55%

5.5.3. Estructura de Muros Estructurales

- Vigas de 0.25 x 0.60m

Tabla 23

Propuesta de reforzamiento con CFRP de 25x60cm

Viga 0.25m x 0.60m [Eje 1 / tramo A-B]

Niveles	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Momento resistente sin Refuerzo de CFRP	N° de Capas	Espesor (mm)	Ancho (cm)	Momento Resistente con Refuerzo de CFRP	Incremento de capacidad a Flexión
Nivel 05	19.96	18.74	1	0.165	25	21.80	14.01%
Nivel 04	20.96	18.74	1	0.165	25	21.80	14.01%
Nivel 03	20.77	18.74	1	0.165	25	21.80	14.01%

Niveles

Viga 0.25m x 0.60m [Eje 4 / tramo B-C]

	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Momento resistente sin Refuerzo de CFRP	N° de Capas	Espesor (mm)	Ancho (cm)	Momento Resistente con Refuerzo de CFRP	Incremento de capacidad a Flexión
Nivel 05	19.33	18.74	1	0.165	25	21.79	13.98%
Nivel 04	20.49	18.74	1	0.165	25	21.79	13.98%
Nivel 03	20.11	18.74	1	0.165	25	21.79	13.98%

- Vigas de 0.25 x 0.55m

Tabla 24

Propuesta de reforzamiento con CFRP de 25x55cm

Viga 0.25m x 0.55m [Eje C / tramo 2-3]							
Niveles	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Momento resistente	N° de Capas	Espesor (mm)	Ancho (cm)	Momento Resistente con Refuerzo de CFRP	Incremento de capacidad a Flexión
Nivel 06	14.98	13.89	1	0.165	25	17.15	19.00%
Nivel 05	19.58	19.47	1	0.165	25	21.30	8.61%
	15.93	13.89	1	0.165	25	17.15	19.00%
Nivel 04	20.22	19.47	1	0.165	25	21.30	8.61%
	16.52	13.89	2	0.165	25	18.58	25.24%
Nivel 03	19.65	19.47	1	0.165	25	21.31	8.62%
	15.92	13.89	1	0.165	25	17.15	19.00%

Viga 0.25m x 0.55m [Eje C / tramo 3-4]							
Niveles	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Momento resistente	N° de Capas	Espesor (mm)	Ancho (cm)	Momento Resistente con Refuerzo de CFRP	Incremento de capacidad a Flexión

Nivel 05	14.15	13.89	1	0.165	25	17.15	19.00%
Nivel 04	14.39	13.89	1	0.165	25	17.14	18.96%

Viga 0.25m x 0.55m [Eje C / tramo 4-5]

Niveles	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Momento resistente	N° de Capas	Espesor (mm)	Ancho (cm)	Momento Resistente con Refuerzo de CFRP	Incremento de capacidad a Flexión
Nivel 04	14.1	13.89	1	0.165	25	17.15	19.00%

En todos los casos de estudio (aporticado, dual y de muros estructurales), se realizó el reforzamiento de los elementos estructurales - vigas por flexión utilizando polímero reforzado con fibra de carbono (CFRP). Para cada escenario, se aplicó únicamente una capa de CFRP tanto en las zonas sometidas a momentos positivos como en las de momentos negativos, con el fin de evaluar el comportamiento estructural bajo dichas condiciones de refuerzo.

5.6. Diagramas Momento Curvatura de Vigas

5.6.1. Estructura de Pórticos

- Vigas de 0.25 x 0.40 m (Zona de Momento Negativo)

Figura N° 63

Diagrama Momento Curvatura Viga 25 x 40 cm (Zona Momento Negativo).

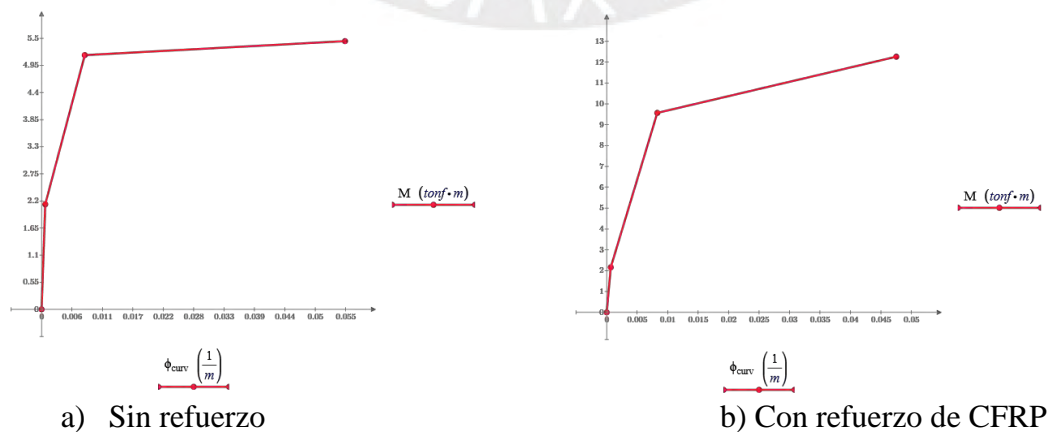


Tabla 25

Comparación de Diagrama Momento Curvatura Vigas de 25 x 40cm reforzada y no reforzada – Estructura Pórticos

Etapas	VIGA 25 X40				VIGA 25 X40 reforzada			
	M + (tonf-m)	ϕ	M - (tonf-m)	ϕ	M + (tonf-m)	ϕ	M - (tonf-m)	ϕ
Inicio	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00	0.0000
Agrietamiento	2.12	0.0007	2.13	0.0007	2.13	0.0007	2.16	0.0007
Fluencia	5.17	0.0078	5.16	0.0078	8.56	0.0080	9.57	0.0083
Ultimo	5.44	0.0560	5.44	0.0549	11.54	0.0527	12.26	0.0475

Tabla 26

Comparación de Diagrama Momento Curvatura Vigas de 25 x 45cm reforzada y no reforzada – Estructura Pórticos

Etapas	VIGA 25 X45				VIGA 25 X45 reforzada			
	M + (tonf-m)	ϕ	M - (tonf-m)	ϕ	M + (tonf-m)	ϕ	M - (tonf-m)	ϕ
Inicio	0.00	0.0000	0.00	0.0000			0.00	0.0000
Agrietamiento	2.67	0.0006	2.69	0.0006			2.73	0.0006
Fluencia	5.97	0.0067	5.96	0.0067			11.23	0.0071
Ultimo	6.27	0.0560	6.28	0.0549			15.10	0.0476

5.6.2. Estructura Dual

- Vigas de 0.25 x 0.45 m (Zona de Momento Negativo)

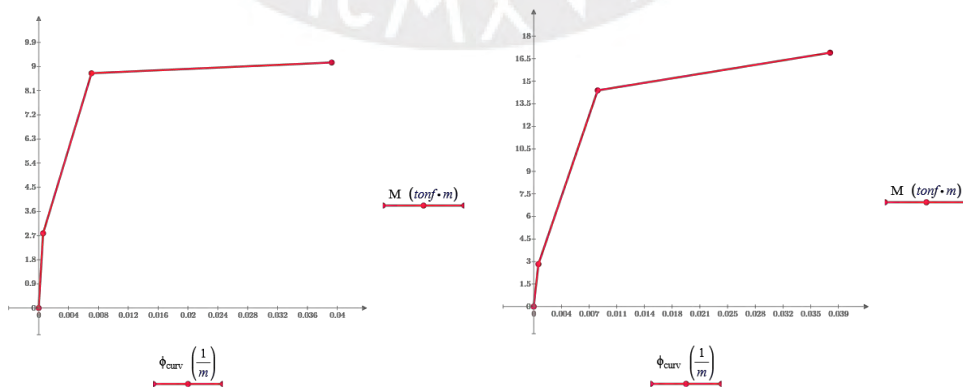
Figura N° 64

Diagrama Momento Curvatura Viga 25 x 40 cm (Zona Momento Negativo).

a) Sin Refuerzo

b) Con refuerzo de CFRP

Tabla 27

Comparación de Diagrama Momento Curvatura Vigas de 25 x 45cm reforzada y no reforzada – Estructura Dual

Etapas	VIGA 25 X45				VIGA 25 X45 Reforzada			
	M + (tonf-m)	ϕ	M – (tonf-m)	ϕ	M + (tonf-m)	ϕ	M – (tonf-m)	ϕ
Inicio	0.00	0.0000	0.00	0.0000			0.00	0.0000
Agrietamiento	2.78	0.0006	2.79	0.0006			2.83	0.0006
Fluencia	10.05	0.0077	8.75	0.0071			14.39	0.0081
Ultimo	10.26	0.0429	9.15	0.0392			16.90	0.0375

Tabla 28

Comparación de Diagrama Momento Curvatura Vigas de 25 x 55cm reforzada y no reforzada – Estructura Dual

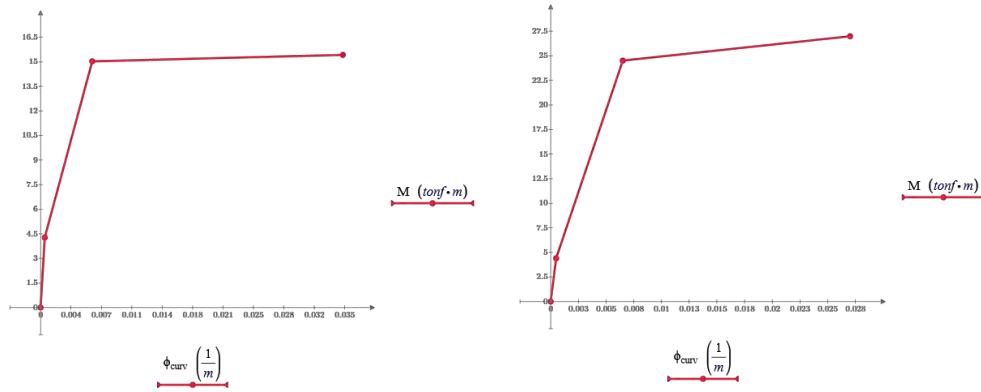
Etapas	VIGA 25 X55				VIGA 25 X55 Reforzada			
	M + (tonf-m)	ϕ	M - (tonf-m)	ϕ	M + (tonf-m)	ϕ	M - (tonf-m)	ϕ
Inicio	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00	0.0000
Agrietamiento	4.14	0.0005	4.16	0.0005	4.14	0.0005	4.33	0.0005
Fluencia	12.95	0.0059	11.13	0.0054	16.89	0.0059	21.27	0.0060
Ultimo	13.30	0.0429	11.66	0.0390	22.36	0.0413	24.49	0.0300

5.6.3. Estructura de Muros Estructurales

- Vigas de 0.25 x 0.55 m (Zona de Momento Negativo)

Figura N° 65

Diagrama Momento Curvatura Viga 25 x 55 cm (Zona Momento Negativo).



a) Sin Refuerzo

b) Con refuerzo de CFRP

Tabla 29

Comparación de Diagrama Momento Curvatura Vigas de 25 x 55cm reforzada y no reforzada – Estructura de Muros estructurales

Etapas	VIGA 25 X55				VIGA 25 X55 Reforzada			
	M + (tonf-m)	ϕ	M - (tonf-m)	ϕ	M + (tonf-m)	ϕ	M - (tonf-m)	ϕ
Inicio	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00	0.0000
Agrietamiento	4.26	0.0005	4.28	0.0005	4.26	0.0005	4.41	0.0005
Fluencia	15.17	0.0060	15.03	0.0059	18.93	0.0060	24.51	0.0065
Ultimo	15.52	0.0407	15.42	0.0348	24.15	0.0394	26.99	0.0270

Tabla 30

Comparación de Diagrama Momento Curvatura Vigas de 25 x 60cm reforzada y no reforzada – Estructura de Muros estructurales

Etapas	VIGA 25 X60				VIGA 25 X60 Reforzada			
	M + (tonf-m)	ϕ	M - (tonf-m)	ϕ	M + (tonf-m)	ϕ	M - (tonf-m)	ϕ
Inicio	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00	0.0000		
Agrietamiento	5.27	0.0004	5.31	0.0004	5.27	0.0004		
Fluencia	20.69	0.0054	20.46	0.0054	24.67	0.0055		
Ultimo	21.16	0.0389	20.90	0.0331	31.16	0.0379		

Tabla 31

Comparación de Diagrama Momento Curvatura Vigas de 25 x 60cm Eje5 Tramo B-C reforzada y no reforzada – Estructura de Muros estructurales

Etapas	VIGA 25 X60 EJE 5 TRAMO B-C				VIGA 25 X60 EJE 5 TRAMO B-C Reforzada			
	M + (tonf-m)	ϕ	M - (tonf-m)	ϕ	M + (tonf-m)	ϕ	M - (tonf-m)	ϕ
Inicio	0.00	0.0000	0.00	0.0000				
Agrietamiento	5.74	0.0004	5.73	0.0004				
Fluencia	30.72	0.0055	29.59	0.0056				
Ultimo	31.39	0.0326	30.16	0.0357				

Se puede apreciar que, para todos los casos al incorporar el CFRP se nota un incremento considerable en los momentos máximos que la viga puede soportar. Esto indica que la capacidad resistente de la viga se incrementa notablemente debido al refuerzo, lo que se traduce en una mayor resistencia a los momentos aplicados, sin embargo, pesar del incremento en la capacidad resistente, del diagrama momento curvatura, se observa una disminución significativa de la ductilidad en las vigas reforzadas con CFRP, lo cual queda evidenciado por la menor curvatura en el diagrama momento-curvatura. En todos los casos en los que se incorpora este tipo de refuerzo, la capacidad de deformación plástica de las vigas disminuye, lo que implica que las estructuras reforzadas no pueden experimentar grandes deformaciones antes de fallar.

5.7.Determinación de longitud de rótula para Elementos Reforzados con CFRP

Se han propuesto otras expresiones más detalladas (p. ej., Priestley y Park, 1987; Berry y Eberhard, 2008) basadas en el análisis de bases de datos de pruebas de columnas de concreto armado. Sus expresiones propuestas son funciones de múltiples parámetros que incluyen la longitud de la barra, l , el diámetro de la barra, d_b , la resistencia a la fluencia del acero, f_y , y la resistencia del concreto, f_c . Una de las expresiones propuestas por Berry y Eberhard (2008) es la siguiente:

$$l_p = 0.05 \cdot l + 0.008 \cdot d_b \cdot \frac{f_y}{\sqrt{f_c}}$$

En virtud a lo antes indicado, se tiene la longitud de las rótulas de las vigas reforzadas, para cada uno de los sistemas estructurales:

- Estructura Aporticado

Tabla 32

Cálculo de Longitud de rótulas – Edificio aporticado

Nivel	Viga	Ubicación	Longitud		db	Longitud de Rótula		
			mts	in	cm	in	in	cm
Nivel 01	0.25m x 0.45m	[Eje B / tramo 1-2]	4.35	171.26	1.59	0.63	14.03	35.63
Nivel 01	0.25m x 0.45m	[Eje B / tramo 2-3]	4.83	190.16	1.59	0.63	14.97	38.03
Nivel 01	0.25m x 0.40m	[Eje 3 / tramo B-C]	4.43	174.41	1.59	0.63	14.19	36.03
Nivel 02	0.25m x 0.40m	[Eje 3 / tramo B-C]	4.43	174.41	1.59	0.63	14.19	36.03
Nivel 03	0.25m x 0.40m	[Eje 3 / tramo B-C]	4.43	174.41	1.59	0.63	14.19	36.03

- Estructura Dual

Tabla 33

Cálculo de Longitud de rótulas – Edificio Dual

Nivel	Viga	Ubicación	Longitud		db	Longitud de Rótula		
			mts	in	cm	in	in	cm
Nivel 02	0.25m x 0.45m	[Eje 3 / tramo A-B]	3.05	120.08	1.59	0.63	11.47	29.13
Nivel 03	0.25m x 0.45m	[Eje 3 / tramo A-B]	3.05	120.08	1.59	0.63	11.47	29.13
Nivel 04	0.25m x 0.45m	[Eje 3 / tramo A-B]	3.05	120.08	1.59	0.63	11.47	29.13
Nivel 02	0.25m x 0.45m	[Eje 3 / tramo B-C]	3.65	143.70	1.59	0.63	12.65	32.13
Nivel 03	0.25m x 0.45m	[Eje 3 / tramo B-C]	3.65	143.70	1.59	0.63	12.65	32.13
Nivel 04	0.25m x 0.45m	[Eje 3 / tramo B-C]	3.65	143.70	1.59	0.63	12.65	32.13
Nivel 01	0.25m x 0.45m	[Eje 4 / tramo A-B]	3.05	120.08	1.59	0.63	11.47	29.13
Nivel 02	0.25m x 0.45m	[Eje 4 / tramo A-B]	3.05	120.08	1.59	0.63	11.47	29.13
Nivel 03	0.25m x 0.45m	[Eje 4 / tramo A-B]	3.05	120.08	1.59	0.63	11.47	29.13
Nivel 04	0.25m x 0.45m	[Eje 4 / tramo A-B]	3.05	120.08	1.59	0.63	11.47	29.13
Nivel 02	0.25m x 0.55m	[Eje B / tramo 2-3]	1.30	51.18	1.59	0.63	8.02	20.38
Nivel 03	0.25m x 0.55m	[Eje B / tramo 2-3]	1.30	51.18	1.59	0.63	8.02	20.38
Nivel 04	0.25m x 0.55m	[Eje B / tramo 2-3]	1.30	51.18	1.59	0.63	8.02	20.38
Nivel 02	0.25m x 0.55m	[Eje B / tramo 2-3]	1.25	49.21	1.59	0.63	7.93	20.13
Nivel 03	0.25m x 0.55m	[Eje B / tramo 2-3]	1.25	49.21	1.59	0.63	7.93	20.13
Nivel 01	0.25m x 0.55m	[Eje B / tramo 4-5]	5.70	224.41	1.59	0.63	16.69	42.38
Nivel 02	0.25m x 0.55m	[Eje B / tramo 4-5]	5.70	224.41	1.59	0.63	16.69	42.38

Nivel 03	0.25m x 0.55m	[Eje B / tramo 4-5]	5.70	224.41	1.59	0.63	16.69	42.38
Nivel 04	0.25m x 0.55m	[Eje B / tramo 4-5]	5.70	224.41	1.59	0.63	16.69	42.38
Nivel 05	0.25m x 0.55m	[Eje B / tramo 4-5]	5.70	224.41	1.59	0.63	16.69	42.38

- Estructura de Muros Estructurales

Tabla 34

Cálculo de Longitud de rótulas – Edificio de Muros Estructurales

Nivel	Viga	Ubicación	Longitud		db	Longitud de Rótula		
			mts	in	cm	in	in	cm
Nivel 03	0.25m x 0.55m	[Eje C / tramo 2-3]	3.20	125.98	1.91	0.75	12.86	32.66
Nivel 04	0.25m x 0.55m	[Eje C / tramo 2-3]	3.20	125.98	1.91	0.75	12.86	32.66
Nivel 05	0.25m x 0.55m	[Eje C / tramo 2-3]	3.20	125.98	1.91	0.75	12.86	32.66
Nivel 06	0.25m x 0.55m	[Eje C / tramo 2-3]	3.20	125.98	1.91	0.75	12.86	32.66
Nivel 04	0.25m x 0.55m	[Eje C / tramo 3-4]	3.45	135.83	1.91	0.75	13.35	33.91
Nivel 05	0.25m x 0.55m	[Eje C / tramo 3-4]	3.45	135.83	1.91	0.75	13.35	33.91
Nivel 04	0.25m x 0.55m	[Eje C / tramo 4-5]	3.35	131.89	1.91	0.75	13.15	33.41
Nivel 03	0.25m x 0.60m	[Eje 1 / tramo A-B]	2.08	81.89	2.54	1.00	12.84	32.61
Nivel 04	0.25m x 0.60m	[Eje 1 / tramo A-B]	2.08	81.89	2.54	1.00	12.84	32.61
Nivel 05	0.25m x 0.60m	[Eje 1 / tramo A-B]	2.08	81.89	2.54	1.00	12.84	32.61
Nivel 03	0.25m x 0.60m	[Eje 4 / tramo B-C]	3.16	124.41	2.54	1.00	14.96	38.01
Nivel 04	0.25m x 0.60m	[Eje 4 / tramo B-C]	3.16	124.41	2.54	1.00	14.96	38.01
Nivel 05	0.25m x 0.60m	[Eje 4 / tramo B-C]	3.16	124.41	2.54	1.00	14.96	38.01

5.8. Conversión de Momento Curvatura a Momento Rotación de Elementos Reforzados con CFRP

La deformación de un material se puede conceptualizar como la suma de dos componentes: una deformación elástica y una deformación plástica e inelástica. La deformación elástica es aquella que se recupera completamente una vez que se retira la carga, mientras que la deformación plástica e inelástica es permanente y no se recupera.

En la parte inelástica, se puede suponer que hay una curvatura constante, definida por la diferencia entre Φ_u y Φ_y , que actúa sobre una longitud l_p . Esta longitud l_p se refiere al ancho o longitud equivalente de la articulación plástica, donde se considera que la curvatura plástica permanece constante.

La rotación plástica, que es la medida de la deformación plástica en términos de rotación, puede calcularse con la siguiente fórmula:

$$\theta_p = (\Phi_u - \Phi_y) \cdot l_p$$

Aquí, Φ_u es la curvatura máxima alcanzada, Φ_y es la curvatura en el punto donde empieza la deformación plástica, y l_p es la longitud de la articulación plástica. Esta expresión permite cuantificar la rotación plástica en función de la diferencia de curvaturas y la longitud de la zona afectada por la deformación plástica.

Por lo tanto, de los diagramas momento curvatura previamente calculados para los elementos reforzados con CFRP, se realiza la conversión a Momento Rotación:

- Estructura Aporticado

Tabla 35
Cálculo de Rotación Edificio - Aporticado

VIGA 25 X55 [Eje C / tramo 2-3]				
Etapas	M (tonf-m)	ϕ	M (tonf-m)	Rotación
Inicio	0	0	0	0
Agrietamiento	4.409	0.0005	0.18	0
Fluencia	24.512	0.0065	1	0.002
Ultimo	26.987	0.027	1.101	0.009

VIGA 25 X55 [Eje C / tramo 3-4]				
Etapas	M (tonf-m)	ϕ	M (tonf-m)	Rotación
Inicio	0	0	0	0
Agrietamiento	4.409	0.0005	0.18	0
Fluencia	24.512	0.0065	1	0.002
Ultimo	26.987	0.027	1.101	0.009

VIGA 25 X 60 [Eje 1 / tramo A-B]

Etapas	M (tonf- m)	ϕ	M (tonf- m)	Rotación
Inicio	0	0	0	0
Agrietamiento	5.274	0.0004	0.214	0
Fluencia	24.666	0.0055	1	0.002
Ultimo	31.156	0.0379	1.263	0.012

VIGA 25 X 60 [Eje 4 / tramo B-C]

Etapas	M (tonf- m)	ϕ	M (tonf- m)	Rotación
Inicio	0	0	0	0
Agrietamiento	5.274	0.0004	0.214	0
Fluencia	24.666	0.0055	1	0.002
Ultimo	31.156	0.0379	1.263	0.014

- Estructura Dual

Tabla 36
Cálculo de Rotación - Edificio Dual

VIGA 25 X45 [Eje 3 / tramo A-B]

Etapas	M (tonf- m)	ϕ	M (tonf- m)	Rotación
Inicio	0	0	0	0
Agrietamiento	2.828	0.0006	0.196	0
Fluencia	14.393	0.0081	1	0.002
Ultimo	16.903	0.0375	1.174	0.011

VIGA 25 X45 [Eje 3 / tramo B-C]

Etapas	M (tonf- m)	ϕ	M (tonf- m)	Rotación
Inicio	0	0	0	0
Agrietamiento	2.828	0.0006	0.196	0
Fluencia	14.393	0.0081	1	0.003

Ultimo	16.903	0.0375	1.174	0.012
--------	--------	--------	-------	-------

VIGA 25 X45 [Eje 4 / tramo A-B]				
Etapas	M (tonf-m)	ϕ	M (tonf-m)	Rotación
Inicio	0	0	0	0
Agrietamiento	2.828	0.0006	0.196	0
Fluencia	14.393	0.0081	1	0.002
Ultimo	16.903	0.0375	1.174	0.011

VIGA 25 X55 [Eje B / tramo 2-3]				
Etapas	M (tonf-m)	ϕ	M (tonf-m)	Rotación
Inicio	0	0	0	0
Agrietamiento	4.141	0.0005	0.288	0
Fluencia	16.89	0.0059	1.173	0.001
Ultimo	22.363	0.0413	1.554	0.008

VIGA 25 X55 [Eje B / tramo 4-5]				
Etapas	M (tonf-m)	ϕ	M (tonf-m)	Rotación
Inicio	0	0	0	0
Agrietamiento	4.141	0.0005	0.288	0
Fluencia	16.89	0.0059	1.173	0.003
Ultimo	22.363	0.0413	1.554	0.017

- Estructura de Muros Estructurales

Tabla 37
Cálculo de Rotación - Edificio de Muros Estructurales

VIGA 25 X40 [Eje 3 / tramo B-C]				
Etapas	M (tonf-m)	ϕ	M (tonf-m)	Rotación

Inicio	0	0	0	0
Agrietamiento	2.162	0.0007	0.226	0
Fluencia	9.569	0.0083	1	0.003
Ultimo	12.262	0.0475	1.282	0.017

VIGA 25 X45 [Eje B / tramo 1-2]

Etapas	M (tonf-m)	ϕ	M (tonf-m)	Rotación
Inicio	0	0	0	0
Agrietamiento	2.729	0.0006	0.243	0
Fluencia	11.227	0.0071	1	0.003
Ultimo	15.099	0.0476	1.345	0.017

VIGA 25 X45 [Eje B / tramo 2-3]

Etapas	M (tonf-m)	ϕ	M (tonf-m)	Rotación
Inicio	0	0	0	0
Agrietamiento	2.729	0.0006	0.243	0
Fluencia	11.227	0.0071	1	0.003
Ultimo	15.099	0.0476	1.345	0.018

5.9.Registro de Rótulas plásticas en el Software ETABS

Los resultados obtenidos hasta ahora permiten encontrar las curvas de capacidad de cada estructura. Los diagramas de momento-curvatura de las secciones analizadas facilitan la determinación del mecanismo de colapso de las estructuras.

El mecanismo de formación de rótulas en las vigas implica asignar rótulas plásticas a una distancia del 5% y 95% con respecto a la cara de la columna, cada una con su correspondiente diagrama de momento-curvatura. En las columnas, el mecanismo de rótulas plásticas se asigna a una distancia del 5% y 95% con respecto al piso, también con su respectivo diagrama de momento-curvatura. En el caso de los muros, el mecanismo de rótulas consiste en asignar un modelo de fibras a una distancia del 5% y 95% con respecto al piso.

5.10. Análisis Estático No Lineal

Después de asignar las rótulas plásticas y las fibras en los elementos, de acuerdo con los diagramas de momento-curvatura de las secciones sin reforzar y con una sobrecarga de 600 kgf/cm², se procede a incluir el espectro correspondiente, asimismo, se realiza la creación de materiales no lineales en este caso para el acero y el concreto. Además, se incorporan los parámetros de sitio establecidos y adecuados para el desarrollo del análisis.

5.10.1. Creación y asignación de Rotulas y fibras no lineales

Se definieron los hinges, para las vigas y fibras para las columnas. Para el caso de las fibras se consideraron de tipo P-M2-M3 y se tomó una longitud de fibra correspondiente a $0.5 \cdot h$, para este caso corresponde a 0.30, los cuales se aplicaron a 0.05 y 0.95 de la longitud de la columna, como se muestra en la figura.

Así también, se definieron las rotulas en las vigas de forma automática mediante las tablas de la ASCE 41-17, para el cual se optó utilizar la tabla 10-7 Concrete Beams-flexure, y que trabaje para el caso de la envolvente. Asimismo, estos también fueron aplicados a 0.05 y 0.95 de la longitud de la viga, como se muestra en las siguientes figuras:

5.10.2. Aplicación del desplazamiento incremental

Enseguida, se procedió a aplicar el desplazamiento incremental en la dirección X e Y, con la finalidad de obtener la curva de capacidad de la estructura propuesta.

5.10.2.1. Estructura Aporticada – Convencional

Figura N° 66

Aplicación de desplazamiento incremental en dirección "X"

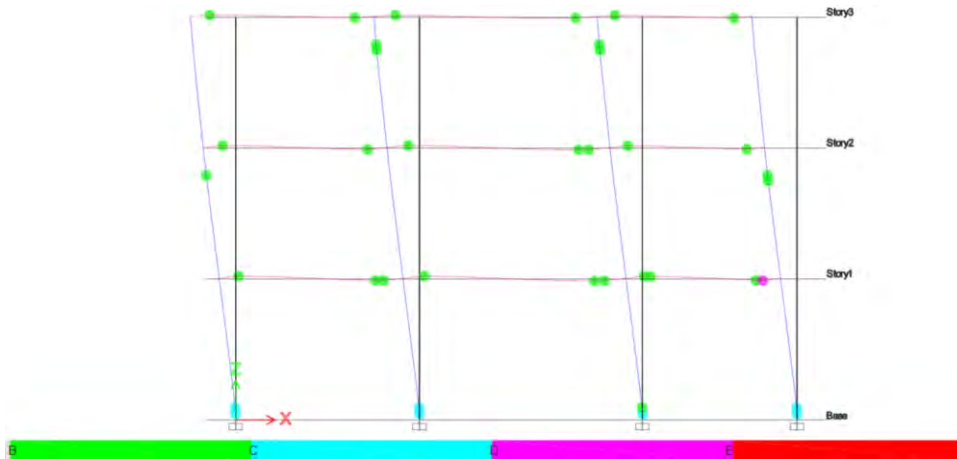
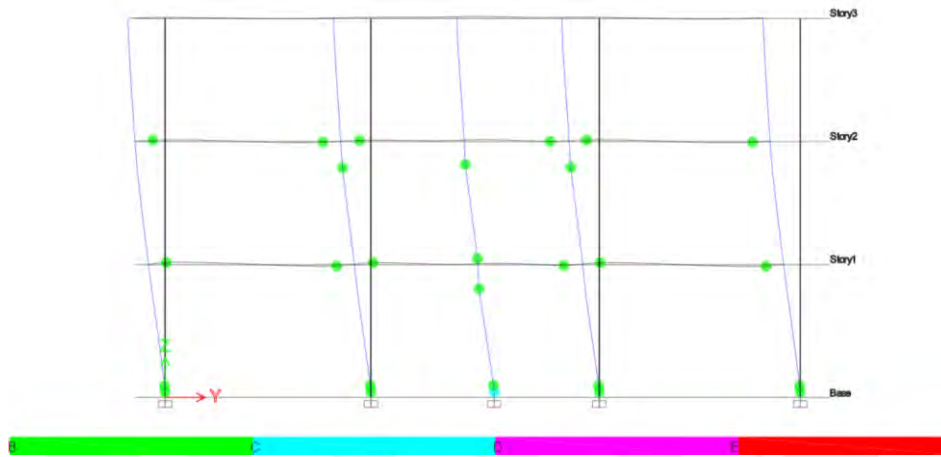


Figura N° 67
Aplicación de desplazamiento incremental en dirección "Y"



5.10.2.2. Estructura Dual – Convencional

Figura N° 68
Aplicación de desplazamiento incremental en dirección "X"

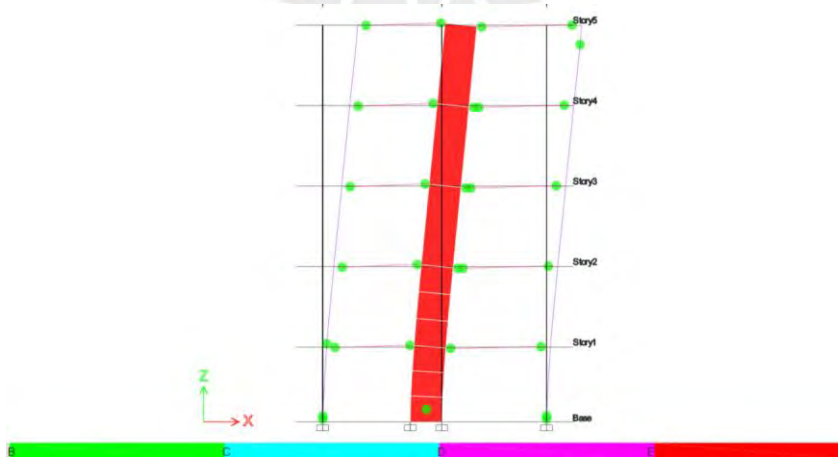
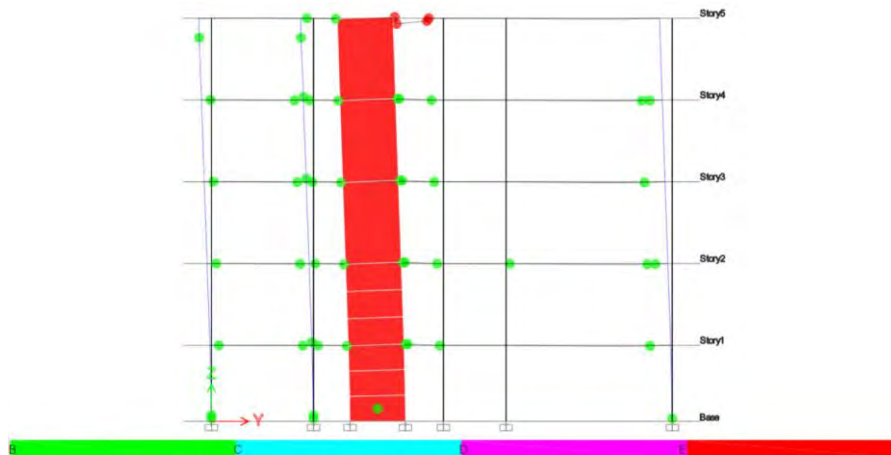


Figura N° 69

Aplicación de desplazamiento incremental en dirección "Y"



5.10.2.3. Estructura de Muros Estructurales – Convencional

Figura N° 70

Aplicación de desplazamiento incremental en dirección "X"

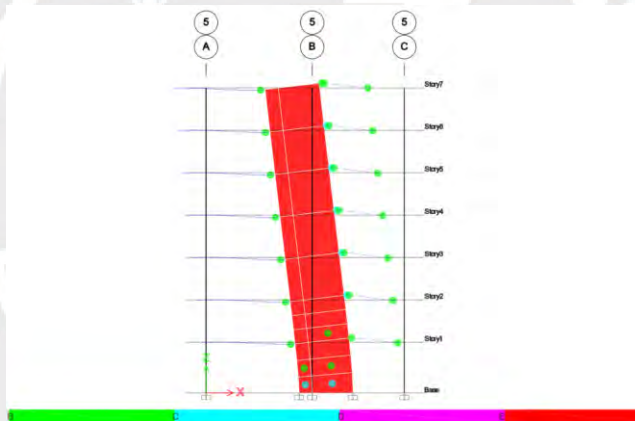
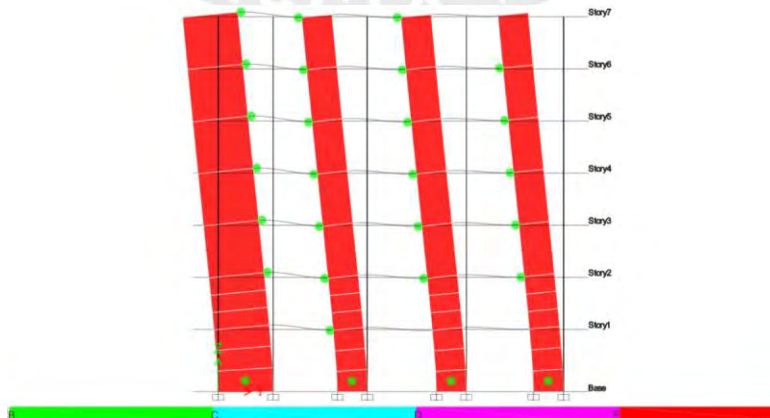


Figura N° 71

Aplicación de desplazamiento incremental en dirección "Y"



Cabe precisar que, para cada una de las edificaciones el patrón de desplazamientos estuvo condicionado a la forma del modo más representativo de cada dirección de análisis. Estos fueron el modo 1 para la dirección X y el modo 2 para la dirección Y.

5.11. Curva de Capacidad y Sectorización SEAOC

Se aplico desplazamientos incrementales a la estructura, y que hará que se defleccione de tal modo que, a partir de cierta fuerza aplicada, comienza a producirse fallas locales, por efecto de la formación de rótulas plásticas. Esta curva de capacidad grafica dicha deformación lateral.

La forma de la curva está definida por la naturaleza del desplazamiento incremental, la capacidad resistente de los componentes individuales, la configuración estructural que permite la distribución de esfuerzos y la posibilidad de la estructura para redistribuirlos y de esta manera agotar la capacidad de todos los elementos resistentes de ser posible.

Se establece el nivel de ocupación inmediata al 30% de la capacidad plástica; resguardo de vida, 60% de la capacidad plástica; y cerca al colapso, 80% de la capacidad plástica. A continuación, se grafican los puntos de desempeño obtenidos, en ambas direcciones, de los tres edificios estudiados, correspondientes a un sismo de servicio, diseño y máximo.

5.11.1. Estructura Aporticada

Figura N° 72

Curva de Capacidad y sectorización para el Sismo en Dirección “X” – Edificio Aporticado

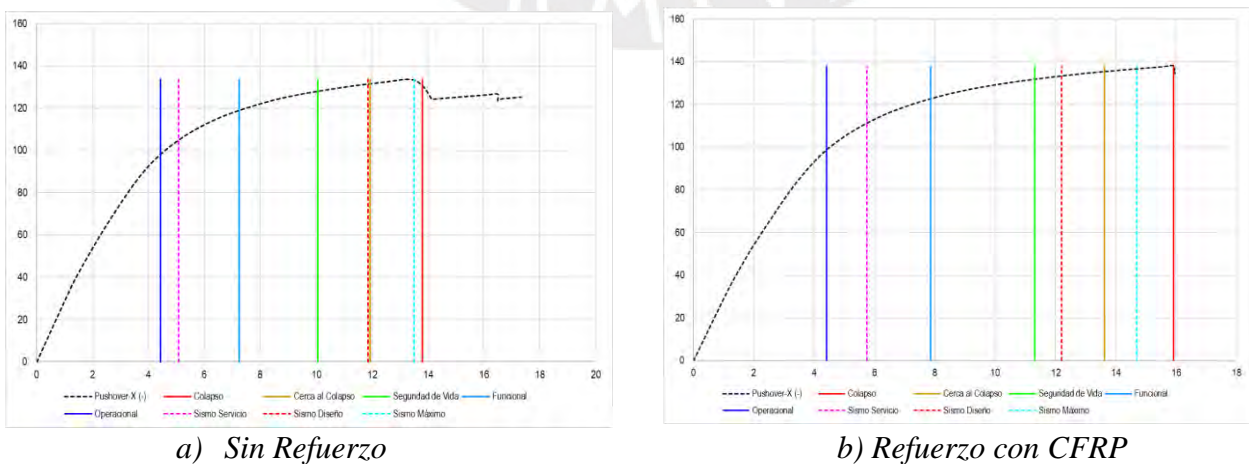
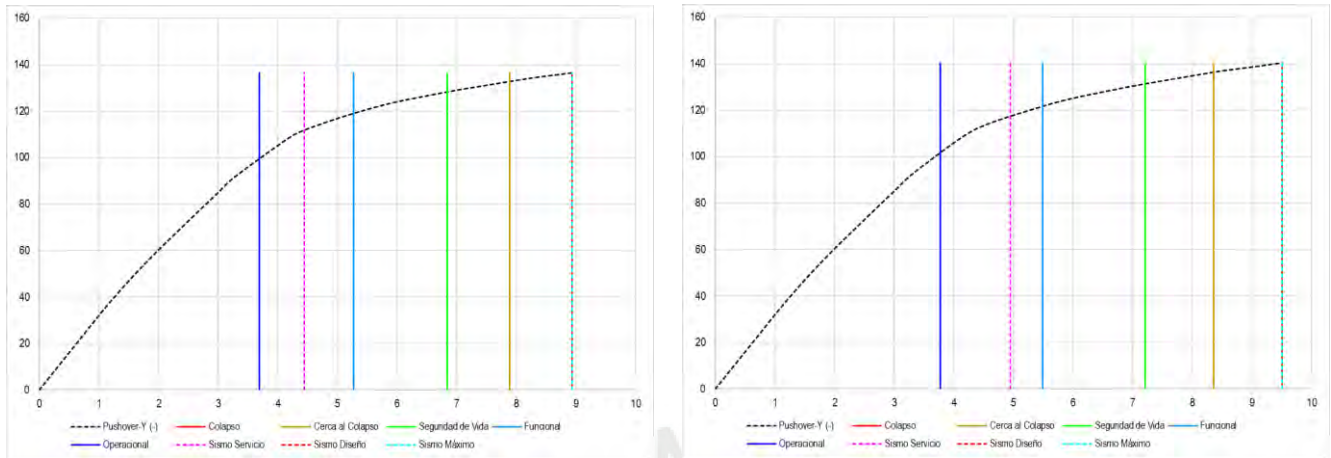


Figura N° 73

Curva de Capacidad y sectorización para el Sismo en Dirección "Y" - Edificio Aporticado



c) Sin Refuerzo

d) Refuerzo con CFRP

Tabla 38

Comparación de las respuestas del análisis no lineal estático - Edificio Aporticado

Sismo	Δp_x (cm)		Δp_y (cm)	
	Sin reforzar	Con refuerzo	Sin reforzar	Con refuerzo
Sismo de servicio	5.089	5.750	4.438	4.945
Sismo de diseño	11.867	12.208	8.936	9.503
Sismo Máximo	13.502	14.691	-	-

Tabla 39

Comparación y verificación del nivel de desempeño estructural en Dirección X - Edificio Aporticado

Análisis Estático No Lineal - Dirección XX - Edificio Aporticado						
Sismo	Edificación	Nivel de Desempeño Estructural				
		Operacional	Funcional	Seguridad de vida	Cerca al Colapso	Colapso
Sismo de servicio	Sin reforzar		■			
	Con refuerzo		■			
Sismo de diseño	Sin reforzar			■		
	Con refuerzo			■		
Sismo Máximo	Sin reforzar				■	
	Con refuerzo				■	

Tabla 40

Comparación y verificación del nivel de desempeño estructural en Dirección Y - Edificio Aporticado

Análisis Estático No Lineal - Dirección YY - Edificio Aporticado						
Sismo	Edificación	Nivel de Desempeño Estructural				
		Operacional	Funcional	Seguridad de vida	Cerca al Colapso	Colapso
Sismo de servicio	Sin reforzar		■			
	Con refuerzo		■			
Sismo de diseño	Sin reforzar				■	
	Con refuerzo				■	
Sismo Máximo	Sin reforzar					■
	Con refuerzo					■

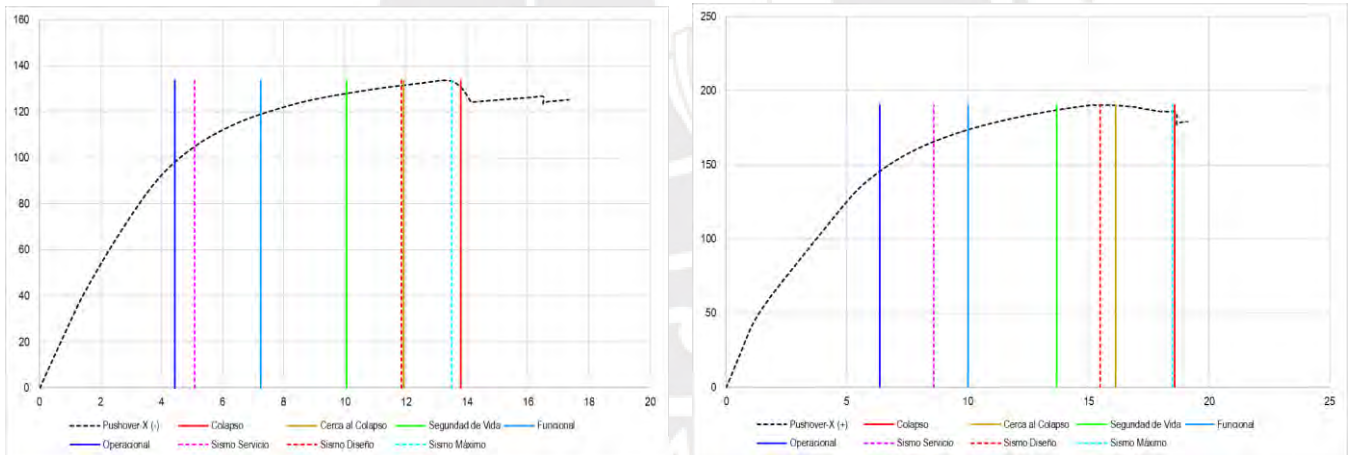
Se puede observar de las figuras N°70 y N°71 se muestran las curvas de capacidad sectorizadas y los puntos de desempeño para ambas direcciones de análisis, para el caso de sismo de servicio en dirección X, ambas edificaciones (Reforzado y no Reforzado) se encuentran en un nivel de desempeño funcional, para el sismo de diseño ambas se encuentran en un nivel de seguridad de vida, el mismo nivel de desempeño se obtiene para la dirección de análisis Y, por lo tanto, se puede determinar que lo que sugiere que en el rango elástico e inelástico a un nivel global de la estructura, el refuerzo con CFRP en ciertos elementos estructurales, no tiene un impacto significativo en la capacidad de la estructura, en ese sentido, comportamiento estructural es muy parecido.

5.11.2. Estructura Dual

Obtenemos la curva de capacidad en dirección x para el caso del PUSH XX, como se muestra en la siguiente figura:

Figura N° 74

Curva de Capacidad y sectorización para el Sismo en Dirección "X" - Edificio Dual



a) Sin Refuerzo

b) Refuerzo con CFRP

Figura N° 75

Curva de Capacidad y sectorización para el Sismo en Dirección “Y” – Edificio Dual

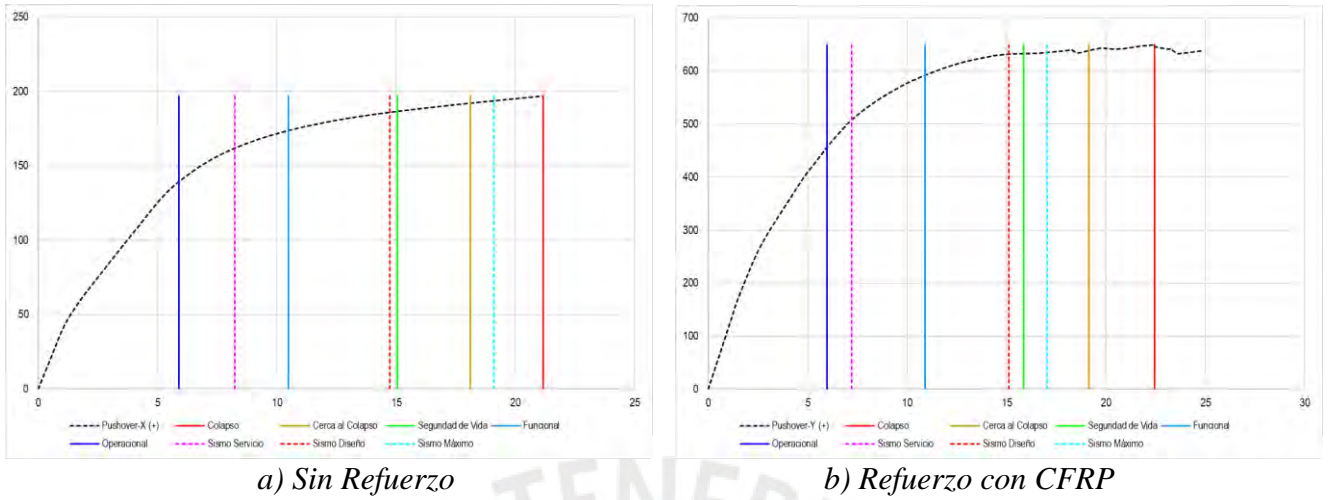


Tabla 41

Comparación de las respuestas del análisis no lineal estático - Edificio Dual

Sismo	Δp_x (cm)		Δp_y (cm)	
	Sin reforzar	Con refuerzo	Sin reforzar	Con refuerzo
Sismo de servicio	8.229	8.606	6.525	7.073
Sismo de diseño	14.740	15.494	11.139	12.939
Sismo Máximo	19.111	18.500	-	13.455

Tabla 42

Comparación y verificación del nivel de desempeño estructural en Dirección X - Edificio Dual

Análisis Estático No Lineal - Dirección XX - Edificio Dual						
Nivel de Desempeño Estructural						
Sismo	Edificación	Operacional	Funcional	Seguridad de vida	Cerca al Colapso	Colapso

Sismo de servicio	Sin reforzar	[Red] [Yellow]
	Con refuerzo	
Sismo de diseño	Sin reforzar	[Red] [Yellow]
	Con refuerzo	
Sismo Máximo	Sin reforzar	[Red] [Yellow]
	Con refuerzo	

Tabla 43

Comparación y verificación del nivel de desempeño estructural en Dirección Y - Edificio Dual

		Análisis Estático No Lineal - Dirección YY - Edificio Dual				
Sismo	Edificación	Nivel de Desempeño Estructural				
		Operacional	Funcional	Seguridad de vida	Cerca al Colapso	Colapso
Sismo de servicio	Sin reforzar			[Red]		
	Con refuerzo			[Yellow]		
Sismo de diseño	Sin reforzar					[Red]
	Con refuerzo					[Yellow]
Sismo Máximo	Sin reforzar					[Red]
	Con refuerzo					[Yellow]

Se puede observar de las figuras N°72 y N°73, se muestran las curvas de capacidad sectorizadas y los puntos de desempeño para ambas direcciones de análisis, para el caso de sismo de servicio en dirección X, ambas edificaciones (Reforzado y no Reforzado) se puede verificar que para el sismo de servicio y el sismo máximo ambas se encuentran con el mismo nivel de desempeño, existiendo una variación para el sismo de diseño en el cual para el no reforzado se encuentra en nivel de seguridad y para el reforzado en un nivel de

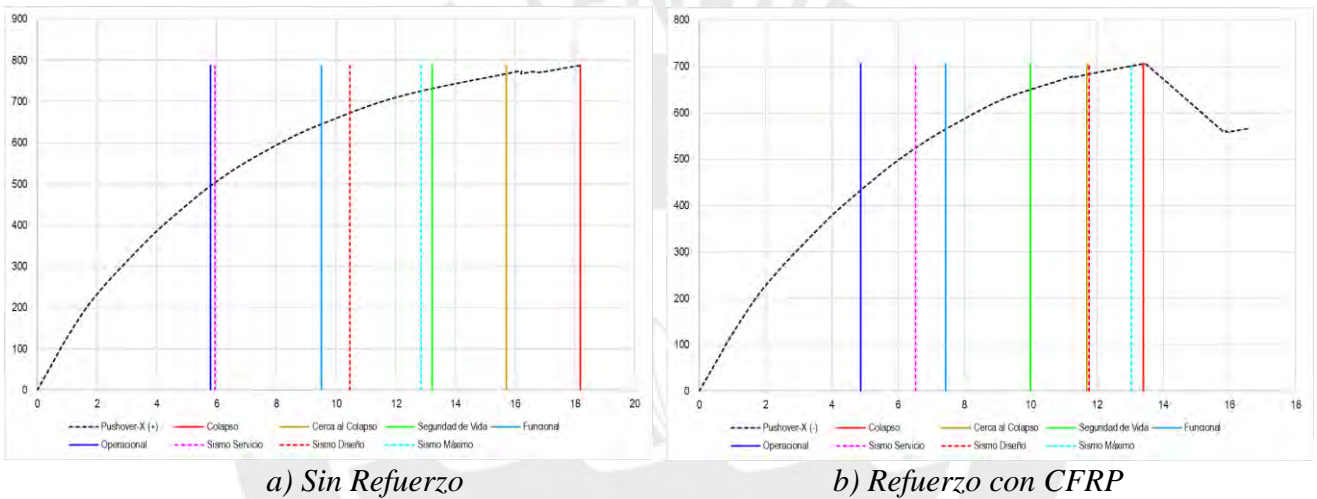
Cerca del colapso, el mismo nivel de desempeño se obtiene para la dirección de análisis Y, por lo tanto, de manera similar, se puede concluir que, tanto en el rango elástico como inelástico a nivel global de la estructura, el refuerzo con CFRP en algunos elementos estructurales no influye de forma significativa en la capacidad de la estructura.

5.11.3. Estructura de Muros Estructurales

Obtenemos la curva de capacidad en dirección x para el caso del PUSH XX, como se muestra en la siguiente figura:

Figura N° 76

Curva de Capacidad y sectorización para el Sismo en Dirección "X" - Edificio Muros Estructurales

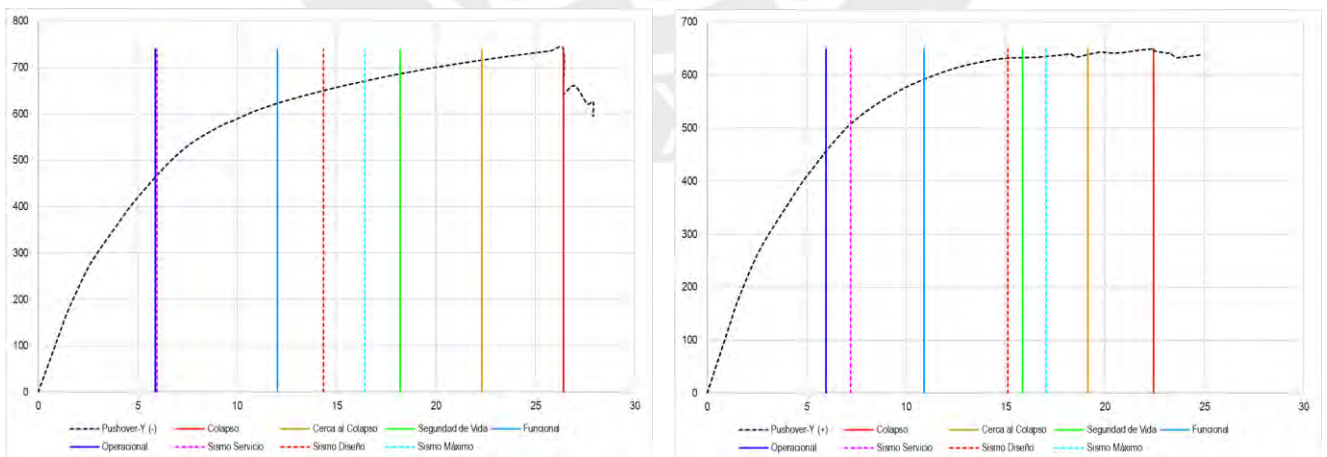


a) Sin Refuerzo

b) Refuerzo con CFRP

Figura N° 77

Curva de Capacidad y sectorización para el Sismo en Dirección "Y" – Edificio Muros Estructurales



a) Sin Refuerzo

b) Refuerzo con CFRP

Tabla 44

Comparación de las respuestas del análisis no lineal estático - Edificio Muros Estructurales

Sismo	Δp_x (cm)		Δp_y (cm)	
	Sin reforzar	Con refuerzo	Sin reforzar	Con refuerzo
Sismo de servicio	5.937	6.518	5.969	7.207
Sismo de diseño	10.462	11.766	14.338	15.118
Sismo Máximo	12.863	13.036	16.422	17.053

Tabla 45

Comparación y verificación del nivel de desempeño estructural en Dirección X - Edificio Muros Estructurales

Análisis Estático No Lineal - Dirección XX - Edificio De Muros Estructurales						
Sismo	Edificación	Nivel de Desempeño Estructural				
		Operacional	Funcional	Seguridad de vida	Cerca al Colapso	Colapso
Sismo de servicio	Sin reforzar					
	Con refuerzo					
Sismo de diseño	Sin reforzar					
	Con refuerzo					
Sismo Máximo	Sin reforzar					
	Con refuerzo					

Tabla 46

Comparación y verificación del nivel de desempeño estructural en Dirección Y - Edificio Muros Estructurales

Análisis Estático No Lineal - Dirección YY - Edificio De Muros Estructurales

Sismo	Edificación	Nivel de Desempeño Estructural				
		Operacional	Funcional	Seguridad de vida	Cerca al Colapso	Colapso
Sismo de servicio	Sin reforzar		Funcional			
	Con refuerzo		Operacional			
Sismo de diseño	Sin reforzar			Seguridad de vida		
	Con refuerzo			Seguridad de vida		
Sismo Máximo	Sin reforzar			Seguridad de vida		
	Con refuerzo				Cerca al Colapso	

Se puede observar de las figuras N°74 y N°75, se muestran las curvas de capacidad sectorizadas y los puntos de desempeño para ambas direcciones de análisis, para el caso de sismo de servicio en dirección X, ambas edificaciones (Reforzado y no Reforzado) se puede verificar que existe una variación en cuanto al nivel de desempeño para el sismo de diseño y el sismo máximo puesto que, ambos sismos la estructura sin refuerzo se mantiene en un nivel de seguridad de vida, y para el caso de la reforzada se encuentran en un nivel de colapso, el mismo nivel de desempeño se obtiene para la dirección de análisis Y a excepción del sismo máximo, por consiguiente, de forma similar, se puede determinar que, en el rango elástico e inelástico a nivel global de la estructura, el refuerzo con CFRP en vigas no tiene un impacto considerable en la capacidad estructural.

Para las tres edificaciones propuestas, se puede señalar que, a un nivel global la resistencia observada de las estructuras reforzadas es prácticamente igual a la de las estructuras sin refuerzo, lo que indica que el refuerzo aplicado no generó una diferencia notable en la capacidad de resistencia a un nivel global. Del mismo modo, el desplazamiento máximo alcanzado por la estructura reforzada tampoco muestra una variación significativa en comparación con la estructura no reforzada a un nivel global. Esto sugiere que el refuerzo, en este caso, no influyó de manera importante en el comportamiento global de la estructura en términos de resistencia y deformación.

5.12. Verificación y comparación de Desempeño a nivel Local

En vista que, se obtuvo la curva de capacidad grafica de la deformación lateral, para la estructura global, en este punto se realizará la obtención de la curva de capacidad y verificación de desempeño a nivel en los elementos estructurales que fueron reforzados, a fin de determinar variaciones entre ambos.

5.12.1. Estructura Aporticado

Figura N° 78

Curva de Capacidad Local para el Sismo en Dirección "Y" – Viga Eje B – Tramo 1-2

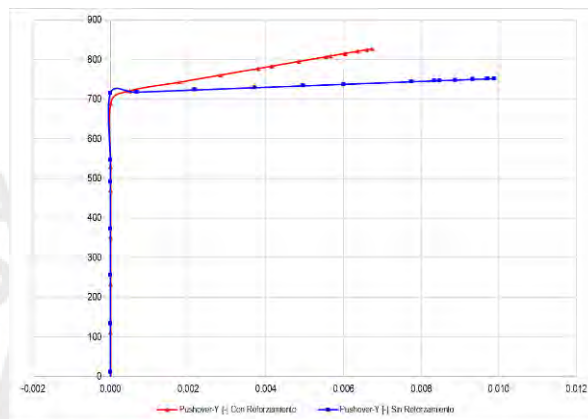
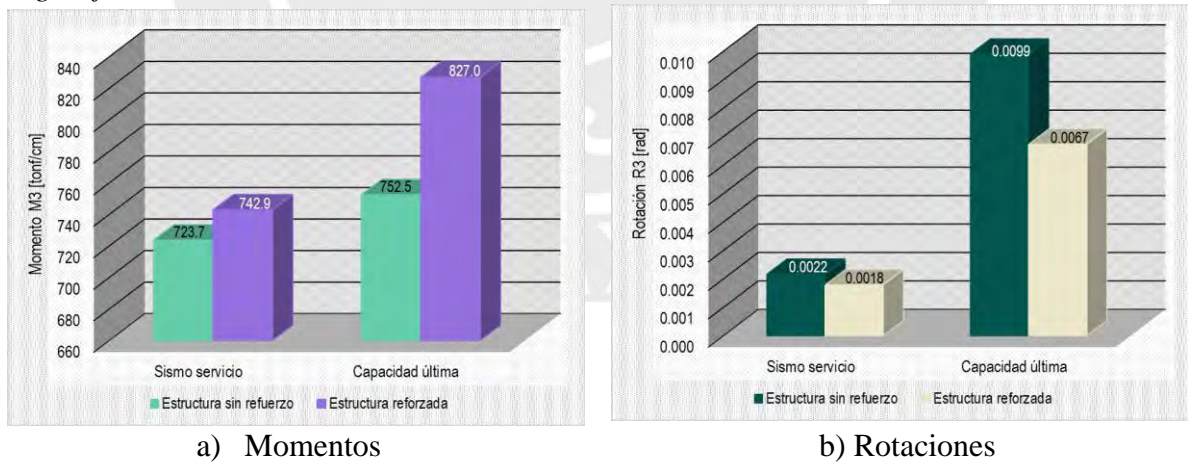


Figura N° 79

Gráfica Comparativa de Capacidad de Momento M3 y Rotación – Dirección "Y" – Viga Eje B – Tramo 1-2



a) Momentos

b) Rotaciones

5.12.2. Estructura Dual

Figura N° 80

Curva de Capacidad Local para el Sismo en Dirección "X" – Viga eje 4 Tramo A-B

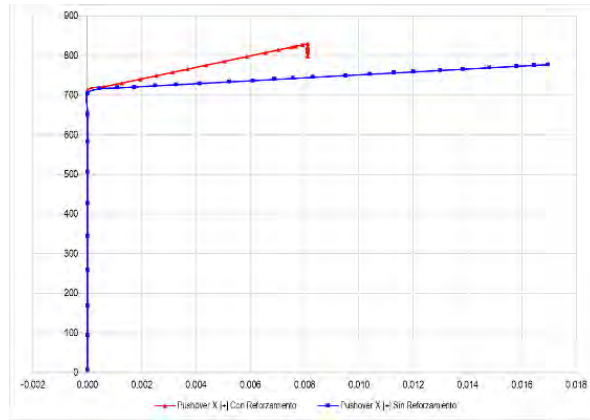
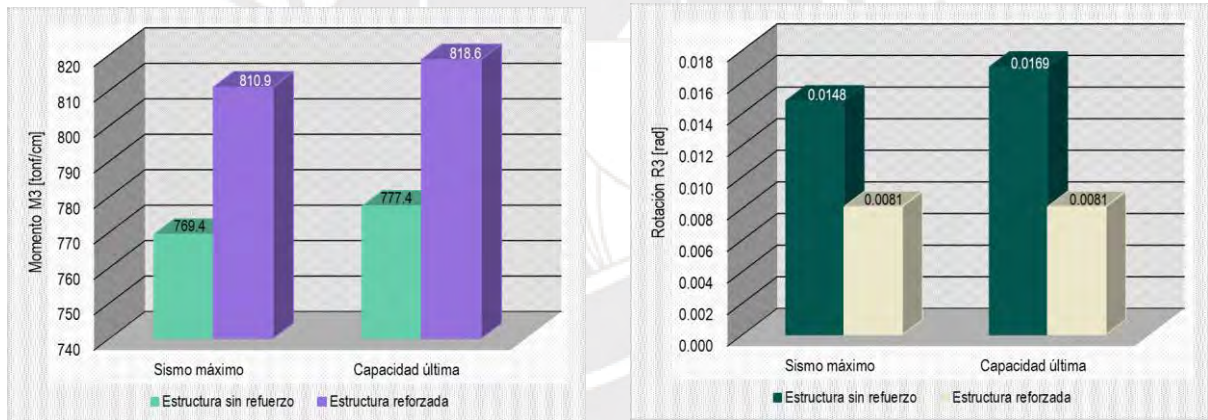


Figura N° 81

Gráfica Comparativa de Capacidad de Momento M_3 y Rotación – Dirección "X" – Viga eje 4 Tramo A-B



a) Momentos

b) Rotaciones

Figura N° 82

Curva de Capacidad Local para el Sismo en Dirección "Y" – Viga Eje B tramo 2-3

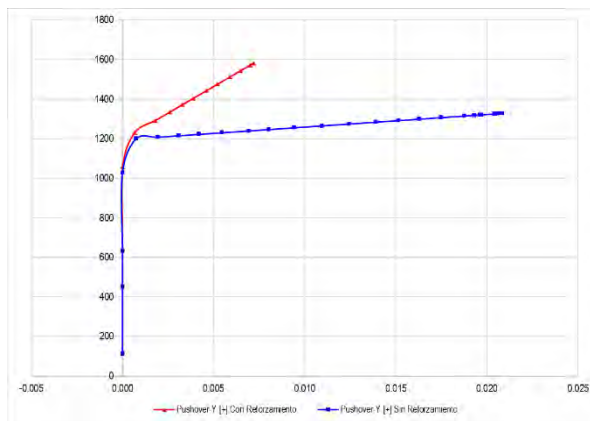
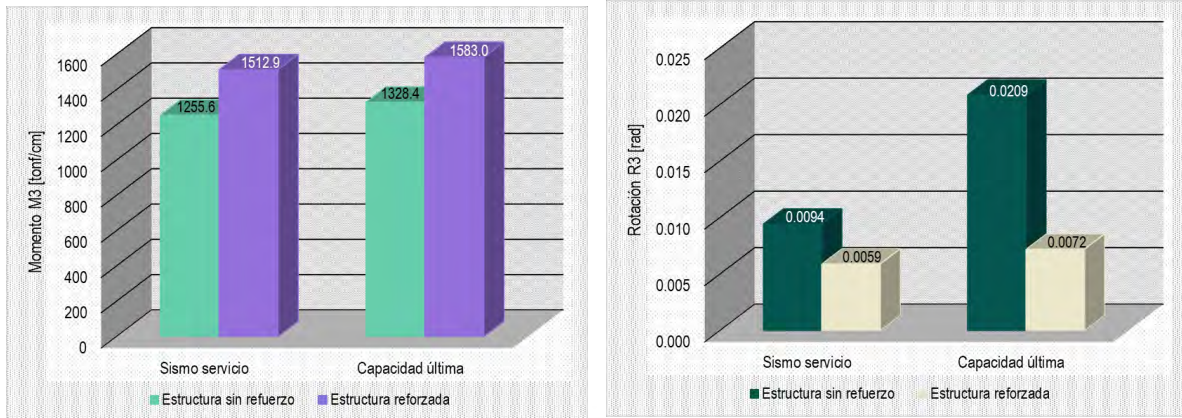


Figura N° 83

Gráfica Comparativa de Capacidad de Momento M3 y rotación – Dirección “Y” – Viga Eje B tramo 2-3



a) Momentos

b) Rotaciones

5.12.3. Estructura de Muros Estructurales

Figura N° 84

Curva de Capacidad Local para el Sismo en Dirección “X” – viga Eje C Tramo 2-3

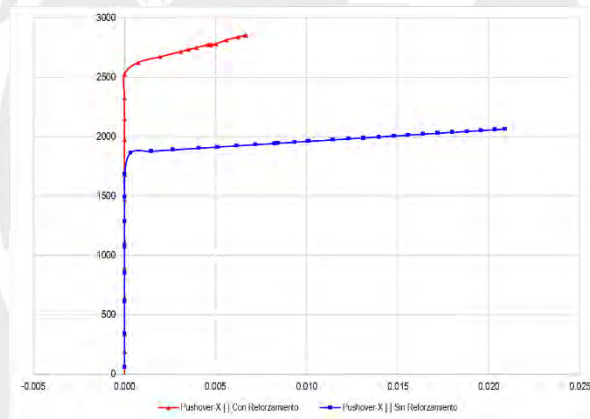
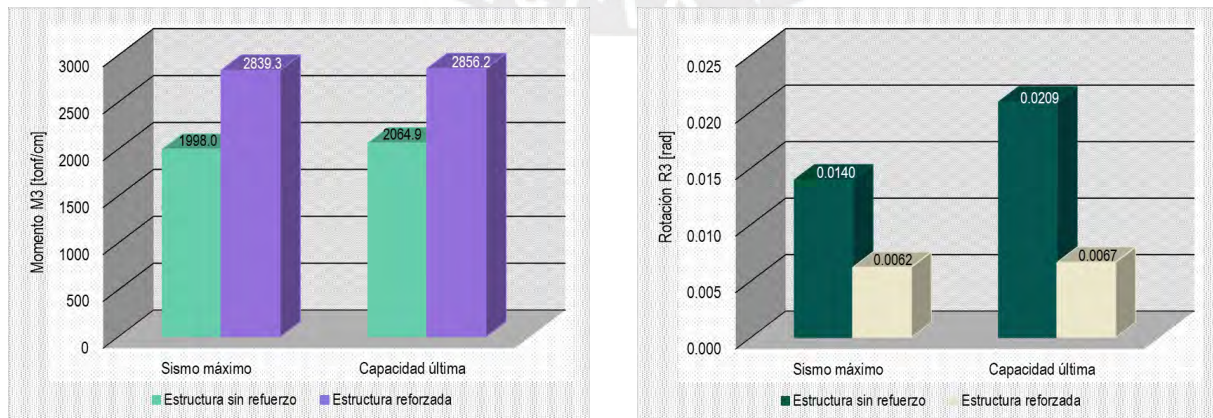


Figura N° 85

Capacidad de Momento M3 y Rotación – Dirección “X” – viga Eje C Tramo 2-3



a) Momentos

b) Rotaciones

Figura N° 86

Curva de Capacidad Local para el Sismo en Dirección “Y” – viga eje C tramo 2-3

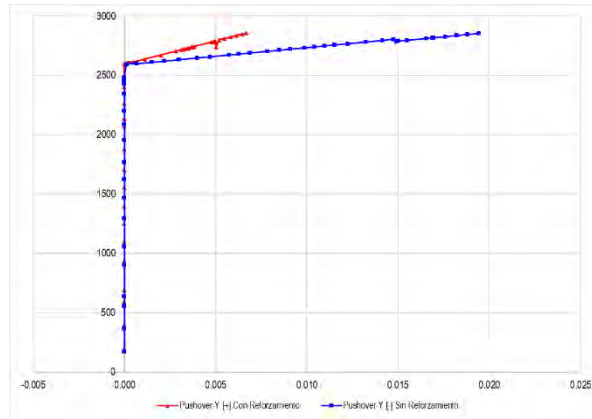
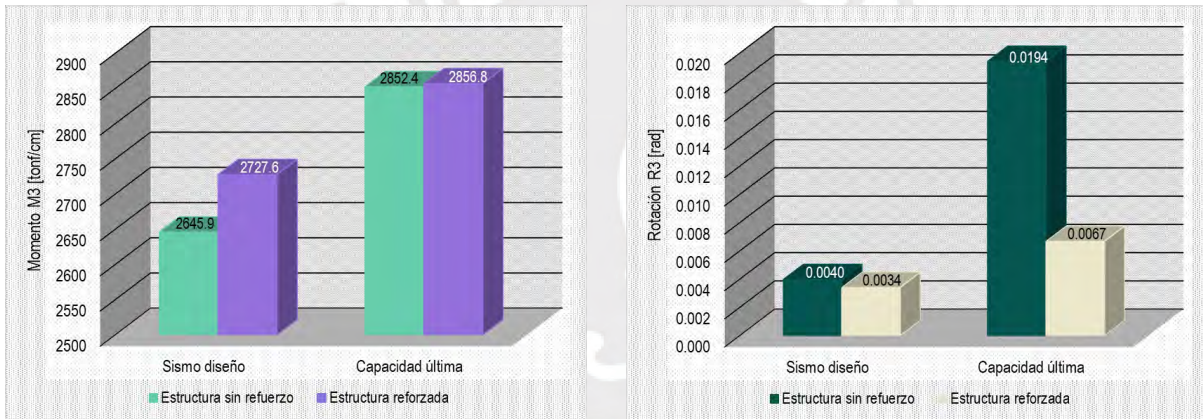


Figura N° 87

Gráfica Comparativa de Capacidad de Momento M3 y rotación – Dirección “Y” – Viga Eje C tramo 2-3



De las figuras N°76, N°78, N°80, N°82, se puede apreciar que a nivel de una verificación local los elementos estructurales, en este caso vigas, que fueron reforzados con CFRP, para todos los casos de las edificaciones de estudio, la curva de capacidad a nivel local, se puede comentar que existe una mejora de la resistencia con respecto a la estructura sin reforzar, sin embargo, de igual manera para todos los casos la ductilidad disminuye. En ese sentido, el refuerzo con CFRP tiene un impacto significativo en la rótula de la viga, ya que incrementa la capacidad máxima de carga. A nivel local, la estructura reforzada es capaz de resistir mayores cargas, sin embargo, presenta menores desplazamientos de la rótula, lo que sugiere una menor ductilidad de la rótula.

5.13. Análisis tiempo Historia No Lineal (ATHNL)

Para el análisis tiempo historia no lineal, se seleccionaron y emplearon acelerogramas o registros sísmicos, basándose en el tipo de suelo y la magnitud de los eventos. De estos

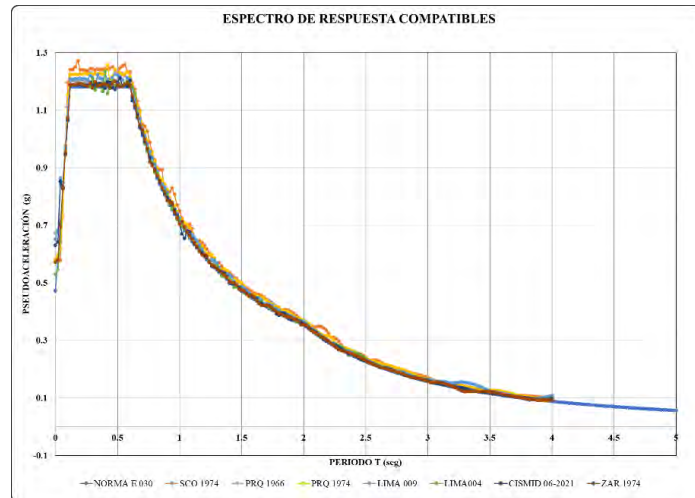
parámetros, el más relevante es el tipo de suelo, ya que impacta directamente en la amplificación o atenuación de las ondas sísmicas. En ese sentido, se utilizaron 7 pares de señales sísmicas que fueron modificadas a un espectro compatible Z4S2 de un sismo raro ($T_r = 475$ años), cada uno incluye dos componentes horizontales en direcciones ortogonales, los cuales fueron procesados por el Software Seismosignal, esto con la finalidad de corregir los registros por línea base y filtrar ruido; a continuación, se muestra un cuadro resumen de los registros sísmicos seleccionados:

Tabla 47
Registros Sísmicos seleccionados

Lugar	Fecha	Coordenadas	Magnitud	Profundidad	PGA (cm/s ²)	
				km	EW	NS
Huaraz-1970	Mayo 31 - 1970	LATITUDE: -12.90 LONGITUDE: -77.33	6.8 Mw	35.00	20.97	-26.06
Lima-1966	Octubre 17 - 1966	LATITUDE: -10.70 LONGITUDE: -78.70	8.1 Mw	24.00	-180.56	-268.24
Lima-1974	Octubre 03 - 1974	LATITUDE: -12.50 LONGITUDE: -77.98	6.6 mb	13.00	-194.21	180.09
Moyobamba- 2005	Marzo 02 - 2005	LATITUDE: -11.88 LONGITUDE: -76.14	5.7 ml	121.00	-24.92	16.85
Pisco-2007	Agosto 15 - 2007	LATITUDE: -16.465 LONGITUDE: -71.493	7.0 ml	40.00	-5.76	-5.76
Piura-2021	Junio 21 - 2022	LATITUDE: -12.76 LONGITUDE: -77.01	6 Mw	45.00	39.75	43.78
Zarate-1974	Enero 05 - 1974	LATITUDE: -12.39 LONGITUDE: -76.29	6.1 mb	91.70	-138.94	-156.30

Figura N° 88

Registros Espectro Compatibles



5.13.1. Aceleraciones Máximas del Análisis Tiempo Historia No lineal – Nivel Global de la Estructura

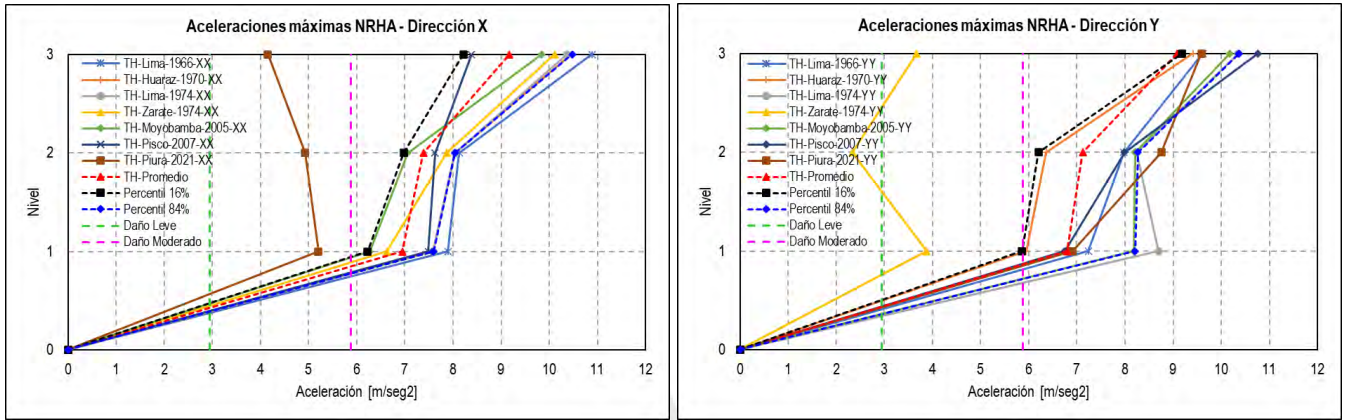
En un análisis tiempo-historia no lineal, las máximas aceleraciones obtenidas proporcionan una comprensión del comportamiento real dinámico de la estructura bajo las condiciones de carga de un evento sísmico en específico. Estos valores son necesarios para evaluar cómo las fuerzas comparan con los límites de diseño. Deben asegurar que los componentes de la estructura tengan suficiente energía disipada para resistir lo suficiente sin daños mayores o colapso, asimismo, conforme a la tabla 5.12 en la versión HAZUS MH MR4 proporciona los valores de las aceleraciones máximas en los pisos, estos valores son de mucha importancia en el proceso de la evaluación de los daños en los componentes no estructurales sensibles, en ese sentido, las aceleraciones pico en los pisos permiten identificar fácilmente la correlación entre la respuesta de la estructura y los probables daños en los componentes no estructurales.

A continuación, se muestran los resultados máximos obtenidos para las aceleraciones al realizar un Análisis Tiempo Historia no Lineal, para los 7 pares de registros.

5.13.1.1. Estructura Aporticada – Convencional y Reforzada

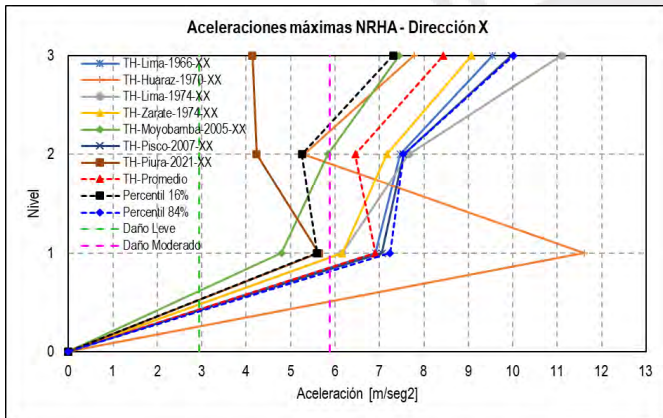
Figura N° 89

Máximas Aceleraciones por Nivel obtenidos del ATHNL – Edificio Aporticado

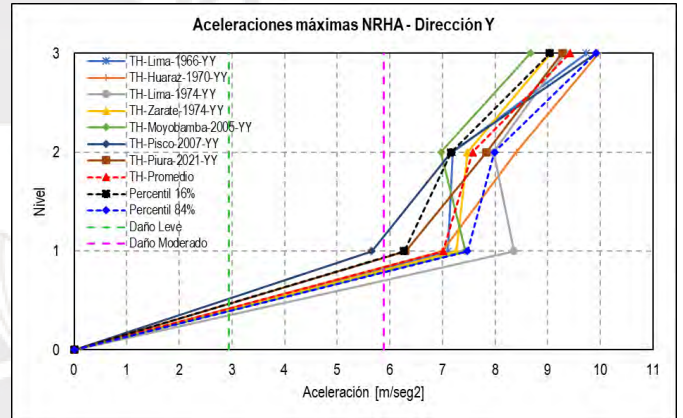


a) Sin refuerzo en dirección X

b) Sin refuerzo en dirección Y



c) Con refuerzo CFRP en dirección X



d) Con refuerzo CFRP en dirección Y

Tras aplicar 7 acelerogramas escalados a un espectro objetivo de sismo máximo considerado $1.3 \cdot ZUCS$ (MCE), la aceleración promedio resultante de los registros en dirección-X contiene un valor de 9.172 m/seg^2 en el tercer nivel. Por lo tanto, según la tabla del Hazus MR4, se evidencia un daño extenso, debido a que se supera la aceleración máxima de entrepiso 5.9 m/seg^2 exigido para el estado de daño moderado. Asimismo, la aceleración promedio resultante de los registros en dirección-Y contiene un valor de 9.082 m/seg^2 en el tercer nivel, por lo cual según la tabla del Hazus MR4 evidencia un daño extenso, debido a que se supera la aceleración máxima de entrepiso 5.9 m/seg^2 exigido para el estado de daño moderado.

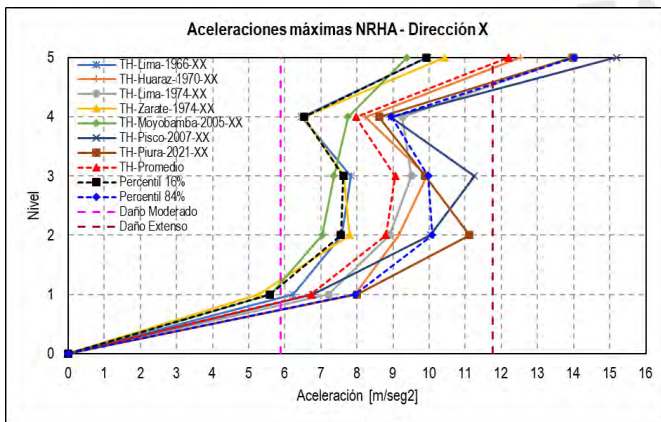
De igual manera, para el caso de la estructura reforzada la aceleración promedio resultante de los registros en dirección-X contiene un valor de 8.437 m/seg^2 en el tercer nivel, por

lo cual según la tabla del Hazus MR4 evidencia un daño extenso, debido a que se supera la aceleración máxima de entrepiso 5.9m/seg² exigido para el estado de daño moderado, de igual manera, la aceleración promedio resultante de los registros en dirección-Y contiene un valor de 9.417m/seg² en el tercer nivel, por lo cual según la tabla del Hazus MR4 evidencia un daño extenso, debido a que se supera la aceleración máxima de entrepiso 5.9m/seg² exigido para el estado de daño moderado.

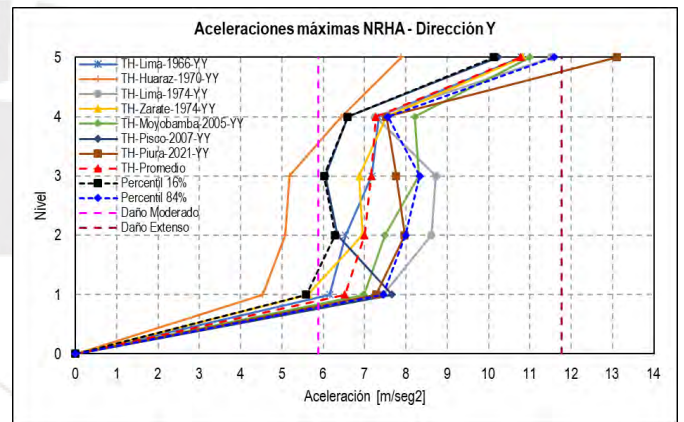
5.13.1.2. Estructura Dual - Convencional y reforzada

Figura N° 90

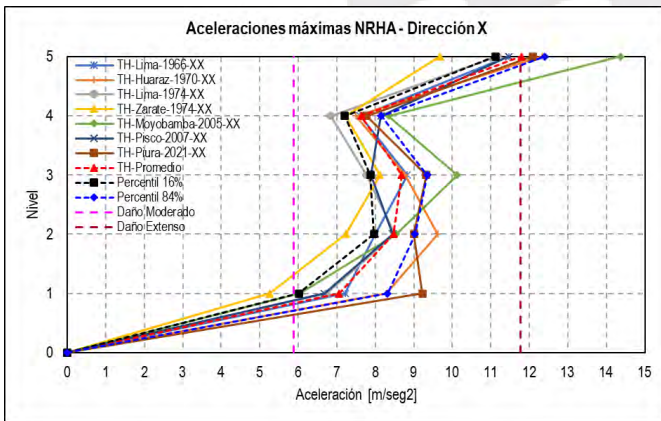
Máximas Aceleraciones por Nivel obtenidos del ATHNL - Edificio Dual



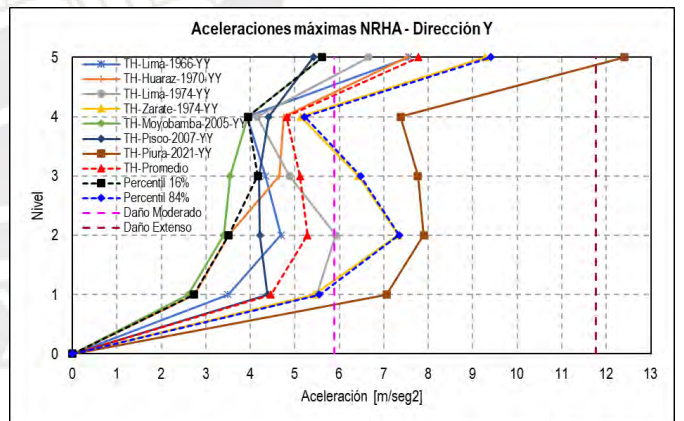
a) Sin refuerzo en dirección X



b) Sin refuerzo en dirección Y



c) Con refuerzo CFRP en dirección X



d) Con refuerzo CFRP en dirección Y

Tras aplicar 7 acelerogramas escalados a un espectro objetivo de sismo máximo considerado 1.3*ZUCS (MCE), la aceleración promedio resultante de los registros en dirección-X contiene un valor de 12.199m/seg² en el quinto nivel, por lo cual según la tabla del Hazus MR4 evidencia un daño completo, debido a que se supera la aceleración máxima de entrepiso 11.8m/seg² exigido para el estado de daño extenso, asimismo, la aceleración promedio resultante de los registros en dirección-Y contiene un valor de 10.766m/seg² en el quinto nivel, por lo cual según la tabla del Hazus MR4 evidencia un

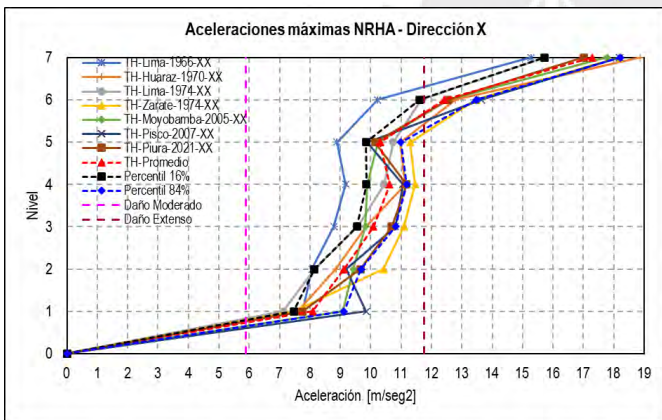
daño extenso, debido a que se supera la aceleración máxima de entrepiso 5.9m/seg² exigido para el estado de daño moderado.

Asimismo, se aprecia que en el caso de la estructura Reforzada la aceleración promedio resultante de los registros en dirección-X contiene un valor de 11.794m/seg² en el quinto nivel, por lo cual según la tabla del Hazus MR4 evidencia un daño extenso, debido a que se supera la aceleración máxima de entrepiso 11.8m/seg² exigido para el estado de daño moderado, asimismo, la aceleración promedio resultante de los registros en dirección-Y contiene un valor de 7.778m/seg² en el quinto nivel, por lo cual según la tabla del Hazus MR4 evidencia un daño extenso, debido a que se supera la aceleración máxima de entrepiso 5.9m/seg² exigido para el estado de daño moderado.

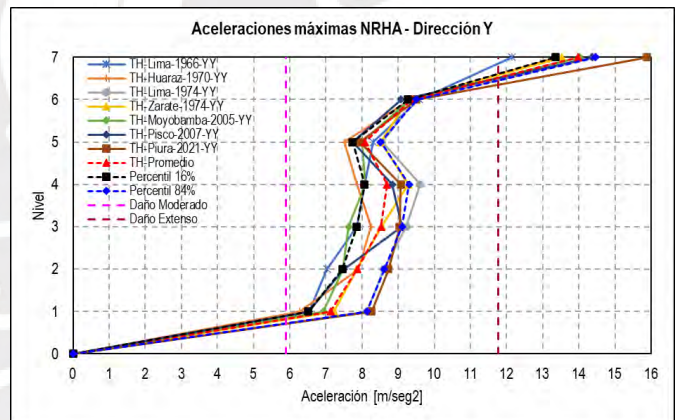
5.13.1.3. Estructura Muros estructurales- Convencional y reforzada

Figura N° 91

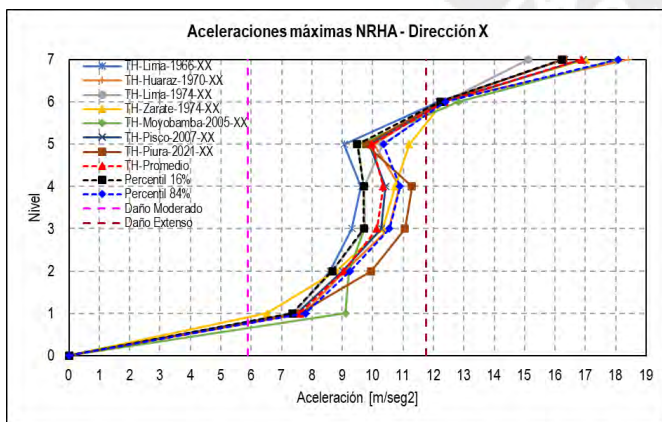
Máximas Aceleraciones por Nivel obtenidos del ATHNL - Edificio Muros estructurales



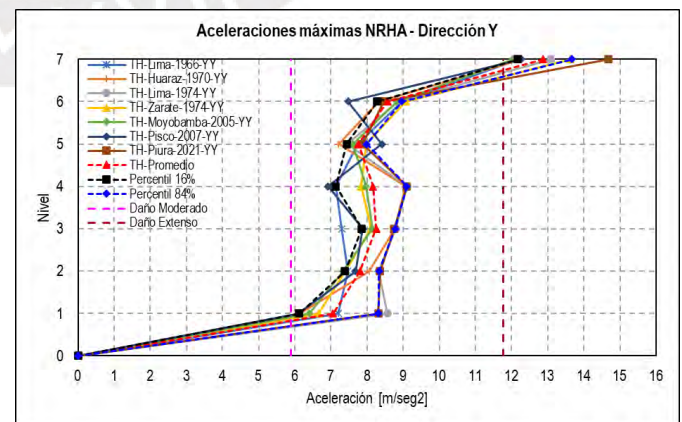
a) Sin refuerzo en dirección X



b) Sin refuerzo en dirección Y



c) Con refuerzo CFRP en dirección X



d) Con refuerzo CFRP en dirección Y

Tras aplicar 7 acelerogramas escalados a un espectro objetivo de sismo máximo considerado $1.3 \cdot ZUCS$ (MCE), la aceleración promedio resultante de los registros en dirección-X contiene un valor de 17.292 m/seg^2 en el séptimo nivel, por lo cual según la tabla del Hazus MR4 evidencia un daño completo, debido a que se supera la aceleración máxima de entrepiso 11.8 m/seg^2 exigido para el estado de daño extenso, asimismo, la aceleración promedio resultante de los registros en dirección-Y contiene un valor de 13.969 m/seg^2 en el séptimo nivel, por lo cual según la tabla del Hazus MR4 evidencia un daño completo, debido a que se supera la aceleración máxima de entrepiso 11.8 m/seg^2 exigido para el estado de daño extenso.

Para el caso de la estructura reforzada se tiene que, la aceleración promedio resultante de los registros en dirección-X contiene un valor de 16.873 m/seg^2 en el séptimo nivel, por lo cual según la tabla del Hazus MR4 evidencia un daño completo, debido a que se supera la aceleración máxima de entrepiso 11.8 m/seg^2 exigido para el estado de daño extenso, y; la aceleración promedio resultante de los registros en dirección-Y contiene un valor de 12.875 m/seg^2 en el séptimo nivel, por lo cual según la tabla del Hazus MR4 evidencia un daño completo, debido a que se supera la aceleración máxima de entrepiso 11.8 m/seg^2 exigido para el estado de daño extenso.

5.13.2. Derivas Máximas del Análisis Tiempo Historia No lineal – Nivel Global de la Estructura

En el análisis tiempo-historia no lineal, las derivas máximas obtenidas son un parámetro crítico para evaluar el comportamiento de una estructura frente a un evento sísmico. Las derivas (o drifts) representan el desplazamiento relativo entre los pisos de una estructura y son indicadores clave de la deformación inelástica. Valores altos de deriva pueden señalar potenciales daños estructurales o no estructurales, además de comprometer la estabilidad global. Asimismo, conforme a la Tabla 5.9a de HAZUS MH -MR4, que detalla los *Structural Fragility Curve Parameters* para edificaciones con un nivel de diseño sísmico alto (*high code*), estos parámetros permiten establecer la probabilidad de daño estructural bajo distintos niveles de aceleración sísmica.

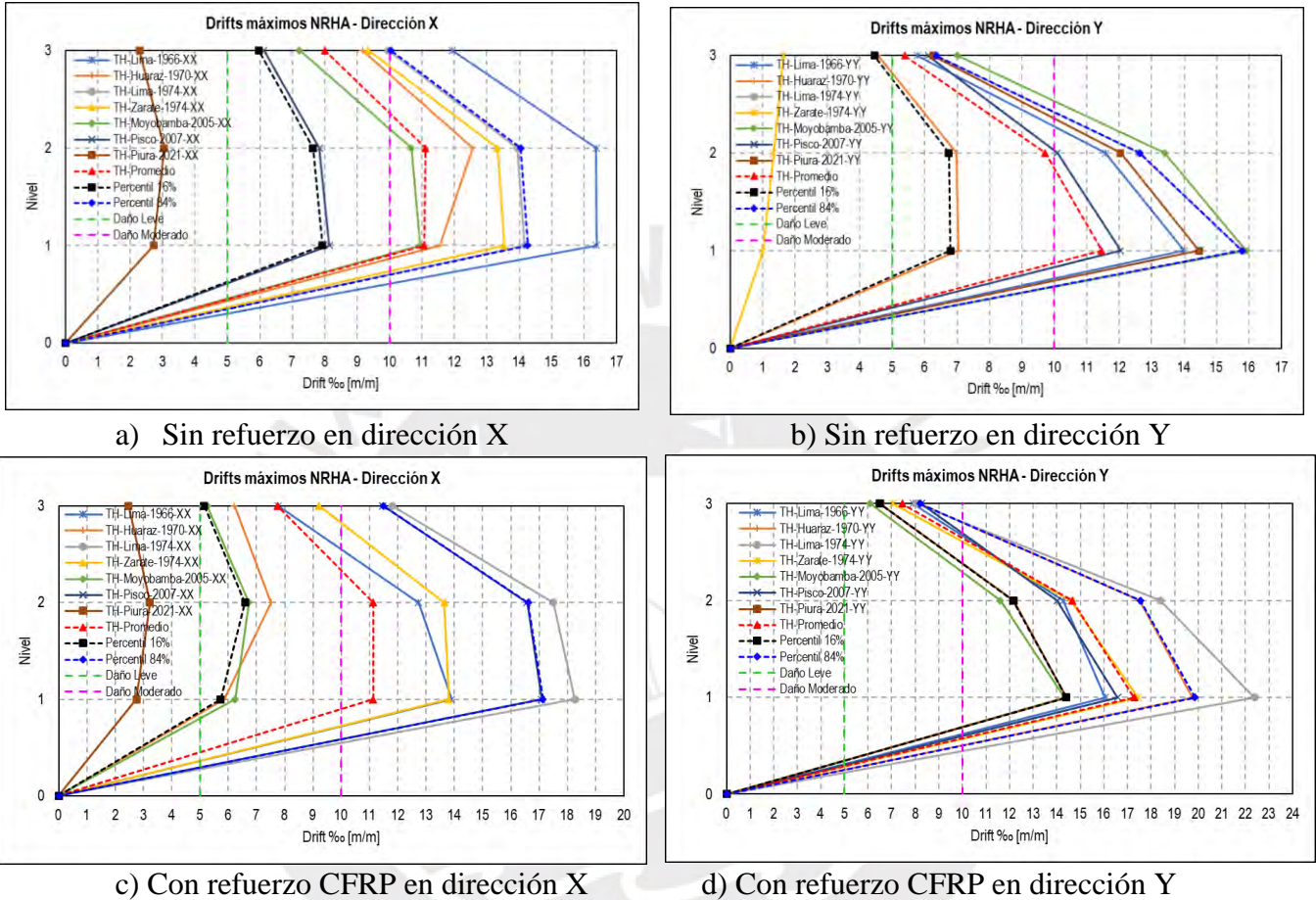
La combinación de los resultados de las derivas máximas con los parámetros de las curvas de fragilidad proporciona una visión integral del comportamiento sísmico de la estructura, permitiendo determinar su desempeño ante diferentes niveles de demanda sísmica y ayudar en la toma de decisiones sobre refuerzos o mejoras necesarias.

A continuación, se muestran los resultados máximos obtenidos para las derivas al realizar un Análisis Tiempo Historia no Lineal, para los 7 pares de registros.

5.13.2.1. Estructura Aporticada – Convencional y reforzada

Figura N° 92

Derivas Máximas por Nivel obtenidos del ATHNL - Edificio Aporticado



Tras aplicar 7 acelerogramas escalados a un espectro objetivo de sismo máximo considerado $1.3 \cdot ZUCS$ (MCE), el drift promedio resultante de los registros en dirección-X contiene un valor de $11.107/1000$ en el segundo nivel, por lo cual según la tabla del Hazus MR4 evidencia un daño extenso, debido a que se supera la distorsión máxima de entrepiso $10/1000$ exigido para el estado de daño moderado, de igual forma, el drift promedio resultante de los registros en dirección-Y contiene un valor de $11.464/1000$ en el primer nivel, por lo cual según la tabla del Hazus MR4 evidencia un daño extenso, debido a que se supera la distorsión máxima de entrepiso $10/1000$ exigido para el estado de daño moderado.

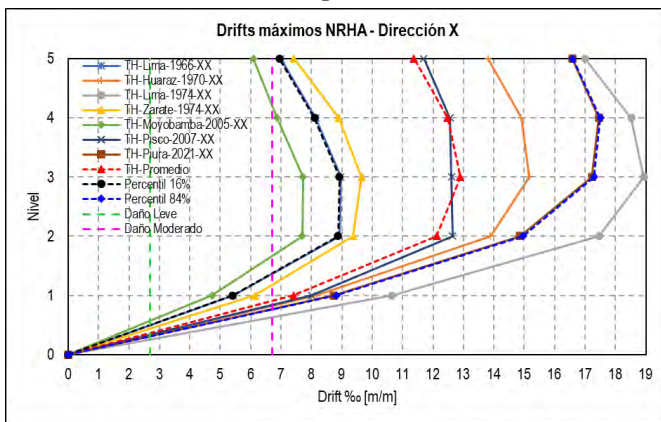
Se puede observar que en el caso de la estructura reforzada, el drift promedio resultante de los registros en dirección-X contiene un valor de $11.133/1000$ en el segundo nivel, por

lo cual según la tabla del Hazus MR4 evidencia un daño extenso, debido a que se supera la distorsión máxima de entrepiso 10/1000 exigido para el estado de daño moderado, asimismo, el drift promedio resultante de los registros en dirección-Y contiene un valor de 17.281/1000 en el primer nivel, por lo cual según la tabla del Hazus MR4 evidencia un daño extenso, debido a que se supera la distorsión máxima de entrepiso 10/1000 exigido para el estado de daño moderado.

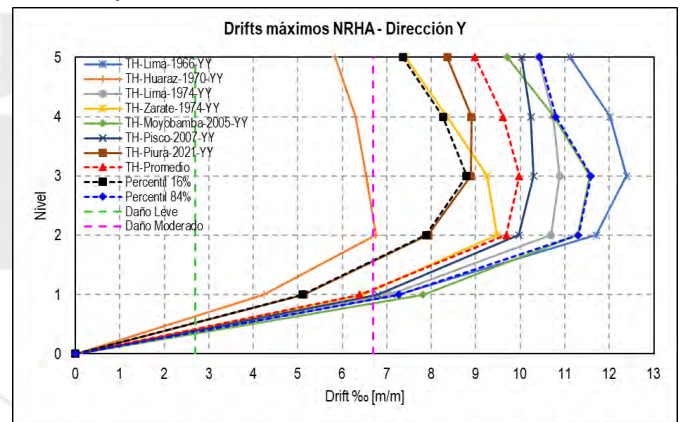
5.13.2.2. Estructura Dual – Convencional y reforzada

Figura N° 93

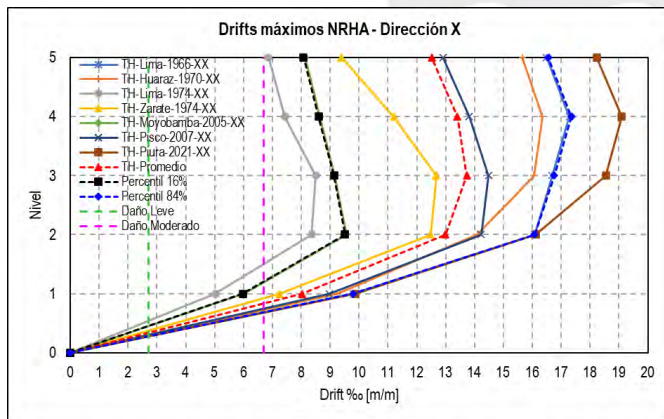
Derivas Máximas por Nivel obtenidos del ATHNL - Edificio Dual



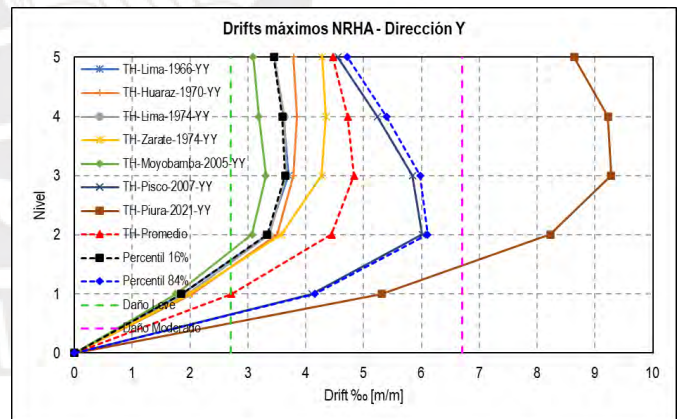
a) Sin refuerzo en dirección X



b) Sin refuerzo en dirección Y



c) Con refuerzo CFRP en dirección X



d) Con refuerzo CFRP en dirección Y

El drift promedio resultante de los registros en dirección-X contiene un valor de 12.898/1000 en el tercer nivel, por lo cual según la tabla del Hazus MR4 evidencia un daño extenso, debido a que se supera la distorsión máxima de entrepiso 6.7/1000 exigido para el estado de daño moderado., asimismo, se puede observar que el drift promedio resultante de los registros en dirección-Y contiene un valor de 9.974/1000 en el tercer nivel, por lo cual según la tabla del Hazus MR4 evidencia un daño extenso, debido a que

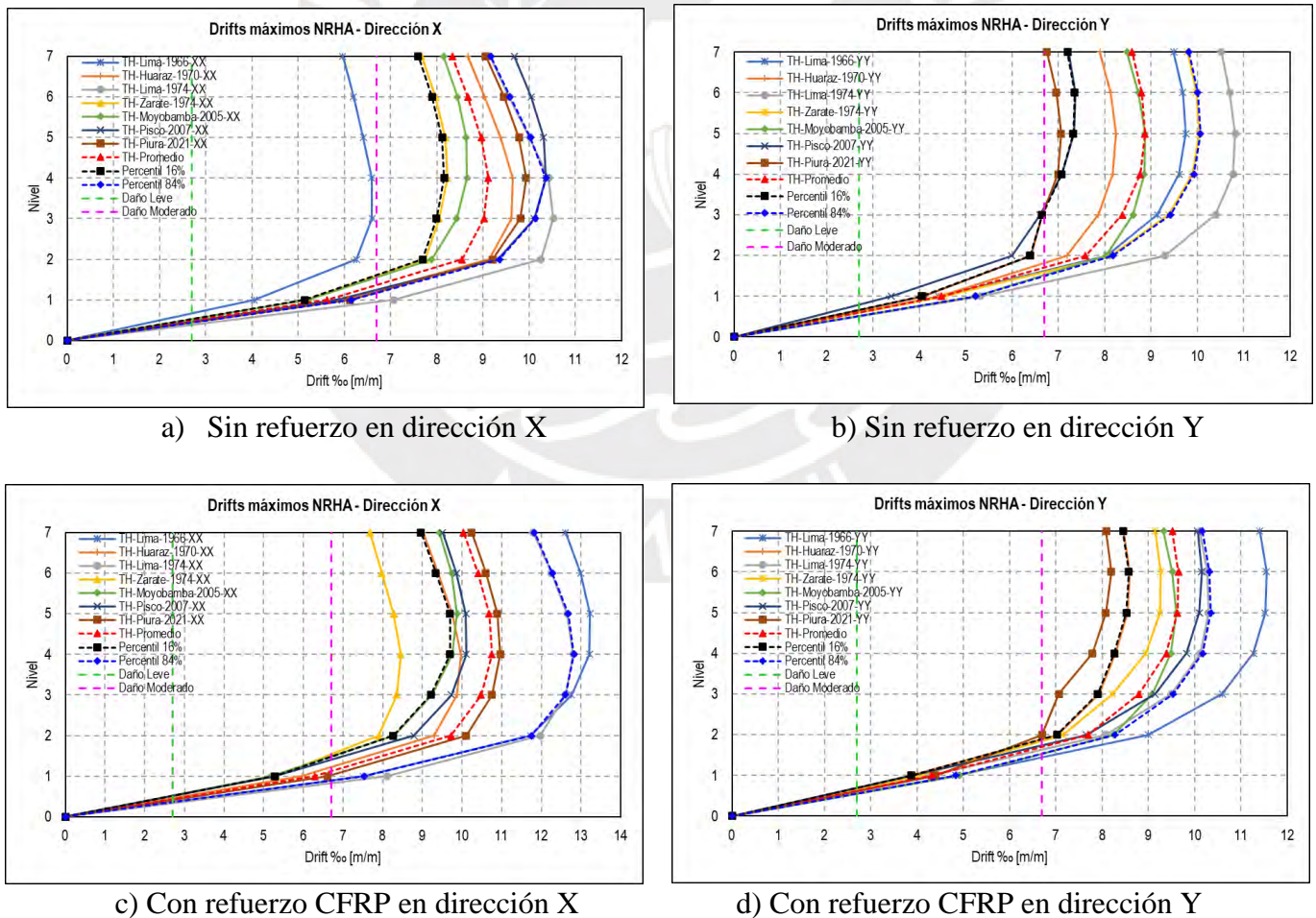
se supera la distorsión máxima de entrepiso 6.7/1000 exigido para el estado de daño moderado.

De igual forma para el caso de la estructura reforzada, el drift promedio resultante de los registros en dirección-X contiene un valor de 13.731/1000 en el tercer nivel, por lo cual según la tabla del Hazus MR4 evidencia un daño extenso, debido a que se supera la distorsión máxima de entrepiso 6.7/1000 exigido para el estado de daño moderado, el drift promedio resultante de los registros en dirección-Y contiene un valor de 4.838/1000 en el tercer nivel, por lo cual según la tabla del Hazus MR4 evidencia un daño moderado, debido a que se supera la distorsión máxima de entrepiso 2.7/1000 exigido para el estado de daño leve.

5.13.2.3. Estructura de Muros Estructurales – Convencional y reforzada

Figura N° 94

Derivas Máximas por Nivel obtenidos del ATHNL - Edificio Muros Estructurales



Tras aplicar 7 acelerogramas escalados a un espectro objetivo de sismo máximo considerado $1.3 \cdot ZUCS$ (MCE), el drift promedio resultante de los registros en dirección-

X contiene un valor de 9.117/1000 en el cuarto nivel, por lo cual según la tabla del Hazus MR4 evidencia un daño extenso, debido a que se supera la distorsión máxima de entrepiso 6.7/1000 exigido para el estado de daño moderado, de igual manera, el drift promedio resultante de los registros en dirección-Y contiene un valor de 8.870/1000 en el quinto nivel, por lo cual según la tabla del Hazus MR4 evidencia un daño extenso, debido a que se supera la distorsión máxima de entrepiso 6.7/1000 exigido para el estado de daño moderado.

Se observa que para el caso de la estructura reforzada, el drift promedio resultante de los registros en dirección-X contiene un valor de 10.752/1000 en el cuarto nivel, por lo cual según la tabla del Hazus MR4 evidencia un daño extenso, debido a que se supera la distorsión máxima de entrepiso 6.7/1000 exigido para el estado de daño moderado, de igual manera, el drift promedio resultante de los registros en dirección-Y contiene un valor de 9.647/1000 en el sexto nivel, por lo cual según la tabla del Hazus MR4 evidencia un daño extenso, debido a que se supera la distorsión máxima de entrepiso 6.7/1000 exigido para el estado de daño moderado.

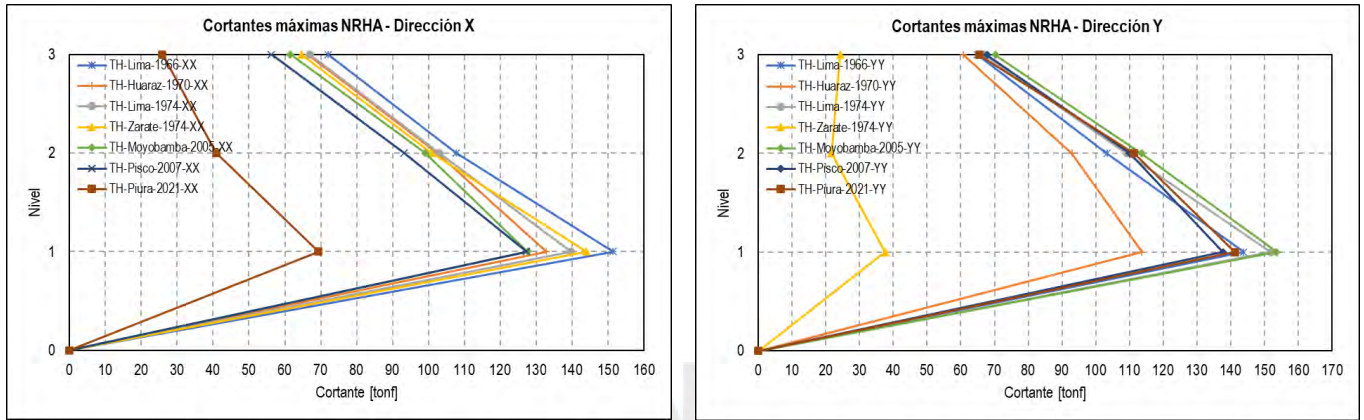
5.13.3. Cortantes Máximas del Análisis Tiempo Historia – Nivel Global de la Estructura

En los resultados obtenidos del análisis tiempo-historia no lineal, las cortantes máximas desempeñan un factor importante en la evaluación de la respuesta sísmica de la estructura. Las cortantes representan las fuerzas internas que actúan en los elementos estructurales, como columnas y vigas, debido a las aceleraciones sísmicas. Durante un evento sísmico, estas fuerzas pueden alcanzar valores considerables, y su distribución a lo largo de la estructura permite identificar las zonas más vulnerables o críticas, para la presente investigación se obtuvieron los resultados máximos obtenidos para las cortantes al realizar un Análisis Tiempo Historia no Lineal, para los 7 pares de registros.

5.13.3.1. Estructura Aperticada – Convencional y reforzada

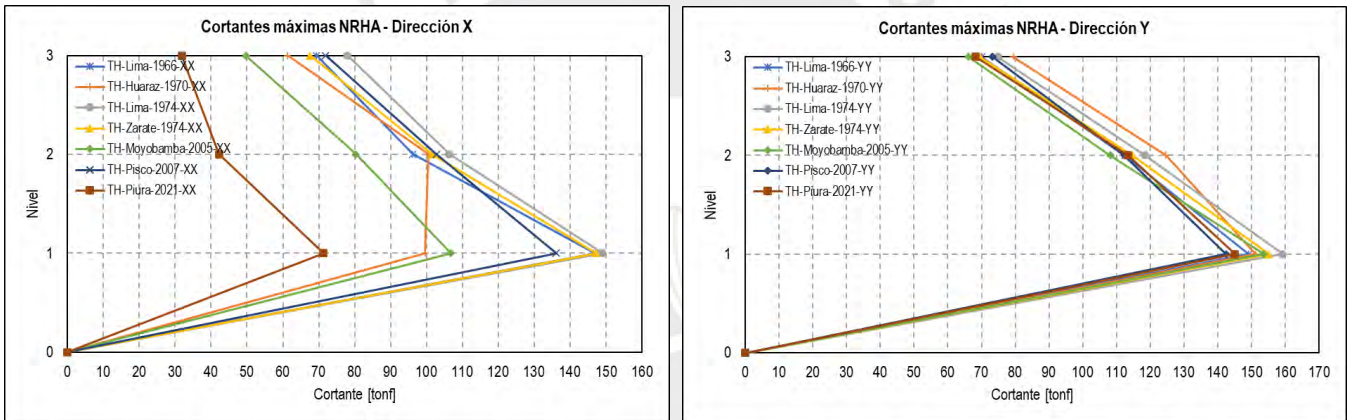
Figura N° 95

Cortantes Máximas por Nivel obtenidos del ATHNL - Edificio Aperticado



a) Sin refuerzo en dirección X

b) Sin refuerzo en dirección Y



c) Con refuerzo CFRP en dirección X

d) Con refuerzo CFRP en dirección Y

Tras aplicar 7 acelerogramas escalados a un espectro objetivo de sismo máximo considerado $1.3 \cdot ZUCS$ (MCE), la cortantes máximas para todos los registros en ambas direcciones dan lugar en el primer nivel, para la dirección “X” se obtiene una cortante máxima en el primer nivel para el sismo de Lima de 1966 con un valor de 151.44 tonf, asimismo en la dirección “Y”, se obtiene un valor máximo de cortante para el Sismo de Moyobamba del 2005 con un valor de 153.53 tonf.

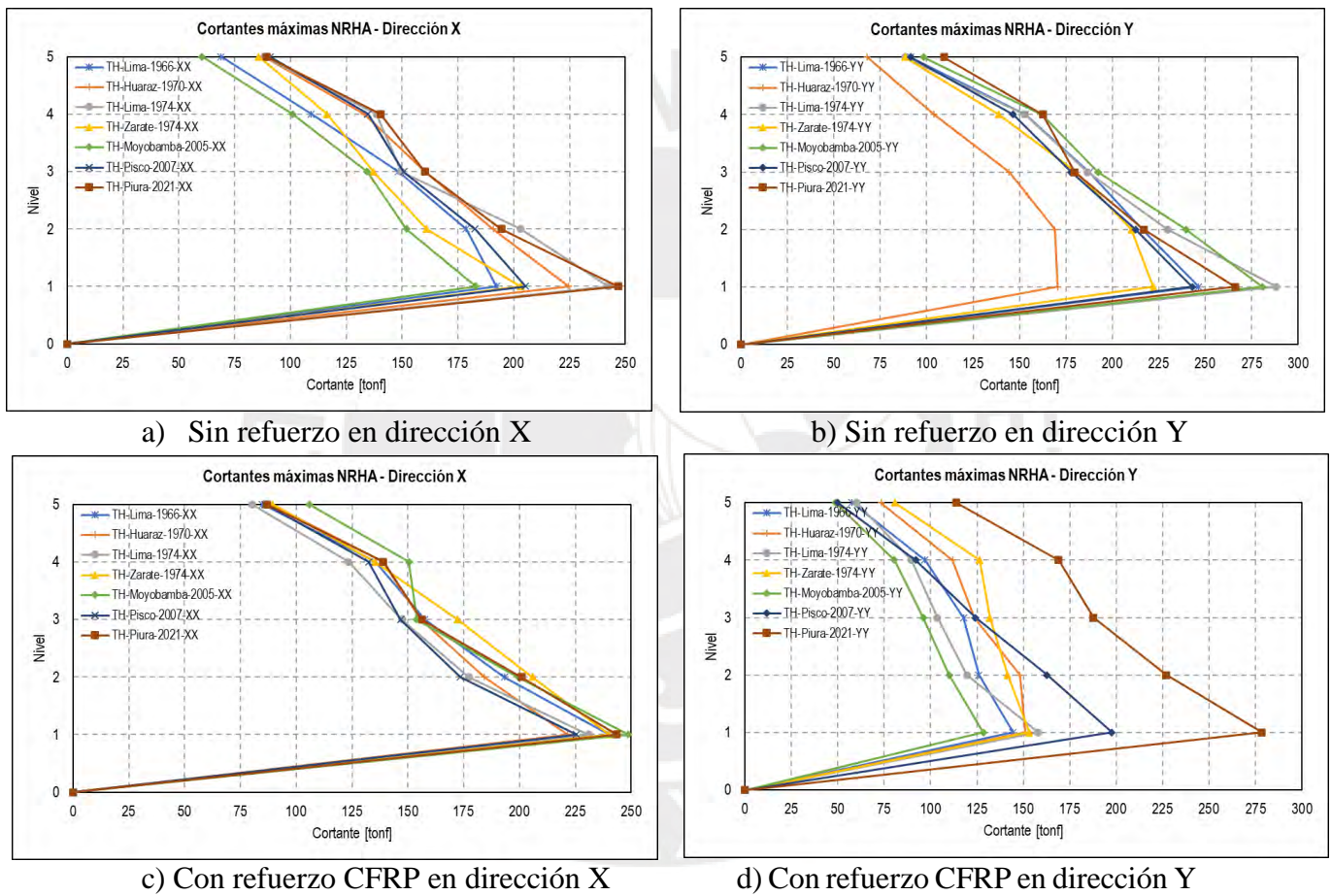
En general, para todos los acelerogramas, las cortantes máximas incrementan con la altura de la estructura, los niveles superiores tienden a moverse más libremente, lo que genera un incremento en la demanda de cortante en el primer nivel, debido a la transferencia de fuerzas sísmicas desde los pisos superiores hacia la base.

Se puede apreciar que, para el caso de las edificaciones reforzadas, la cortantes máximas para todos los registros en ambas direcciones dan lugar en el primer nivel, para la dirección “X” se obtiene una cortante máxima en el primer nivel para el sismo de Sismo de Lima de 1974 con un valor de 149.02 tonf, asimismo en la dirección “Y”, se obtiene un valor máximo de cortante para el Sismo de Lima de 1974 con un valor de 159.15 tonf

5.13.3.2. Estructura Dual – Convencional y reforzada

Figura N° 96

Cortantes Máximas por Nivel obtenidos del ATHNL - Edificio Dual



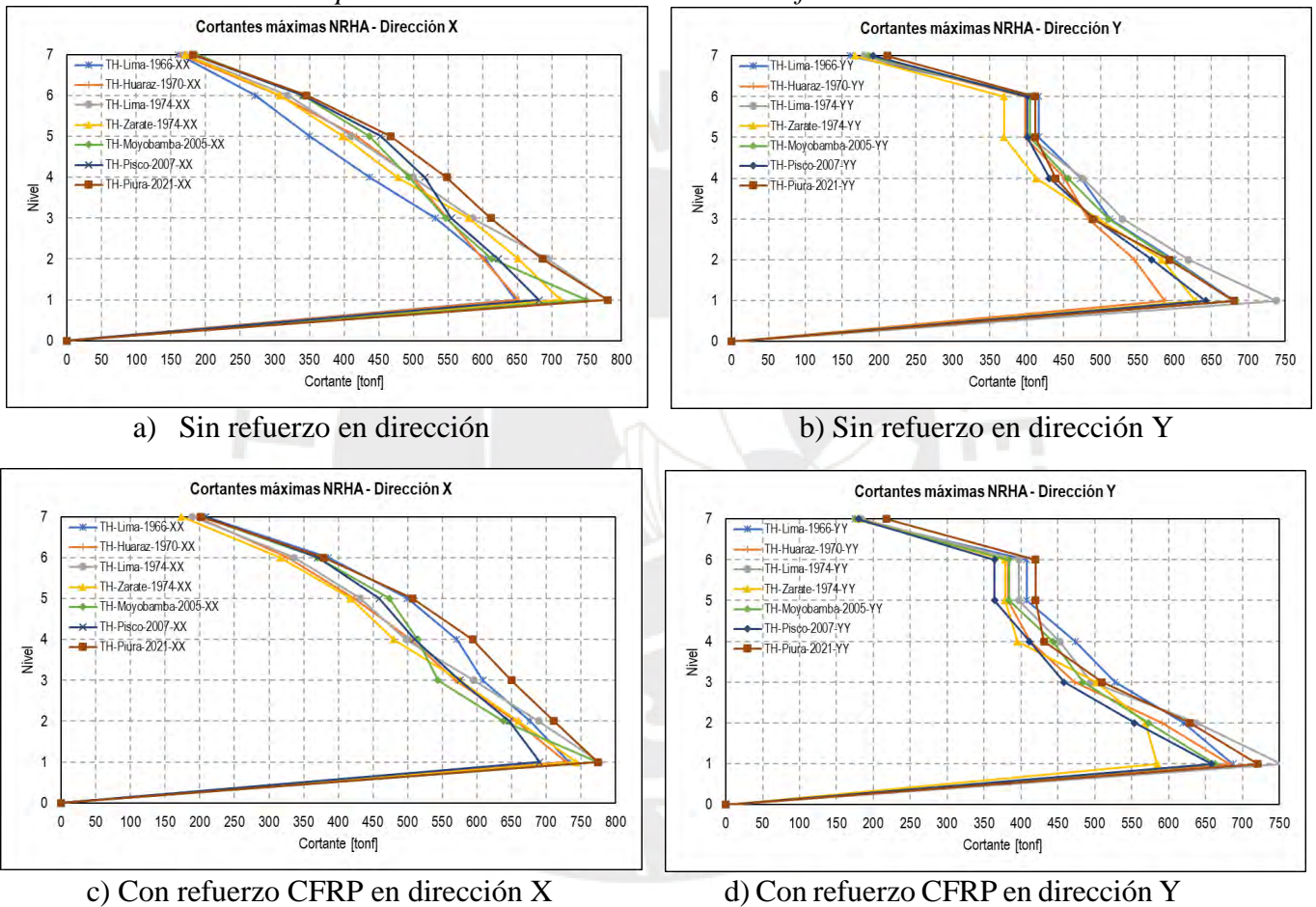
Tras aplicar 7 acelerogramas escalados a un espectro objetivo de sismo máximo considerado $1.3 \cdot ZUCS$ (MCE), la cortantes máximas para todos los registros en ambas direcciones dan lugar en el primer nivel, para la dirección “X” se obtiene una cortante máxima en el primer nivel para el sismo de Sismo de Piura de 2021 con un valor de 246.79 tonf, asimismo en la dirección “Y”, se obtiene un valor máximo de cortante para el Sismo de Lima de 1974 con un valor de 288.20 tonf

En el caso de la estructura reforzada, la cortantes máximas para todos los registros en ambas direcciones dan lugar en el primer nivel, para la dirección “X” se obtiene una cortante máxima en el primer nivel para el sismo de Sismo de Moyobamba del 2005 con un valor de 248.69 tonf, asimismo en la dirección “Y”, se obtiene un valor máximo de cortante para el Sismo de Piura de 2021 con un valor de 278.27 tonf.

5.13.3.3. Estructura Muros Estructurales – Convencional y reforzada

Figura N° 97

Cortantes Máximas por Nivel obtenidos del ATHNL - Edificio de Muros Estructurales



Tras aplicar 7 acelerogramas escalados a un espectro objetivo de sismo máximo considerado $1.3 \cdot ZUCS$ (MCE), la cortantes máximas para todos los registros en ambas direcciones dan lugar en el primer nivel, para la dirección “X” se obtiene una cortante máxima en el primer nivel para el sismo de Sismo de Piura de 2021 con un valor de 771.68 tonf, asimismo en la dirección “Y”, se obtiene un valor máximo de cortante para el Sismo de Lima de 1974 con un valor de 737.89 tonf

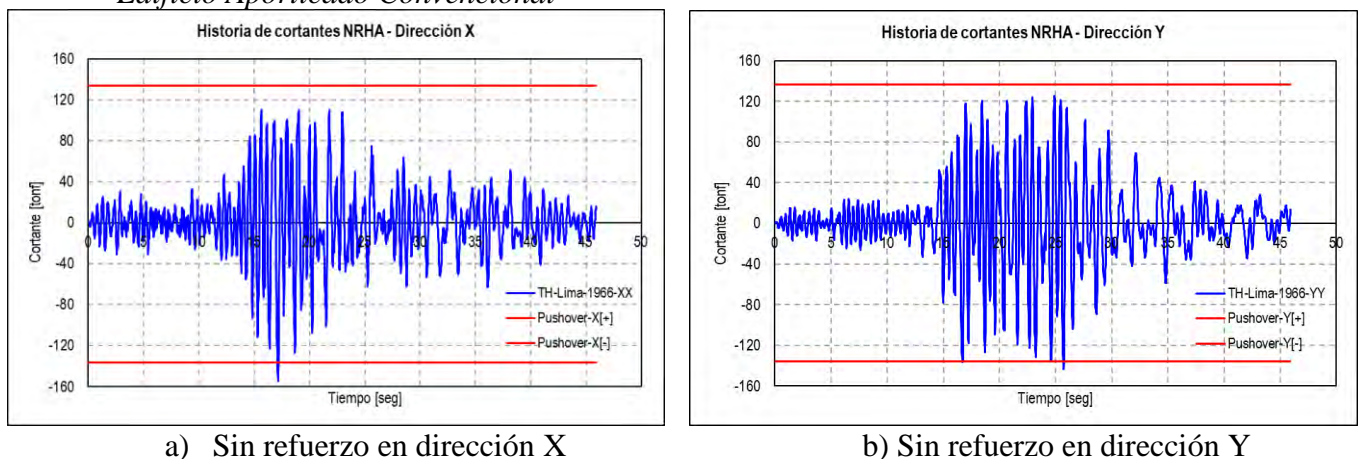
Asimismo, la estructura reforzada presenta cortantes máximas para todos los registros en ambas direcciones dan lugar en el primer nivel, para la dirección “X” se obtiene una cortante máxima en el primer nivel para el sismo de Sismo de Lima de 1974 con un valor de 776.27 tonf, asimismo en la dirección “Y”, se obtiene un valor máximo de cortante para el Sismo de Lima de 1974 con un valor de 753.36 tonf.

5.13.4. Comparación de resultados con el Análisis Estático no Lineal

En esta sección se realiza una comparación entre el análisis no lineal estático (ANLE) y el análisis tiempo-historia no lineal (ATHNL), con el objetivo de evaluar su representatividad frente a un nivel de peligro sísmico correspondiente al nivel 4. Este nivel es el más cercano a las exigencias establecidas por la norma peruana sismorresistente E030. Según lo indicado en el capítulo 7 del documento ASCE-41-17 (2017), la precisión del ANLE está directamente relacionada con la masa participativa del modo fundamental de la estructura. Esto significa que el análisis no lineal estático proporciona resultados más representativos cuando la mayor parte de la respuesta dinámica de la estructura está gobernada por su primer modo de vibración. Sin embargo, cuando los modos superiores de vibración tienen una contribución significativa en la respuesta, la precisión del ANLE puede verse limitada, lo que subraya la necesidad de considerar un análisis dinámico más riguroso como el ATHNL, especialmente en condiciones de alta demanda sísmica.

5.13.4.1. Comparación en Dirección “X” e “Y” – Edificio Aporticado Convencional y Reforzado

Figura N° 98
Comparación de cortante en análisis no lineal estático y tiempo Historia Lima 66 – Edificio Aporticado Convencional



En función de derivas y cortantes máximas de los 7 registros utilizados y la respuesta máxima en el análisis no lineal estático, se presentan las diferencias en la tabla 48,49 y tabla 50 y 51 en las direcciones X e Y para la edificación reforzada y no reforzada respectivamente. Estas diferencias permiten identificar las variaciones más significativas entre ambos análisis.

Tabla 48

Comparación de Valores Máximos Análisis Tiempo Historia no lineal en Dirección X – Edificio Aporticado Convencional

Comparación Valores máximos Análisis Tiempo Historia No Lineal en Dirección X					
Tipo de Análisis	Drift Máximo [m/m]	Diferencia [%]	Cortante Máxima [tonf]	Diferencia [%]	Aceleración máxima [m/s ²]
Pushover-X	16.706	-	133.653	-	-
TH-Lima-1966	16.379	-1.96%	151.418	13.29%	10.888
TH-Huaraz-1970	12.565	-24.79%	132.809	-0.63%	10.459
TH-Lima-1974	14.174	-15.15%	139.609	4.46%	10.365
TH-Zarate-1974	13.539	-18.96%	143.951	7.70%	10.112
TH-Moyobamba-2005	10.938	-34.53%	127.569	-4.55%	9.841
TH-Pisco-2007	8.140	-51.27%	127.274	-4.77%	8.384
TH-Piura-2021	3.045	-81.77%	69.352	-48.11%	4.153

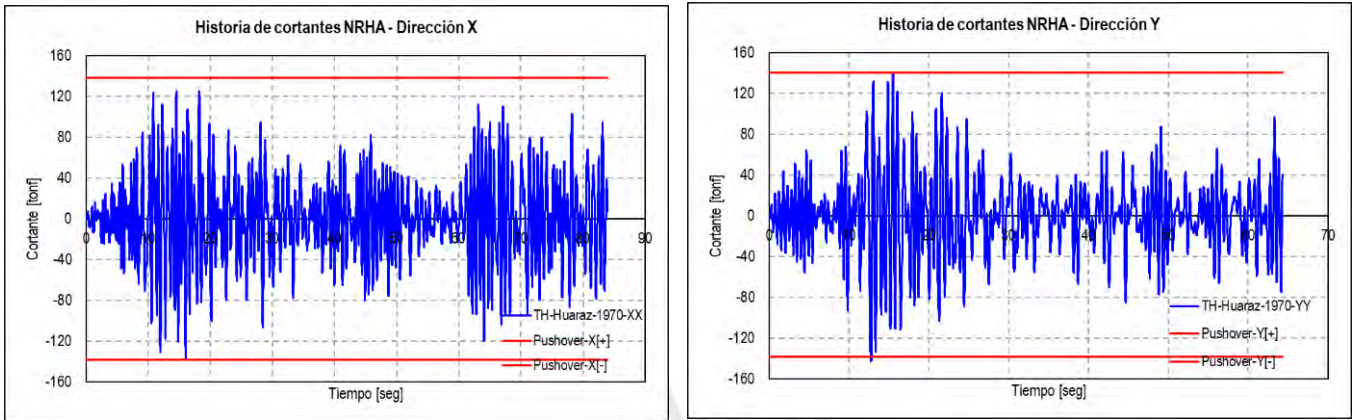
Tabla 49

Comparación de Valores Máximos Análisis Tiempo Historia no lineal en Dirección Y - Edificio Aporticado Convencional

Comparación Valores máximos Análisis Tiempo Historia No Lineal en Dirección Y					
Tipo de Análisis	Drift Máximo [m/m]	Diferencia [%]	Cortante Máxima [tonf]	Diferencia [%]	Aceleración máxima [m/s ²]
Pushover-Y	11.169	-	136.501	-	-
TH-Lima-1966	13.997	25.32%	143.753	5.31%	9.616
TH-Huaraz-1970	7.036	-37.01%	113.625	-16.76%	9.414
TH-Lima-1974	15.788	41.35%	151.798	11.21%	10.351
TH-Zarate-1974	1.644	-85.28%	37.596	-72.46%	3.668
TH-Moyobamba-2005	15.915	42.49%	153.538	12.48%	10.180
TH-Pisco-2007	12.046	7.85%	137.655	0.85%	10.759
TH-Piura-2021	14.457	29.43%	141.134	3.39%	9.590

Figura N° 99

Comparación de cortante en análisis no lineal estático y tiempo Historia Huaraz 70– Edificio Aporticado Reforzado



a) Con refuerzo CFRP en dirección X

b) Con refuerzo CFRP en dirección Y

Se puede apreciar que, en cuanto al cortante basal, se observa que la línea del ANLE cubre la mayoría de las respuestas del análisis no lineal tiempo-historia. Sin embargo, se registra un pico máximo negativo de cortante basal en dirección “x” de 153.91 tonf, comparado con los 136.30 tonf del ANLE, lo que representa una diferencia del 11.4 % en las respuestas máximas, de igual manera en dirección “Y” se determinó una diferencia del 5.7 %. En conclusión, aunque el ANLE logra cubrir muchas respuestas en términos de cortante basal, en la ingeniería estructural se evalúan los valores máximos. Por lo tanto, un error del 11.4 % podría llevar a una estimación que no refleje adecuadamente la realidad.

Tabla 50

Comparación de Valores Máximos Análisis Tiempo Historia no lineal en Dirección X - Edificio Aporticado Reforzado

Comparación Valores máximos Análisis Tiempo Historia No Lineal en Dirección X					
Tipo de Análisis	Drift Máximo [m/m]	Diferencia [%]	Cortante Máxima [tonf]	Diferencia [%]	Aceleración máxima [m/s ²]
Pushover-X	19.902	-	138.087	-	-
TH-Lima-1966	13.900	-30.16%	146.953	6.42%	9.546
TH-Huaraz-1970	7.513	-62.25%	99.631	-27.85%	11.609
TH-Lima-1974	18.267	-8.22%	149.024	7.92%	11.105
TH-Zarate-1974	13.808	-30.62%	147.220	6.61%	9.074
TH-Moyobamba-2005	6.733	-66.17%	106.744	-22.70%	7.439

TH-Pisco-2007	17.089	-14.13%	136.102	-1.44%	9.972
TH-Piura-2021	3.222	-83.81%	71.266	-48.39%	5.630

Tabla 51

Comparación de Valores Máximos Análisis Tiempo Historia no lineal en Dirección Y - Edificio Aporticado Reforzado

Comparación Valores máximos Análisis Tiempo Historia No Lineal en Dirección Y					
Tipo de Análisis	Drift Máximo [m/m]	Diferencia [%]	Cortante Máxima [tonf]	Diferencia [%]	Aceleración máxima [m/s ²]
Pushover-Y	11.879	-	140.364	-	-
TH-Lima-1966	16.055	35.16%	149.078	6.21%	9.731
TH-Huaraz-1970	19.754	66.30%	151.173	7.70%	9.960
TH-Lima-1974	22.394	88.52%	159.151	13.38%	9.328
TH-Zarate-1974	17.455	46.95%	154.996	10.42%	9.052
TH-Moyobamba-2005	14.328	20.62%	153.527	9.38%	8.670
TH-Pisco-2007	16.576	39.55%	142.408	1.46%	9.913
TH-Piura-2021	14.407	21.29%	145.028	3.32%	9.268

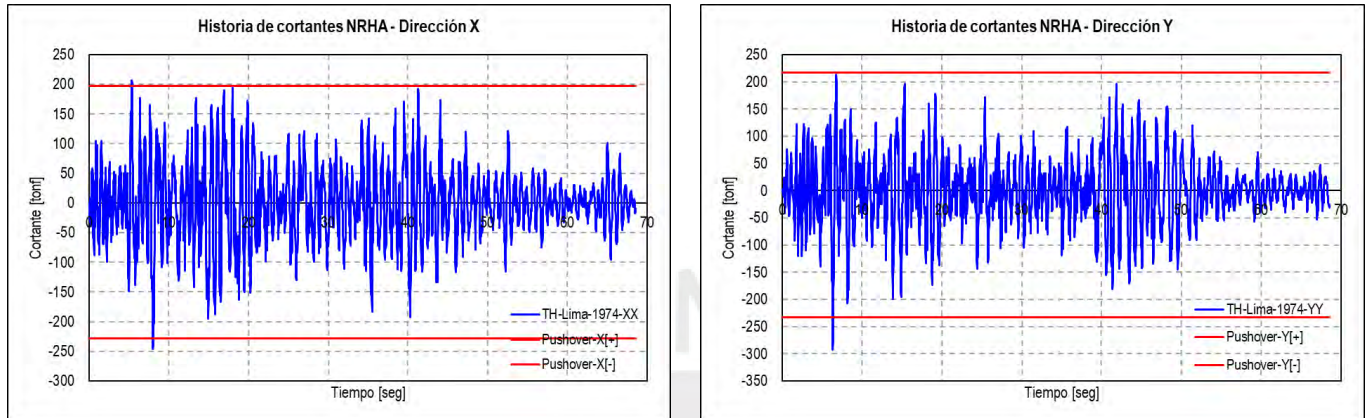
De las tablas 48, 50 se observa que, en dirección “X” tanto para el edificio convencional como para el reforzado en términos de derivas para el AENL, existe un incremento en referencia al ANLTH que varía de 1% a 81% y 14 % y 83%, ahora bien, en términos de cortante basal, hay una variación significativa de 0.6% a 48% para el no reforzado y del 1% a 48% en cuanto al edificio reforzado. Por lo tanto, se concluye que, para ambos casos, el ANLE términos de derivas logra captar mejor la respuesta que en fuerzas.

De igual forma, de las tablas 49, 51 se puede apreciar que, en dirección “Y” tanto para el edificio convencional como para el reforzado en términos de derivas para el AENL, existe un incremento en referencia al ANLTH que varía de -85% a 42% y 20% y 88%, ahora bien, en términos de cortante basal, hay una variación significativa de -72% a 12% para el no reforzado y del 1% a 13% en cuanto al edificio reforzado. Por lo tanto, se concluye que, para el caso del AENL en términos de derivas y cortantes logra captar mejor la deriva para el edificio no reforzado que para el reforzado, de igual manera, se puede apreciar que para el caso de cortante basal el ANLTH presenta un valor superior que el AENL, y en cuanto derivas se puede apreciar una variabilidad en cuanto ambos a análisis.

5.13.4.2. Comparación en Dirección “X” e “Y” – Edificio Dual Convencional y Reforzado

Figura N° 100

Comparación de cortante en análisis no lineal estático y tiempo Historia Lima 74 – Edificio Dual Convencional



a) Sin refuerzo en dirección X

b) Sin refuerzo en dirección Y

De igual manera, en función de derivas y cortantes máximas de los 7 registros utilizados y la respuesta máxima en el análisis no lineal estático, se presentan las diferencias en la tabla 52, 53 y tabla 54 y 55 en las direcciones X e Y para la edificación reforzada y no reforzada respectivamente. Estas diferencias permiten identificar las variaciones más significativas entre ambos análisis.

Tabla 52

Comparación de Valores Máximos Análisis Tiempo Historia no lineal en Dirección X - Edificio Dual Convencional

Comparación Valores máximos Análisis Tiempo Historia No Lineal en Dirección X					
Tipo de Análisis	Drift Máximo [m/m]	Diferencia [%]	Cortante Máxima [tonf]	Diferencia [%]	Aceleración máxima [m/s ²]
Pushover-X	15.335	-	196.932	-	-
TH-Lima-1966	8.973	-41.49%	192.285	-2.36%	9.951
TH-Huaraz-1970	15.167	-1.10%	224.593	14.05%	12.534
TH-Lima-1974	18.937	23.49%	242.527	23.15%	13.934
TH-Zarate-1974	9.646	-37.10%	202.983	3.07%	10.429
TH-Moyobamba-2005	7.723	-49.64%	183.015	-7.07%	9.381
TH-Pisco-2007	12.64	-17.57%	205.358	4.28%	15.185
TH-Piura-2021	17.461	13.86%	246.795	25.32%	13.983

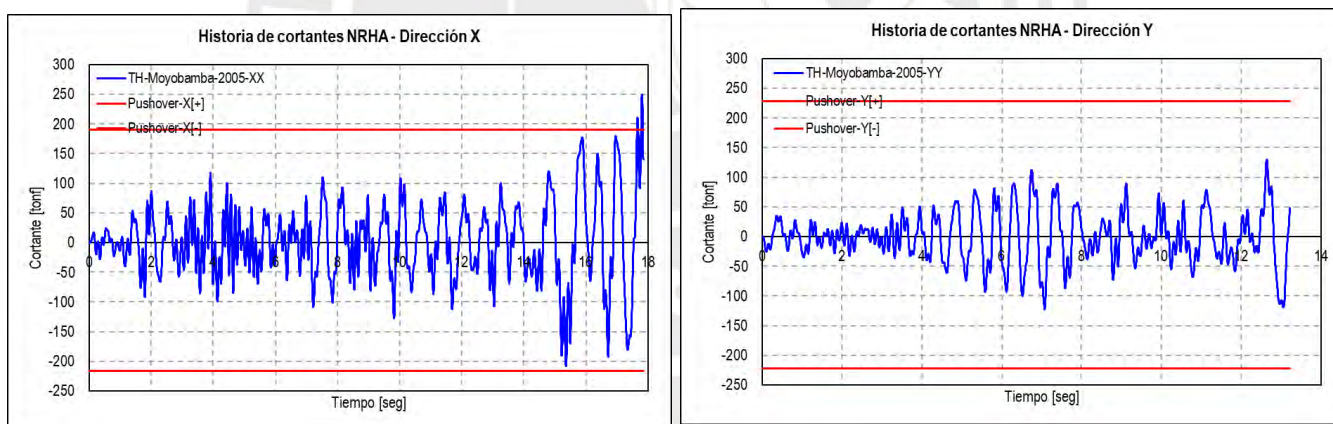
Tabla 53

Comparación de Valores Máximos Análisis Tiempo Historia no lineal en Dirección Y - Edificio Dual Convencional

Comparación Valores máximos Análisis Tiempo Historia No Lineal en Dirección Y					
Tipo de Análisis	Drift Máximo [m/m]	Diferencia [%]	Cortante Máxima [tonf]	Diferencia [%]	Aceleración máxima [m/s ²]
Pushover-Y	8.071	-	217.444	-	-
TH-Lima-1966	12.39	53.51%	246.342	13.29%	10.787
TH-Huaraz-1970	6.749	-16.38%	170.59	-21.55%	7.886
TH-Lima-1974	10.887	34.89%	288.205	32.54%	11.526
TH-Zarate-1974	9.482	17.48%	222.034	2.11%	10.828
TH-Moyobamba-2005	11.557	43.19%	280.741	29.11%	11.003
TH-Pisco-2007	10.304	27.67%	242.83	11.67%	10.227
TH-Piura-2021	8.899	10.26%	266.069	22.36%	13.105

Figura N° 101

Comparación de cortante en análisis no lineal estático y tiempo Historia Moyobamba 2005 – Edificio Dual Reforzado



a) Con refuerzo CFRP en dirección X

b) Con refuerzo CFRP en dirección Y

De igual manera, en cuanto a la dirección “Y” para el edificio convencional (sin refuerzo) se observa que la línea del ANLE cubre la mayoría de las respuestas del análisis no lineal tiempo-historia. Sin embargo, se registra un pico máximo negativo de cortante basal en dirección “x” de 153.91 tonf, comparado con los 136.30 tonf del ANLE, lo que representa una diferencia del 11.4 % en las respuestas máximas, de igual manera en dirección “Y” se determinan una diferencia del 5.7 %. En conclusión, aunque el ANLE logra cubrir muchas respuestas en términos de cortante basal, en la ingeniería estructural se evalúan

los valores máximos. Por lo tanto, un error del 11.4 % podría llevar a una estimación que no refleje adecuadamente la realidad.

Tabla 54

Comparación de Valores Máximos Análisis Tiempo Historia no lineal en Dirección X - Edificio Dual Reforzado

Comparación Valores máximos Análisis Tiempo Historia No Lineal en Dirección X					
Tipo de Análisis	Drift Máximo [m/m]	Diferencia [%]	Cortante Máxima [tonf]	Diferencia [%]	Aceleración máxima [m/s ²]
Pushover-X	11.036	-	190.53	-	-
TH-Lima-1966	17.285	56.62%	240.283	26.11%	11.462
TH-Huaraz-1970	16.346	48.12%	221.563	16.29%	12.324
TH-Lima-1974	8.498	-23.00%	230.807	21.14%	11.179
TH-Zarate-1974	12.671	14.82%	240.187	26.06%	9.678
TH-Moyobamba-2005	9.564	-13.34%	248.698	30.53%	14.368
TH-Pisco-2007	14.489	31.29%	225.457	18.33%	11.464
TH-Piura-2021	19.097	73.04%	243.571	27.84%	12.085

Tabla 55

Comparación de Valores Máximos Análisis Tiempo Historia no lineal en Dirección Y - Edificio Dual Reforzado

Comparación Valores máximos Análisis Tiempo Historia No Lineal en Dirección Y					
Tipo de Análisis	Drift Máximo [m/m]	Diferencia [%]	Cortante Máxima [tonf]	Diferencia [%]	Aceleración máxima [m/s ²]
Pushover-Y	9.311	-	227.84	-	-
TH-Lima-1966	3.703	-60.23%	144.387	-36.63%	7.555
TH-Huaraz-1970	3.849	-58.66%	151.062	-33.70%	7.516
TH-Lima-1974	3.661	-60.68%	157.945	-30.68%	6.658
TH-Zarate-1974	4.351	-53.27%	153.239	-32.74%	9.272
TH-Moyobamba-2005	3.31	-64.45%	128.452	-43.62%	5.622
TH-Pisco-2007	6.016	-35.39%	197.623	-13.26%	5.415
TH-Piura-2021	9.281	-0.32%	278.27	22.13%	12.405

De las tablas 52, 54 se observa que, en dirección “X” tanto para el edificio convencional como para el reforzado en términos de derivas para el AENL, existe un incremento en referencia al ANLTH para el edificio reforzado, el cual varía de 14% a 73% y existe una variación para el no reforzado del -49% a 23%, ahora bien, en términos de cortante basal,

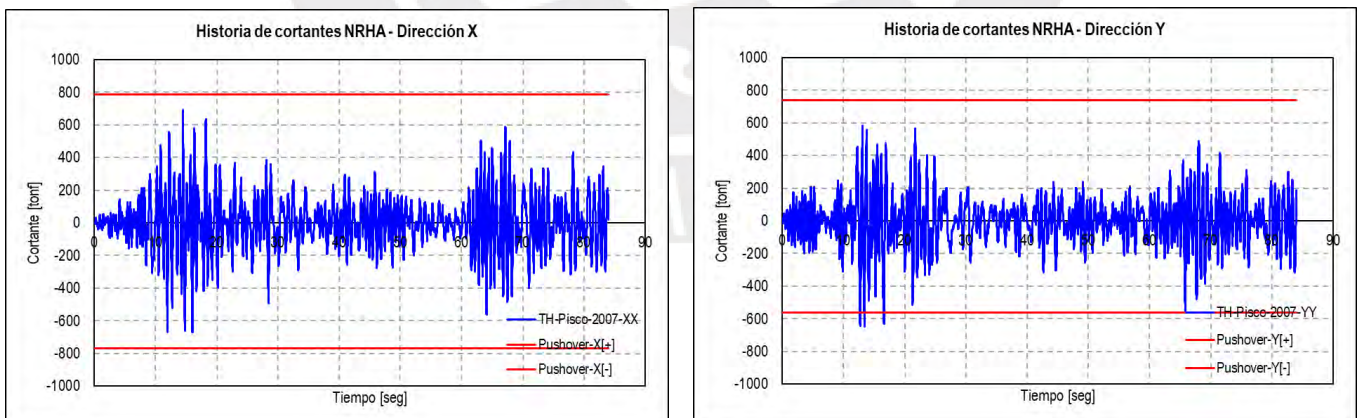
en promedio se tiene una variación del 8% para el no reforzado y del 23% en cuanto al edificio reforzado. Por lo tanto, se concluye que, para el edificio sin refuerzo, el ANLE en cuanto, de cortantes logra captar mejor la respuesta, y del edificio reforzado se puede apreciar que tanto cortantes como derivas el ANLTH presenta un incremento respecto al ANLE.

De igual forma, de las tablas 53, 55 se puede apreciar que, en dirección “Y” tanto para el edificio convencional en términos de derivas existe un incremento del 10% y 53%, y para el edificio reforzado se puede determinar que, el ANLE toma valores mucho más altos en comparación al ANLTH con una variación del -0.32% al -60%, asimismo, en términos de cortante basal, hay una variación significativa de -21% a 32% para el no reforzado y del -43% a 22% en cuanto al edificio reforzado. Por lo tanto, se concluye que, para el caso del AENL en términos de derivas y cortantes logra captar mejor las derivas para el edificio no reforzado que para el reforzado, de igual manera, se puede apreciar que para el caso de cortante basal el ANLTH presenta un valor superior que el AENL, y en cuanto derivas se puede apreciar una variabilidad en cuanto ambos a análisis.

5.13.4.3. Comparación en Dirección “X” e “Y” – Edificio de Muros Estructurales Convencional y Reforzado

Figura N° 102

Comparación de cortante en análisis no lineal estático y tiempo Historia Pisco 2007 – Edificio Muros Estructurales Convencional



a) Sin refuerzo en dirección X

b) Sin refuerzo en dirección Y

Similarmente, a partir de los valores máximos de derivas y cortantes obtenidos de los 7 registros y la respuesta máxima en el análisis no lineal estático, se muestran las discrepancias en las tablas 56, 57 y tabla 58 y 59 en las direcciones X e Y para la

edificación reforzada y no reforzada respectivamente. Estas discrepancias permiten resaltar las variaciones más notables entre ambos análisis.

Tabla 56

Comparación de Valores Máximos Análisis Tiempo Historia no lineal en Dirección X - Edificio Muros Estructurarles Convencional

Comparación Valores máximos Análisis Tiempo Historia No Lineal en Dirección X					
Tipo de Análisis	Drift Máximo [m/m]	Diferencia [%]	Cortante Máxima [tonf]	Diferencia [%]	Aceleración máxima [m/s ²]
Pushover-X	9.719	-	787.442	-	-
TH-Lima-1966	6.596	-32.13%	647.548	-17.77%	15.273
TH-Huaraz-1970	9.637	-0.84%	651.576	-17.25%	18.87
TH-Lima-1974	10.521	8.25%	779.928	-0.95%	15.749
TH-Zarate-1974	8.227	-15.35%	711.96	-9.59%	18.181
TH-Moyobamba-2005	8.655	-10.95%	748.849	-4.90%	17.768
TH-Pisco-2007	10.363	6.63%	681.133	-13.50%	18.197
TH-Piura-2021	9.932	2.19%	779.681	-0.99%	17.005

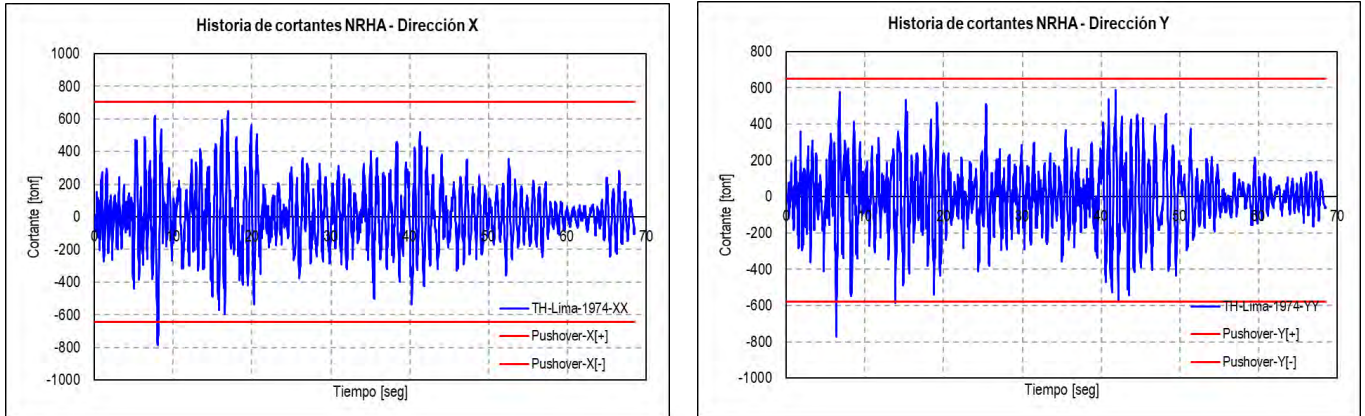
Tabla 57

Comparación de Valores Máximos Análisis Tiempo Historia no lineal en Dirección Y - Edificio Muros Estructurarles Convencional

Comparación Valores máximos Análisis Tiempo Historia No Lineal en Dirección Y					
Tipo de Análisis	Drift Máximo [m/m]	Diferencia [%]	Cortante Máxima [tonf]	Diferencia [%]	Aceleración máxima [m/s ²]
Pushover-Y	14.126	-	738.907	-	-
TH-Lima-1966	9.748	-30.99%	681.45	-7.78%	12.148
TH-Huaraz-1970	8.236	-41.70%	587.041	-20.55%	13.403
TH-Lima-1974	10.817	-23.42%	737.894	-0.14%	14.413
TH-Zarate-1974	10.032	-28.98%	628.242	-14.98%	13.539
TH-Moyobamba-2005	8.868	-37.22%	679.811	-8.00%	14.018
TH-Pisco-2007	7.364	-47.87%	642.166	-13.09%	14.375
TH-Piura-2021	7.056	-50.05%	680.695	-7.88%	15.886

Figura N° 103

Comparación de cortante en análisis no lineal estático y tiempo Historia Pisco 2007 – Edificio Muros Estructurales Reforzado



a) Con refuerzo CFRP en dirección X

b) Con refuerzo CFRP en dirección Y

Se puede apreciar que, en cuanto al cortante basal, se observa que la línea del ANLE cubre la mayoría de las respuestas del análisis no lineal tiempo-historia. Sin embargo, se registra un pico máximo negativo de cortante basal en dirección “x” de 153.91 tonf, comparado con los 136.30 tonf del ANLE, lo que representa una diferencia del 11.4 % en las respuestas máximas, de igual manera en dirección “Y” se determinan una diferencia del 5.7 %. En conclusión, aunque el ANLE logra cubrir muchas respuestas en términos de cortante basal, en la ingeniería estructural se evalúan los valores máximos. Por lo tanto, un error del 11.4 % podría llevar a una estimación que no refleje adecuadamente la realidad.

Tabla 58

Comparación de Valores Máximos Análisis Tiempo Historia no lineal en Dirección X - Edificio Muros Estructurales Reforzado

Comparación Valores máximos Análisis Tiempo Historia No Lineal en Dirección X					
Tipo de Análisis	Drift Máximo [m/m]	Diferencia [%]	Cortante Máxima [tonf]	Diferencia [%]	Aceleración máxima [m/s ²]
Pushover-X	7.172	-	705.802	-	-
TH-Lima-1966	13.233	84.51%	732.417	3.77%	16.308
TH-Huaraz-1970	9.972	39.04%	729.229	3.32%	18.418
TH-Lima-1974	12.807	78.57%	776.273	9.98%	15.122
TH-Zarate-1974	8.458	17.93%	742.967	5.27%	17.006
TH-Moyobamba-2005	9.876	37.70%	773.73	9.62%	18.067
TH-Pisco-2007	10.104	40.88%	690.444	-2.18%	16.909

TH-Piura-2021	10.967	52.91%	774.06	9.67%	16.28
---------------	--------	--------	--------	-------	-------

Tabla 59

Comparación de Valores Máximos Análisis Tiempo Historia no lineal en Dirección Y - Edificio Muros Estructurarles Reforzado

Comparación Valores máximos Análisis Tiempo Historia No Lineal en Dirección Y					
Tipo de Análisis	Drift Máximo [m/m]	Diferencia [%]	Cortante Máxima [tonf]	Diferencia [%]	Aceleración máxima [m/s ²]
Pushover-Y	12.001	-	649.663	-	-
TH-Lima-1966	11.549	-3.77%	687.271	5.79%	12.177
TH-Huaraz-1970	8.587	-28.45%	682.33	5.03%	12.267
TH-Lima-1974	10.295	-14.22%	753.369	15.96%	13.091
TH-Zarate-1974	9.266	-22.79%	584.235	-10.07%	13.626
TH-Moyobamba-2005	9.602	-19.99%	662.68	2.00%	12.034
TH-Pisco-2007	10.154	-15.39%	658.245	1.32%	12.256
TH-Piura-2021	8.195	-31.71%	720.714	10.94%	14.677

De las tablas 56, 57 se observa que, en dirección “X” tanto para el edificio convencional como para el reforzado en términos de derivas para el AENL, existe un incremento en referencia al ANLTH para el edificio reforzado, el cual varía de 17% a 84% y existe una variación para el no reforzado del -32% a 8%, de igual manera, en términos de cortante basal, en promedio se tiene una variación del -9.28% para el no reforzado y del 5.64% en cuanto al edificio reforzado. Por lo tanto, se determina que, para el edificio reforzado, el ANLE en cuanto, a cortantes logra captar mejor la respuesta, y del edificio no reforzado se puede apreciar que, el ANLE en cuanto, a derivas logra captar mejor la respuesta

De igual forma, de las tablas 58, 59 se puede apreciar que, en dirección “Y” tanto para el edificio convencional como para el reforzado, en términos de derivas existe un decremento respecto al ANLE del -37% y -19% en promedio, asimismo, en términos de cortante basal, hay una variación significativa de -10% en promedio para el no reforzado y una variación mínima del 4% en cuanto al edificio reforzado. Por lo tanto, se concluye que, para el caso del AENL en términos de derivas, se obtiene valores similares e ambos análisis, y que existe un decremento en referencia a las derivas obtenidos por ATHNL y el AENL.

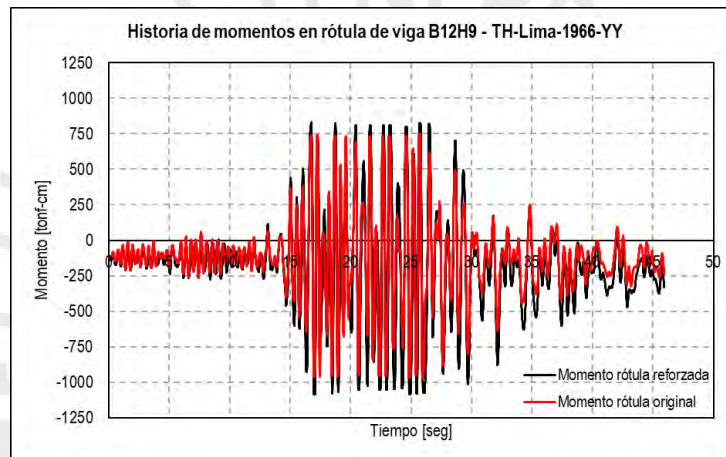
5.14. Análisis Comparativo de las Respuestas Locales en Vigas

Las respuestas locales son fundamentales en el análisis estructural, ya que se centran en la evaluación detallada de cómo los elementos individuales dentro de una estructura responden a las cargas y solicitaciones a las que están sometidos. En ese sentido, se ha decidido examinar la historia de momentos y la historia de rotaciones en las rótulas de las vigas de los 3 sistemas estructurales, para ambas direcciones de análisis X-X e Y-Y

5.14.1. Comparación de historia de momentos en Edificio Aporticado

Figura N° 104

Comparación de historia de momentos en rótula de Viga B12H9 Lima 66 Dirección Y - Edificio Aporticado



5.14.1. Comparación de historia de rotaciones en Edificio Aporticado

Figura N° 105

Comparación de historia de rotaciones en rótula de Viga B12H9 Lima 66 Dirección Y - Edificio Aporticado

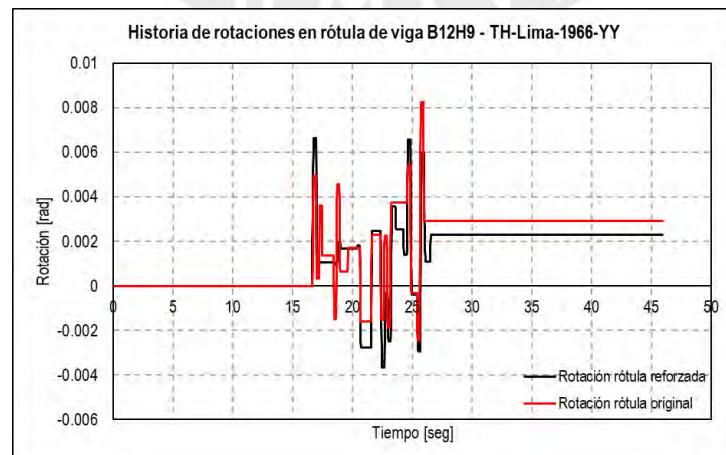


Tabla 60*Valores Máximos de Momentos y Rotaciones Viga B12H9 Eje B-B Tramo 1-2***Valores Máximos de Momentos y Rotaciones en Viga B12H9 Eje B-B [Tramo 1-2] Primer Nivel**

Registro sísmico TH- YY	Estructura sin refuerzo		Estructura reforzada		Variación de parámetros	
	Momento M3 [tonf-cm]	Rotación R3 [rad]	Momento M3 [tonf-cm]	Rotación R3 [rad]	Momento M3 [tonf-cm]	Rotación R3 [rad]
Huaraz-1970	940.1	0.0043	1178.0	0.0012	25.30%	-72.55%
Lima-1966	977.7	0.0083	1084.7	0.0066	10.94%	-19.69%
Lima-1974	988.5	0.0087	1178.8	0.0050	19.25%	-42.76%
Moyobamba-2005	990.3	0.0103	1142.5	0.0091	15.37%	-11.70%
Pisco-2007	967.4	0.0062	1042.2	0.0046	7.74%	-24.89%
Piura-2021	980.2	0.0088	1079.1	0.0050	10.09%	-42.99%
Zarate-1974	792.3	0.0099	1142.5	0.0039	44.21%	-60.01%
Promedio	948.1	0.0081	1121.1	0.0051	18.25%	-37.06%

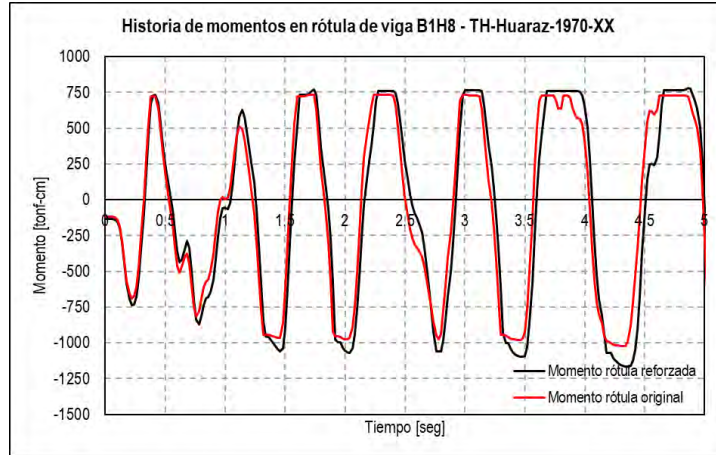
Se puede observar de la figura N° 102, que respecto se tienen valores máximos de momentos flectores en la rótula de la viga no reforzada 747.82 tonf-cm y de -977.68 tonf-cm frente a los valores máximos de momentos flectores obtenidos en la rótula de la viga reforzada de 829.51 tonf-cm y de -1084.69 tonf-cm, en ese sentido, considerando que la resistencia de la viga está relacionada con su capacidad para resistir estos momentos flectores, se puede deducir que la implementación de CFRP incrementa la resistencia del elemento estructural.

De igual forma, se puede apreciar que, en cuanto a las rotaciones, se tienen valores máximos de rotaciones en la rótula de la viga no reforzada de 0.0082, en comparación a los valores máximos de rotaciones obtenidos en la rótula de la viga reforzada de 0.0066, asimismo, se observa que después de los 25 segundos, se culmina rotaciones para la viga no reforzada de 0.0029 y para la viga reforzada de 0.00229, por lo cual, se observa que la viga reforzada presenta menores rotaciones, lo que puede ser interpretado como una disminución en la ductilidad total de la viga, en ese sentido, la viga reforzada resiste mejor las cargas y se deforma menos.

5.14.2. Comparación de historia de momentos en Edificio Dual

Figura N° 106

Comparación de historia de momentos en rótula de Viga B1H8 Huaraz, 70 Dirección X - Edificio Dual



5.14.1. Comparación de historia de rotaciones en Edificio Dual

Figura N° 107

Comparación de historia de momentos en rótula de Viga B1H8 Huaraz, 70 Dirección Y - Edificio Dual

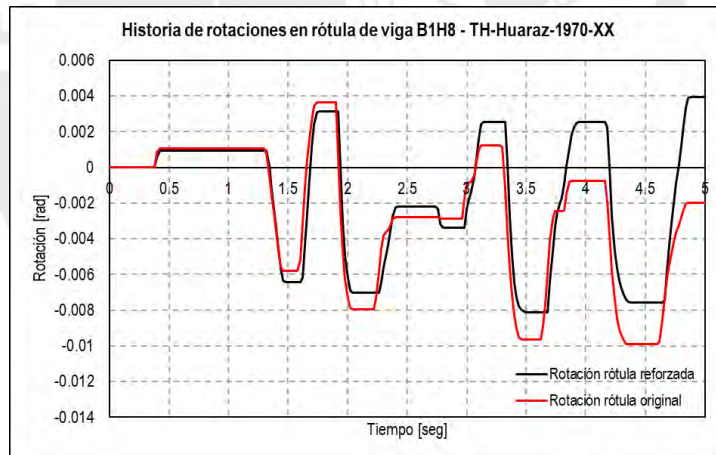


Tabla 61*Valores Máximos de Momentos y Rotaciones Viga B1H8 Eje B-B Tramo 1-2***Valores Máximos de Momentos y Rotaciones en Viga B1H8 Eje B-B [Tramo 1-2] Primer Nivel**

Registro sísmico TH- YY	Estructura sin refuerzo		Estructura reforzada		Variación de parámetros	
	Momento M3 [tonf-cm]	Rotación R3 [rad]	Momento M3 [tonf-cm]	Rotación R3 [rad]	Momento M3 [tonf-cm]	Rotación R3 [rad]
Huaraz-1970	1023.5	0.0126	1168.2	0.0081	14.14%	-35.57%
Lima-1966	921.8	0.0060	1090.5	0.0045	18.29%	-25.13%
Lima-1974	734.4	0.0037	762.4	0.0028	3.82%	-22.81%
Moyobamba-2005	945.6	0.0040	1012.5	0.0019	7.08%	-53.11%
Pisco-2007	1015.9	0.0101	1170.2	0.0079	15.19%	-21.27%
Piura-2021	1046.6	0.0043	1094.2	0.0019	4.55%	-54.62%
Zarate-1974	954.0	0.0058	1032.3	0.0024	8.21%	-58.88%
Promedio	948.8	0.0066	1047.2	0.0042	10.37%	-36.26%

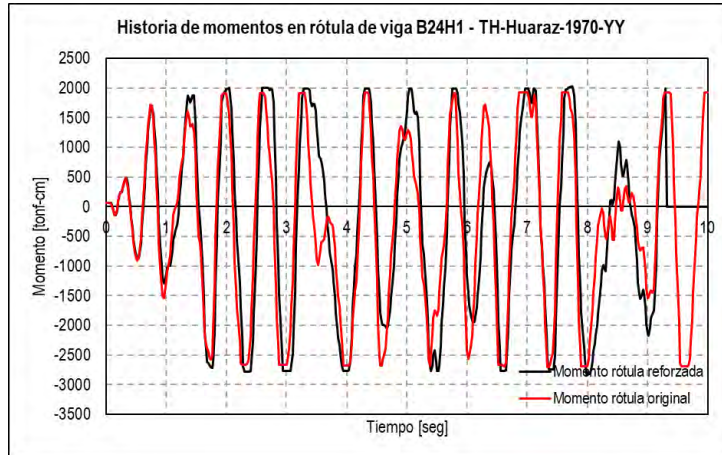
Se puede observar de la figura N° 104, que respecto se tienen valores máximos de momentos flectores en la rótula de la viga no reforzada 735.15 tonf-cm y de -1023.47 tonf-cm frente a los valores máximos de momentos flectores obtenidos en la rótula de la viga reforzada de 778.17 tonf y de -1168.207 tonf, en ese sentido, considerando que la resistencia de la viga está relacionada con su capacidad para resistir estos momentos flectores, se puede deducir que la implementación de CFRP incrementa la resistencia del elemento estructural.

De igual forma, se puede apreciar que, en cuanto a las rotaciones, se tienen valores máximos de rotaciones en la rótula de la viga no reforzada de 0.0039, en comparación a los valores máximos de rotaciones obtenidos en la rótula de la viga reforzada de 0.0036, por lo cual, se puede determinar que la viga reforzada presenta menores rotaciones, lo que puede ser interpretado como una disminución en la ductilidad total de la viga, en ese sentido, la viga reforzada resiste mejor las cargas y se deforma menos.

5.14.2. Comparación de historia de momentos en Edificio de Muros Estructurales

Figura N° 108

Comparación de historia de momentos en rótula de Viga B24H1 Huaraz 70 Dirección Y - Edificio Muros Estructurales



5.14.3. Comparación de historia de rotaciones en Edificio de Muros Estructurales

Figura N° 109

Comparación de historia de rotaciones en rótula de Viga B24H1 Huaraz 70 Dirección Y - Edificio Muros Estructurales

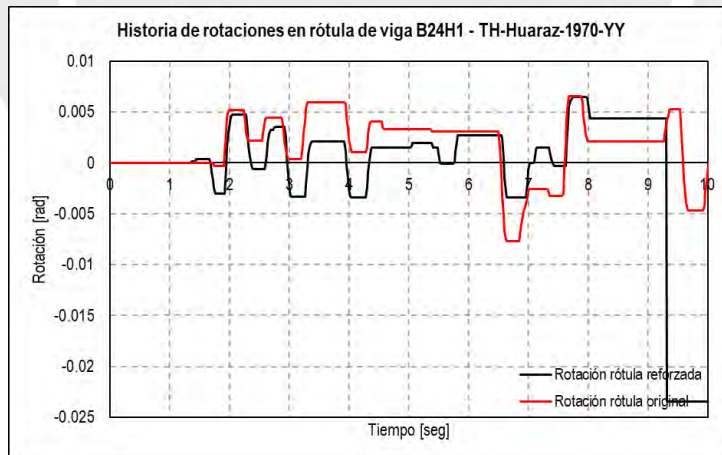


Tabla 62*Valores Máximos de Momentos y Rotaciones Viga B24H1 Eje B-B Tramo 1-2***Valores Máximos de Momentos y Rotaciones en Viga B24H1 Eje B-B [Tramo 1-2] Primer Nivel**

Registro sísmico TH- YY	Estructura sin refuerzo		Estructura reforzada		Variación de parámetros	
	Momento	Rotación R3	Momento	Rotación R3	Momento	Rotación R3
	M3 [tonf-cm]	[rad]	M3 [tonf-cm]	[rad]	M3 [tonf-cm]	[rad]
Huaraz-1970	2707.7	0.0077	2825.8	0.0065	4.36%	-15.09%
Lima-1966	1980.9	0.0235	2041.8	0.0121	3.07%	-48.38%
Lima-1974	1994.3	0.0212	2027.9	0.0135	1.68%	-36.36%
Moyobamba-2005	2646.5	0.0024	2730.5	0.0013	3.17%	-44.91%
Pisco-2007	1941.6	0.0081	1986.6	0.0044	2.32%	-46.16%
Piura-2021	1928.6	0.0109	2044.5	0.0072	6.01%	-33.93%
Zarate-1974	1946.1	0.0114	2029.7	0.0085	4.30%	-25.22%
Promedio	2163.7	0.0122	2241.0	0.0076	3.57%	-37.13%

Se puede observar de la figura N° 106, que respecto se tienen valores máximos de momentos flectores en la rótula de la viga no reforzada 1926.80 tonf-cm y de -2707.65 tonf-cm frente a los valores máximos de momentos flectores obtenidos en la rótula de la viga reforzada de 2020.41 tonf y de -2825.75 tonf, en ese sentido, considerando que la resistencia de la viga está relacionada con su capacidad para resistir estos momentos flectores, se puede deducir que la implementación de CFRP incrementa la resistencia del elemento estructural.

De igual forma, se puede apreciar que, en cuanto a las rotaciones, se tienen valores máximos de rotaciones en la rótula de la viga no reforzada de -0.00767, en comparación a los valores máximos de rotaciones obtenidos en la rótula de la viga reforzada de 0.00234, por lo cual, se puede determinar que la viga reforzada presenta menores rotaciones, lo que puede ser interpretado como una disminución en la ductilidad total de la viga, en ese sentido, la viga reforzada resiste mejor las cargas y se deforma menos.

5.15. Análisis Económico del refuerzo estructural con CFRP

Como complemento al análisis del impacto de la fibra de carbono en la mejora de la resistencia y ductilidad de secciones de concreto armado, se presenta a continuación un análisis de los costos asociados al refuerzo de una viga mediante el recubrimiento con fibra de carbono, específicamente utilizando el sistema Master Brace CF160. Este análisis incluye la comparación del incremento de costos que implica este tipo de refuerzo en relación con el costo total de la estructura para tres los sistemas estructurales: sistemas aporticado, dual y de muros estructurales. Además de evaluar los costos directos del material y mano de obra su instalación, también se realiza un estudio comparativo del incremento de costos que este tipo de refuerzo representa en relación con el costo total de la estructura. Estos aspectos resultan importantes para determinar la viabilidad técnica y económica de la aplicación del refuerzo con fibra de carbono en distintos tipos de sistemas estructurales, proporcionando una visión integral para la toma de decisiones en proyectos de ingeniería avanzada.

Previamente a proceder con la elaboración del presupuesto para cada edificación, es fundamental realizar y detallar los análisis de costos unitarios de cada una de las partidas involucradas en la ejecución del proyecto. A continuación, se presenta el Análisis de Precios Unitarios (APU) correspondiente a la partida específica del refuerzo de elementos estructurales con polímeros reforzados con fibra de carbono (CFRP).

5.15.1. Presupuesto estructura de Sistema Estructural Aporticado

Se muestra a continuación el presupuesto a costo directo para la edificación Aporticada reforzada con CFRP, en el cual se incluye el presupuesto para el reforzamiento.

Figura N° 110
Presupuesto a Costo Directo -Edificación Aporticada

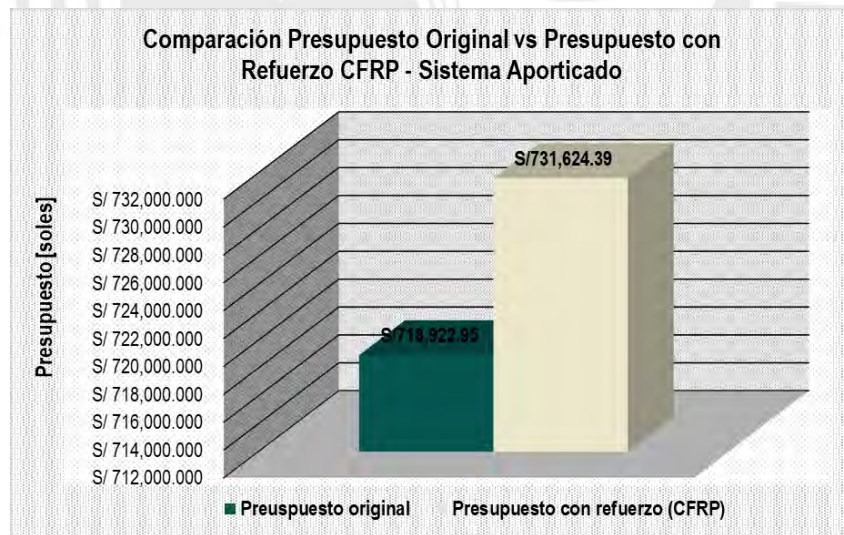
Presupuesto

Presupuesto 0103001 SISTEMA APORTICADO
 Cliente JOSE AGUILAR AMPUERO
 Lugar CUSCO - CUSCO - CUSCO

Costo al 06/09/2024

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	ESTRUCTURAS				731,624.39
01.01	CONCRETO ARMADO				731,624.39
01.01.01	VIGAS				390,405.65
01.01.01.01	CONCRETO VIGAS Fc=210 kg/cm2	m3	21.91	466.76	10,226.71
01.01.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS	m2	204.74	80.19	16,418.10
01.01.01.03	ACERO GRADO 60 EN VIGAS	kg	3,188.84	110.09	351,059.40
01.01.02	COLUMNAS				193,526.25
01.01.02.01	CONCRETO COLUMNAS Fc=210 kg/cm2	m3	18.90	642.02	12,134.18
01.01.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN COLUMNAS	m2	192.00	71.43	13,714.56
01.01.02.03	ACERO GRADO 60 EN COLUMNAS	kg	2,225.02	75.36	167,677.51
01.01.03	LOSA ALIGERADA				141,550.05
01.01.03.01	CONCRETO LOSAS Fc= 210 kg/cm2	m3	58.05	439.25	25,498.46
01.01.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSA ALIGERADA	m2	285.14	50.86	14,502.22
01.01.03.03	ACERO GRADO EN LOSA ALIGERADA	kg	2,264.20	44.85	101,549.37
01.01.04	ESCALERA				6,142.44
01.01.04.01	CONCRETO ESCALERAS Fc=210 kg/cm2	m3	5.88	660.32	3,882.68
01.01.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESCALERA	m2	20.86	108.33	2,259.76
01.02	REFUERZO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES CON CFRP				
01.02.01	REFUERZO DE CFRP EN VIGAS	m2	3.30	3,848.92	12,701.44
	COSTO DIRECTO				731,624.39

Figura N° 111
Comparación de Presupuesto Original Vs Presupuesto con Refuerzo de CFRP - Edificio Aporticado



De las imágenes previas, se ha establecido un presupuesto inicial de S/ 718,922.95 soles para la construcción de la edificación a nivel de Estructuras para la edificación Aporticada. Enseguida, se puede determinar que la incorporación del reforzamiento con fibra de carbono (CFRP) en los elementos estructurales (vigas), elevó el costo total del

proyecto a S/ 731,624.39 soles. Este ajuste en el presupuesto resulta en un incremento del 1.77% en comparación con el monto original.

5.15.2. Presupuesto estructura de Sistema Estructural Dual

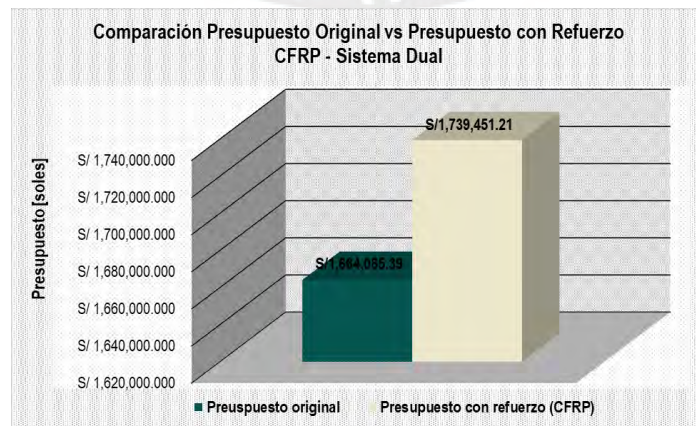
Figura N° 112
Presupuesto a Costo Directo -Edificación Dual

Presupuesto

Presupuesto 0103002 SISTEMA DUAL
 Cliente JOSE AGUILAR AMPUERO Costo al 06/09/2024
 Lugar CUSCO - CUSCO - CUSCO

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	ESTRUCTURAS				1,739,451.21
01.01	CONCRETO ARMADO				1,739,451.21
01.01.01	VIGAS				
01.01.01.01	CONCRETO VIGAS Fc=210 kg/cm2	m3	47.45	466.76	22,147.76
01.01.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS	m2	426.87	80.19	34,230.71
01.01.01.03	ACERO GRADO 60 EN VIGAS	kg	6,741.45	110.09	742,166.23
01.01.02	COLUMNAS				
01.01.02.01	CONCRETO COLUMNAS Fc=210 kg/cm2	m3	19.11	642.02	12,269.00
01.01.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN COLUMNAS	m2	256.20	71.43	18,300.37
01.01.02.03	ACERO GRADO 60 EN COLUMNAS	kg	2,966.36	75.36	223,544.89
01.01.03	PLACAS				294,421.13
01.01.03.01	CONCRETO FC=210 KG/CM2 EN PLACAS	m3	7.00	729.64	5,107.48
01.01.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN PLACAS	m2	70.00	70.45	4,931.50
01.01.03.03	ACERO GRADO 60 EN PLACAS	kg	3,420.11	83.15	284,382.15
01.01.04	LOSA ALIGERADA				
01.01.04.01	CONCRETO LOSAS Fc= 210 kg/cm2	m3	103.73	439.25	45,563.40
01.01.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSA ALIGERADA	m2	591.21	50.86	30,068.94
01.01.04.03	ACERO GRADO EN LOSA ALIGERADA	kg	4,173.60	44.85	187,185.96
01.01.05	LOSA SOLIDA				9,880.26
01.01.05.01	CONCRETO FC=210 KG/CM2	m3	7.70	466.76	3,594.05
01.01.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA SOLIDA	m2	101.90	61.69	6,286.21
01.01.06	ESCALERA				
01.01.06.01	CONCRETO ESCALERAS Fc=210 kg/cm2	m3	52.99	660.32	34,990.36
01.01.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESCALERA	m2	86.00	108.33	9,316.38
01.02	REFUERZO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES CON CFRP				
01.02.01	REFUERZO DE CFRP EN VIGAS	m2	8.11	9,292.95	75,365.82
	COSTO DIRECTO				1,739,451.21

Figura N° 113
Comparación de Presupuesto Original Vs Presupuesto con Refuerzo de CFRP - Edificio Dual



Asimismo, de las imágenes previas, se ha definido un presupuesto inicial de S/ 1,664,085.39 para la construcción de la estructura de la edificación dual. Posteriormente, se observa que la adición del refuerzo con fibra de carbono (CFRP) en los elementos estructurales, específicamente en las vigas, incrementó el costo total del proyecto a S/ 1,739,451.21 soles. Este ajuste presupuestal representa un aumento del 4.53% respecto al monto original.

5.15.3. Presupuesto estructura de Sistema Estructural Muros Estructurales

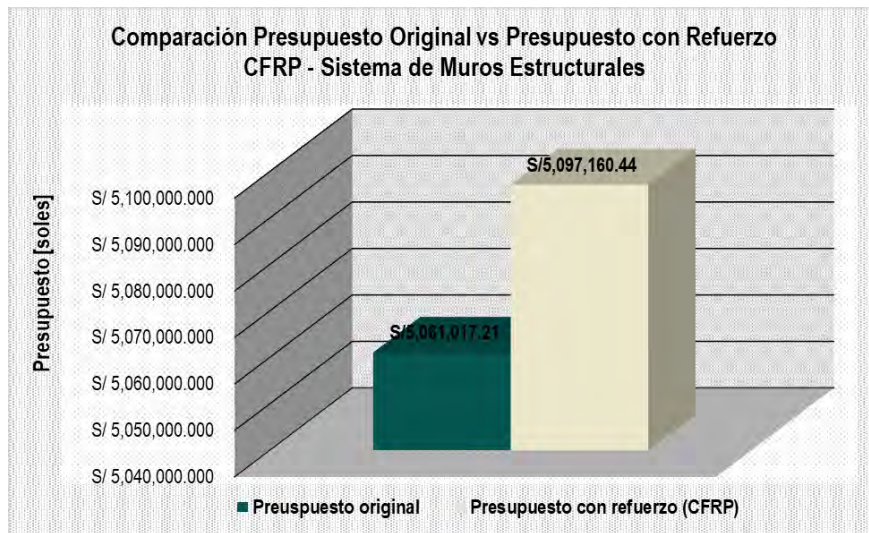
Figura N° 114

Presupuesto a Costo Directo -Edificación Muros Estructurales

Presupuesto					
Presupuesto	0103003	SISTEMA MUROS ESTRUCTURALES			
Cliente	JOSE AGUILAR AMPUERO		Costo al	06/09/2024	
Lugar	CUSCO - CUSCO - CUSCO				
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	ESTRUCTURAS				5,097,160.44
01.01	CONCRETO ARMADO				5,097,160.44
01.01.01	VIGAS				
01.01.01.01	CONCRETO VIGAS Fc=210 kg/cm2	m3	90.84	466.76	42,400.48
01.01.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS	m2	827.91	80.19	66,390.10
01.01.01.03	ACERO GRADO 60 EN VIGAS	kg	21,351.49	131.86	2,815,407.47
01.01.02	PLACAS				1,488,448.54
01.01.02.01	CONCRETO F'c=210 KG/CM2 EN PLACAS	m3	432.44	729.64	315,525.52
01.01.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN PLACAS	m2	1,412.60	70.45	99,517.67
01.01.02.03	ACERO GRADO 60 EN PLACAS	kg	9,901.35	108.41	1,073,405.35
01.01.03	LOSA ALIGERADA				
01.01.03.01	CONCRETO LOSAS Fc= 210 kg/cm2	m3	266.74	439.25	117,165.55
01.01.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSA ALIGERADA	m2	1,377.00	50.86	70,034.22
01.01.03.03	ACERO GRADO EN LOSA ALIGERADA	kg	9,117.93	44.85	408,939.16
01.01.04	LOSA SOLIDA				7,924.95
01.01.04.01	CONCRETO F'c=210 KG/CM2	m3	7.69	466.76	3,589.38
01.01.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA SOLIDA	m2	70.28	61.69	4,335.57
01.01.05	ESCALERA				
01.01.05.01	CONCRETO ESCALERAS Fc=210 kg/cm2	m3	52.99	660.32	34,990.36
01.01.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESCALERA	m2	86.00	108.33	9,316.38
01.02	REFUERZO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES CON CFRP				
01.02.01	REFUERZO DE CFRP EN VIGAS	m2	5.62	6,431.18	36,143.23
	COSTO DIRECTO				5,097,160.44

Figura N° 115

Comparación de Presupuesto Original Vs Presupuesto con Refuerzo de CFRP - Edificio Muros Estructurales



De igual manera, según las imágenes presentadas, se ha establecido un presupuesto inicial de S/ 5,061,017.21 soles para la construcción de la estructura de la edificación de muros estructurales. A continuación, se evidencia que la inclusión del refuerzo con fibra de carbono (CFRP) en los elementos estructurales, en particular en las vigas, elevó el costo total del proyecto a S/ 5,097,160.44 soles. Este ajuste en el presupuesto implica un incremento del 0.71% en comparación con el monto original.

CAPITULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

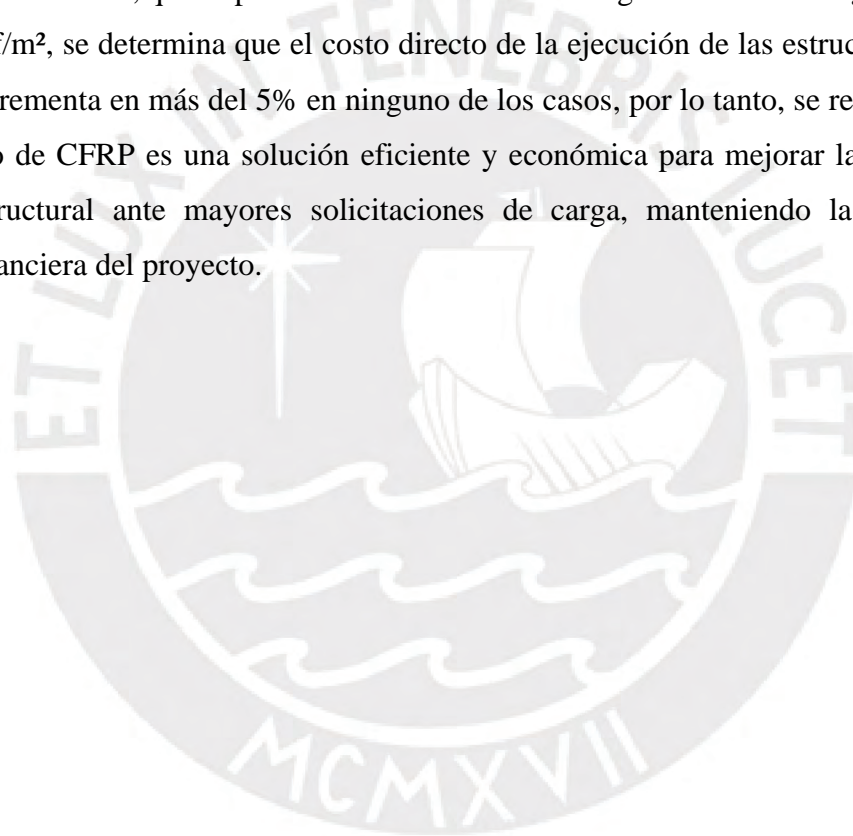
1. De los diagramas momento curvatura se puede concluir, que el uso de CFRP como refuerzo en las vigas incrementa significativamente su capacidad resistente a flexión, permitiéndoles soportar momentos máximos mayores; en ese sentido, se obtuvo un máximo de incremento de momentos de acuerdo al siguiente detalle: para el caso de vigas del sistema aporticado, del 140.70%, para vigas del sistema dual, un máximo de 109.80% y para vigas del sistema de muros estructurales un 55.58%.
2. Sin embargo, de los diagramas momento curvatura también se aprecia una reducción de la curvatura, teniendo como valores máximos de reducción de curvatura conforme al siguiente detalle: para vigas del sistema aporticado un reducción del -13.40%, para el sistema dual -22.95% y para el sistema de muros estructurales -22.33%, por lo tanto, se determinó que, existe una reducción en la ductilidad de las vigas, lo que significa que, aunque las vigas reforzadas con CFRP tienen una mayor resistencia, tienen menor capacidad para deformarse plásticamente antes de fallar.
3. Del Análisis estático no lineal, para un sismo de servicio en la edificación Aporticada se obtienen desplazamientos de $\Delta_{px} = 5.089\text{cm}$ y $\Delta_{pxr} = 5.75\text{cm}$ para el no reforzado y reforzado respectivamente, de igual manera, para la edificación dual se obtienen $\Delta_{px} = 8.229\text{ cm}$ y $\Delta_{pxr} = 8.606\text{cm}$, de manera similar para la edificación de muros estructurales $\Delta_{px} = 5.937\text{ cm}$ y $\Delta_{pxr} = 6.518\text{ cm}$, asimismo, en cuanto los desplazamientos en dirección “Y” para un sismo de servicio se aprecia que, en la edificación Aporticada se obtienen desplazamientos de $\Delta_{py} = 4.438\text{cm}$ y $\Delta_{pyr} = 4.945\text{cm}$ para el no reforzado y reforzado respectivamente, de igual manera, para la edificación dual se obtienen $\Delta_{py} = 6.525\text{ cm}$ y $\Delta_{pyr} = 7.073\text{ cm}$, de manera similar para la edificación de muros estructurales $\Delta_{py} = 5.969\text{ cm}$ y $\Delta_{pyr} = 7.027\text{ cm}$, por lo tanto, de los resultados se puede concluir que no existe desfases significativos en cuanto a los desplazamientos para todos los casos se obtienen valores similares en cuanto al desplazamiento, lo cual indica que el reforzamiento con CFRP a flexión en vigas, a un nivel global de la estructura no se ve afectado, y por ende el desempeño de las edificaciones de estudio a un nivel global son similares.

4. Del Análisis estático no lineal a nivel local, se verifica nuevamente que, el refuerzo con CFRP en vigas incrementa significativamente la capacidad de resistencia a momentos flectores de los elementos estructurales puesto que, para todos los edificios de estudio, en las vigas que fueron reforzadas con CFRP, mejoró su resistencia en comparación con las estructuras no reforzadas en el orden del 6.28% para el edificio aporticado, 19% para el edificio dual y del 39% para las vigas del edificio de Muros Estructurales. Sin embargo, existe una disminución en la rotación de las rótulas plásticas de la viga, respecto a los elementos estructurales no reforzados, los que van en el orden para la estructura Aporticada de 31%, para la estructura dual 55%, y para la edificación de muros estructurales por el orden de 65% lo cual supone una disminución en la ductilidad del elemento estructural.
5. Del análisis tiempo historia No Lineal, se observa que a nivel global las edificaciones reforzadas y no reforzadas presentan comportamientos similares en cuanto a las respuestas dinámicas, puesto que, para el edificio aporticado no reforzado y reforzado, respecto a aceleraciones existe una variación del orden de 3.56%, en cuanto a cortantes existe una variación del orden de 1.89% y en derivas una variación del orden de 0.23%, de manera similar para la estructura dual respecto a aceleraciones existe una variación del orden de 2.48%, en cuanto a cortantes existe una variación del orden de 7.18% y en derivas una variación del orden de 6.07%, igualmente, para la estructura de muros estructurales respecto a aceleraciones existe una variación del orden de 2.08%, en cuanto a cortantes existe una variación del orden de 0.59% y en derivas una variación del orden de 5.97%, en ese sentido, estos resultados sugieren que el reforzamiento con CFRP podría no generar una mejora significativa en los aspectos mencionados a nivel global de la estructura
6. Del análisis tiempo historia No Lineal, se determina que, a un nivel local, las vigas reforzadas con CFRP, presentan de la historia de momentos una mejora de la capacidad de la viga puesto que es capaz de resistir momentos flectores mucho mayores; para la edificación aporticada se observa que en las vigas existe una mejora en su capacidad de resistir momentos por el orden de 18%, de igual manera para las vigas de la estructura dual por el orden del 13%, y para la estructura de muros estructurales por el orden del 3.5%, esto es un indicador que existe un

incremento de su resistencia, no obstante, en cuanto a la historia de rotaciones se puede apreciar que, la viga reforzada experimenta menores rotaciones, para la edificación aporticada por el orden de un -37.06%, para las vigas de la estructura dual por el orden del -46% y de igual manera, para las vigas de la estructura de muros estructurales por el orden del -37%, lo que implica una reducción en su ductilidad de dichos elementos.

7. Se concluye que, a partir del análisis estático no lineal y del análisis tiempo historia no lineal, el comportamiento sismorresistente de los edificios estudiados dentro de un rango no lineal (inelástico) presenta un desempeño similar a nivel global. Esto indica que la incorporación de CFRP en vigas, si bien aumenta la resistencia de los elementos individuales, no genera un impacto significativo en el comportamiento general de la estructura bajo solicitaciones sísmicas. El refuerzo con CFRP en vigas no altera de manera directa el desempeño global de la edificación, lo cual sugiere que el comportamiento sismorresistente no depende solamente del reforzamiento de algunos elementos estructurales, como el caso de vigas para la presente investigación, sino del conjunto de todos los elementos estructurales que aseguren una adecuada ductilidad y capacidad de disipación de energía durante eventos sísmicos.
8. De las tres configuraciones estudiadas en la presente investigación (aporticado, dual y de muros estructurales), se demuestra que la incorporación de CFRP como refuerzo a flexión de vigas no implica un incremento significativo en la rigidez estructural global, lo cual, se refleja en los valores de derivas obtenidos, los cuales son similares en todos los casos tanto para la estructura no reforzada como para la reforzada, tanto en el análisis estático no lineal como en el análisis no lineal de tiempo-historia.
9. De los resultados se puede inferir que, un material frágil genera un elemento frágil, como cuando se da el caso del reforzamiento de una sección de viga reforzada con CFRP el cual obliga a la sección disminuir su ductilidad y abrir paso a una alta resistencia. Sin embargo, un elemento frágil no necesariamente genera una estructura frágil; puesto que, considerando las solicitaciones sísmicas, se permitiría que otros elementos que son más dúctiles trabajen para la estructura mejorando así el desempeño.

10. El proceso de calibración de la respuesta no lineal de los componentes representativos de la estructura analizada es de suma importancia para disminuir la incertidumbre en la predicción del comportamiento general de la estructura. En este sentido, se concluye lo siguiente: en primer lugar, tanto el modelo inelástico de plasticidad distribuida tipo fibra como el modelo de histéresis tipo Pivot permitieron replicar adecuadamente la respuesta no lineal de dos elementos de concreto armado: columna y el muro estructural.
11. Al considerar el refuerzo de la estructura CFRP en los tres sistemas estructurales evaluados (aporticado, dual y de muros estructurales) debido al cambio de uso de la edificación, que implicó un incremento de las cargas vivas de 200 kgf/m² a 600 kgf/m², se determina que el costo directo de la ejecución de las estructuras no se incrementa en más del 5% en ninguno de los casos, por lo tanto, se resalta que el uso de CFRP es una solución eficiente y económica para mejorar la capacidad estructural ante mayores solicitaciones de carga, manteniendo la viabilidad financiera del proyecto.



REFERENCIAS

- ACI 440.2R. (2017). *ACI 440.2R-17 Guide for the Design and Construction of Externally Bonded FRP Systems for Strengthening Concrete Structures*. Farmington Hills: McMaster University Library.
- Albarracin, P., & Gallo, E. (2010). *DESEMPEÑO SÍSMICO DE UN EDIFICIO APORTICADO DE SIETE PISOS DISEÑADO CON EL REGLAMENTO NACIONAL DE CONSTRUCCIONES Y ACEPTANDO UNA DERIVA MÁXIMA DE 1%*. Lima: PUCP. Obtenido de https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/508/ALBARRACIN_NIQUEN_PATRICIA_DESEMPEÑO_SISMICO_APORTICADO.pdf?sequence=1
- Arqhys. (2012). *Cargas vivas y muertas*. Obtenido de <https://www.arqhys.com/articulos/cargas-vivas-muertas.html>
- Arteaga, A., & De Diego, A. (2011). Refuerzo de estructuras con materiales compuestos (FRP). *Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja-CSIC*.
- Cajaleón León, E. A. (2018). *Comportamiento inelástico de pórticos de concreto armado con vigas reforzadas a flexión con CFRP*. Lima.
- Calla Deza, F., & Torres Almiron, J. (2015). *Reforzamiento por flexión de vigas de concreto armado con Fibra de Carbono*. AREQUIPA.
- Del Castillo, F. (2021). *ANÁLISIS BÁSICO DE VIGAS Y ESTRUCTURAS UTILIZANDO STATIK TUGO*. Obtenido de http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina_ingenieria/mecanica/mat/mat_mec/m5/Analisis_basico_vigas_estructuras_con_statik_TUGO_2021_1.pdf
- Esteva, L. (2001). DISEÑO SÍSMICO BASADO EN DESEMPEÑO: TENDENCIAS Y RETOS. *Revista de Ingeniería Sísmica*, 36-54. Obtenido de <https://smis.mx/index.php/RIS/article/view/223/161>
- Gutierrez Ramos, M. M. (2022). *Comportamiento a Flexión de Vigas de Concreto Armado Reforzadas con Bandas CFRP Sometidas a Acciones Cíclicas*. Lima: PUCP.
- Inerempresas. (2011). *Refuerzo de estructuras con materiales compuestos (FRP)*. Obtenido de [https://www.interempresas.net/Cerramientos_y_ventanas/Articulos/49535-Refuerzo-de-estructuras-con-materiales-compuestos-\(FRP\).html](https://www.interempresas.net/Cerramientos_y_ventanas/Articulos/49535-Refuerzo-de-estructuras-con-materiales-compuestos-(FRP).html)
- Ingeniería y más. (2016). *ACI 318S-14*. Obtenido de <https://ingenieriaymas.com/2016/06/aci-318s-14-en-espano.html>
- Jimenez Ulloa, J. L. (2023). Modelación de Vigas Reforzadas a Corte con. *The University of Texas at Austin*. Obtenido de <https://fddocuments.ec/document/modelacin-de-vigas-reforzadas-a-corte-con-cfrp-en-28-investigaciones.html?page=1>

- Martinez, J. (2015). *Teoría de estructuras II*. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/270724361/metodo-de-distribucion-de-momentos-Cross>
- masterbrace. (2023). *Refuerzo a cortante*. Obtenido de <https://www.masterbrace.es/www/doc/cortante.pdf>
- Meier, U. a. (1991). *Strengthening of structures with CFRP laminates*. In: *Advanced Composite Materials in Civil Engineering Structures – ASCE Specialty Conference, Las Vegas, Nevada, February*. Las Vegas: Reston, VA: ASCE, pp. 224–232.
- Melone, S. (1995). *DESEMPEÑO SÍSMICO DE EDIFICACIONES ESENCIALES*. Obtenido de <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6226/15CAPITULO6.pdf>
- Moncayo Theurer, M., & Rodriguez, J. (2016). Las fibras de carbono como una alternativa para reforzamiento de estructuras. *Ingeniería. Ingeniería, Revista Académica de la FI-UADY*, 57-62.
- Mora, D., & Aguiar, R. (2015). MODELACIÓN DE DIAGRAMA MOMENTO-CURVATURA Y MOMENTO-ROTACIÓN EN SECCIONES DE ACERO ESTRUCTURAL. *CIENCIA*, 99-124.
- Moreno González, R. (2006). *Evaluación del riesgo sísmico en edificios mediante análisis estático no lineal: Aplicación a diversos escenarios sísmicos de Barcelona*. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya.
- Muñoz, J. (2009). *Pontificia universidad católica del Perú*. Lima: Pontificia universidad católica del Perú.
- Navarro, A. (2020). *REFORZAMIENTO Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN DE ALBAÑILERÍA CONFINADA PARA AMPLIACIÓN DE NIVELES EN EL DISTRITO DE CARABAYLLO DEPARTAMENTO DE LIMA*. Lima: USMP.
- Norma Técnica de edificación E.060 concreto armado. (2009). *Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento*.
- Norma Técnica E.030 Diseño sismorresistente. (2019). *Ministerio de vivienda construcción y saneamiento*. Obtenido de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2366641/51%20E.030%20DISE%20%3%91O%20SISMORRESISTENTE%20RM-043-2019-VIVIENDA.pdf>
- Oller, E., Mari, A., & Bairán, J. (2023). REFUERZO DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO CON LAMINADOS DE FIBRA DE CARBONO (CFRP). *RECERCA I INNOVACIÓ A L'ESCOLA DE CAMINS*, 1-4. Obtenido de https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/11612/3_Refuerzo%20de%20estructuras%20de%20hormig%C3%B3n%20armado%20con%20laminados%20d.pdf

- Osorio, J. (2023). *¿Que es el modulo de elasticidad en el concreto?* Obtenido de <https://360enconcreto.com/blog/detalle/elasticidad-del-concreto/>
- Oviedo, R. (2023). *PROCEDIMIENTOS DE DISEÑO*. Obtenido de <https://oviedos.tripod.com/cargas.html>
- San Bartolomé, A. (2023). *MÉTODO DE HARDY CROSS*. PUCP. Obtenido de https://repositorio.pucp.edu.pe/index/bitstream/handle/123456789/7136/analisis_edificios_cap02.pdf?sequence=7&isAllowed=y
- Sika. (2015). *GUÍA DE USUARIO Software de diseño Sika®CarboDur® Basado en ACI 440.2R-8*. Obtenido de .
- Silva Mercado, R. M. (2018). *Desempeño sísmico de muros de quincha tradicional mediante el método del espectro de capacidadD*. Lima: PUCP.
- Tavárez Fadul, J. (2016). *Análisis Estático y Dinámico Incremental de una estructura de muros de hormigón armado en la República Dominicana* . Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya.
- Torrealva, D. (2016). *Material de clase: Reparación y conservación del patrimonio* . Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Vamvatsikos , D., & Cornell, C. A. (2002). Incremental dynamic analysis. Earthquake engineering & structural dynamics. *The Journal of the International Association for Earthquake Engineering*.
- Villasevil Montava, G. (2016). *REFUERZO A CORTANTE CON LAMINADOS FRP*. Barcelona.

ANEXOS

8.1.1. Verificación de Reforzamiento Edificio Aporticado

8.1.1.1. Verificación de reforzamiento vigas

- Vigas de 0.25 x 0.45 m

Niveles	Viga 0.25m x 0.45m [Eje A / tramo 1-2]			
	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel 03	4.12 tonf-m	5.27 cm ²	7.28 tonf-m	Ok
	2.47 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Ok
Nivel 02	5.20 tonf-m	5.27 cm ²	7.28 tonf-m	Ok
	2.41 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Ok
Nivel 01	6.18 tonf-m	5.27 cm ²	7.28 tonf-m	Ok
	3.30 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Ok

Niveles	Viga 0.25m x 0.45m [Eje A / tramo 2-3]			
	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel 03	4.50 tonf-m	5.27 cm ²	7.28 tonf-m	Ok
	3.32 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Ok
Nivel 02	5.76 tonf-m	5.27 cm ²	7.28 tonf-m	Ok
	2.92 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Ok
Nivel 01	6.48 tonf-m	5.27 cm ²	7.28 tonf-m	Ok
	3.30 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Ok

Niveles	Viga 0.25m x 0.45m [Eje B / tramo 1-2]			
	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel 03	6.02 tonf-m	5.27 cm ²	7.28 tonf-m	Ok
	4.89 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Ok
Nivel 02	6.97 tonf-m	5.27 cm ²	7.28 tonf-m	Ok
	4.41 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Ok
Nivel 01	8.01 tonf-m	5.27 cm ²	7.28 tonf-m	Reforzar
	4.59 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Ok

Niveles	Viga 0.25m x 0.45m [Eje B / tramo 2-3]			
	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel 03	6.10 tonf-m	5.27 cm ²	7.28 tonf-m	Ok
	4.11 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Ok
Nivel 02	6.85 tonf-m	5.27 cm ²	7.28 tonf-m	Ok
	4.02 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Ok
Nivel 01	7.53 tonf-m	5.27 cm ²	7.28 tonf-m	Reforzar
	4.03 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Ok

Niveles	Viga 0.25m x 0.45m [Eje B / tramo 3-4]			
	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel 03	4.06 tonf-m	5.27 cm ²	7.28 tonf-m	Ok
	2.25 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Ok
Nivel 02	5.03 tonf-m	5.27 cm ²	7.28 tonf-m	Ok
	2.19 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Ok
Nivel 01	6.09 tonf-m	5.27 cm ²	7.28 tonf-m	Ok
	3.13 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Ok

Niveles	Viga 0.25m x 0.45m [Eje C / tramo 1-2]			
	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel 03	3.06 tonf-m	5.27 cm ²	7.28 tonf-m	Ok
	3.03 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Ok
Nivel 02	4.75 tonf-m	5.27 cm ²	7.28 tonf-m	Ok
	2.57 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Ok
Nivel 01	5.34 tonf-m	5.27 cm ²	7.28 tonf-m	Ok
	2.91 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Ok

Niveles	Viga 0.25m x 0.45m [Eje C / tramo 2-3]			
	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel 03	2.62 tonf-m	5.27 cm ²	7.28 tonf-m	Ok
	1.02 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Ok

Nivel	4.91 tonf-m	5.27 cm ²	7.28 tonf-m	Ok
02	2.65 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Ok
Nivel	4.97 tonf-m	5.27 cm ²	7.28 tonf-m	Ok
01	3.61 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Ok

Niveles	Viga 0.25m x 0.45m [Eje C / tramo 3-4]			
	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel	4.26 tonf-m	5.27 cm ²	7.28 tonf-m	Ok
03	4.95 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Ok
Nivel	6.40 tonf-m	5.27 cm ²	7.28 tonf-m	Ok
02	4.25 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Ok
Nivel	6.72 tonf-m	5.27 cm ²	7.28 tonf-m	Ok
01	4.46 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Ok

Niveles	Viga 0.25m x 0.45m [Eje D / tramo 2-3]			
	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel	1.76 tonf-m	5.27 cm ²	7.28 tonf-m	Ok
03	1.13 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Ok
Nivel	3.38 tonf-m	5.27 cm ²	7.28 tonf-m	Ok
02	2.74 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Ok
Nivel	4.32 tonf-m	5.27 cm ²	7.28 tonf-m	Ok
01	3.98 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Ok

Niveles	Viga 0.25m x 0.45m [Eje D / tramo 3-4]			
	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel	2.77 tonf-m	5.27 cm ²	7.28 tonf-m	Ok
03	2.54 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Ok
Nivel	4.36 tonf-m	5.27 cm ²	7.28 tonf-m	Ok
02	2.15 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Ok
Nivel	4.89 tonf-m	5.27 cm ²	7.28 tonf-m	Ok
01	2.62 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Ok

- Vigas de 0.25 x 0.40 m

Niveles	Viga 0.25m x 0.40m [Eje 1 / tramo A-B]			
	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel 03	2.65 tonf-m	5.27 cm ²	6.28 tonf-m	Ok
	1.36 tonf-m	3.98 cm ²	4.83 tonf-m	Ok
Nivel 02	3.58 tonf-m	5.27 cm ²	6.28 tonf-m	Ok
	1.79 tonf-m	3.98 cm ²	4.83 tonf-m	Ok
Nivel 01	3.80 tonf-m	5.27 cm ²	6.28 tonf-m	Ok
	2.18 tonf-m	3.98 cm ²	4.83 tonf-m	Ok

Niveles	Viga 0.25m x 0.40m [Eje 1 / tramo B-C]			
	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel 03	3.32 tonf-m	5.27 cm ²	6.28 tonf-m	Ok
	2.67 tonf-m	3.98 cm ²	4.83 tonf-m	Ok
Nivel 02	4.42 tonf-m	5.27 cm ²	6.28 tonf-m	Ok
	2.44 tonf-m	3.98 cm ²	4.83 tonf-m	Ok
Nivel 01	4.46 tonf-m	5.27 cm ²	6.28 tonf-m	Ok
	2.53 tonf-m	3.98 cm ²	4.83 tonf-m	Ok

Niveles	Viga 0.25m x 0.40m [Eje 2 / tramo A-B]			
	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel 03	3.89 tonf-m	5.27 cm ²	6.28 tonf-m	Ok
	2.54 tonf-m	3.98 cm ²	4.83 tonf-m	Ok
Nivel 02	4.95 tonf-m	5.27 cm ²	6.28 tonf-m	Ok
	2.42 tonf-m	3.98 cm ²	4.83 tonf-m	Ok
Nivel 01	5.22 tonf-m	5.27 cm ²	6.28 tonf-m	Ok
	2.46 tonf-m	3.98 cm ²	4.83 tonf-m	Ok

Niveles	Viga 0.25m x 0.40m [Eje 2 / tramo B-C]			
	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel 03	4.88 tonf-m	5.27 cm ²	6.28 tonf-m	Ok
	4.36 tonf-m	3.98 cm ²	4.83 tonf-m	Ok
	5.95 tonf-m	5.27 cm ²	6.28 tonf-m	Ok

Nivel 02	4.13 tonf-m	3.98 cm ²	4.83 tonf-m	Ok
Nivel 01	6.24 tonf-m	5.27 cm ²	6.28 tonf-m	Ok
	4.13 tonf-m	3.98 cm ²	4.83 tonf-m	Ok

Niveles	Viga 0.25m x 0.40m [Eje 3 / tramo A-B]			
	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel 03	3.36 tonf-m	5.27 cm ²	6.28 tonf-m	Ok
	1.32 tonf-m	3.98 cm ²	4.83 tonf-m	Ok
Nivel 02	4.33 tonf-m	5.27 cm ²	6.28 tonf-m	Ok
	2.35 tonf-m	3.98 cm ²	4.83 tonf-m	Ok
Nivel 01	4.84 tonf-m	5.27 cm ²	6.28 tonf-m	Ok
	2.97 tonf-m	3.98 cm ²	4.83 tonf-m	Ok

Niveles	Viga 0.25m x 0.40m [Eje 3 / tramo B-C]			
	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel 03	5.83 tonf-m	5.27 cm ²	6.28 tonf-m	Ok
	5.36 tonf-m	3.98 cm ²	4.83 tonf-m	Reforzar
Nivel 02	7.23 tonf-m	5.27 cm ²	6.28 tonf-m	Reforzar
	5.02 tonf-m	3.98 cm ²	4.83 tonf-m	Reforzar
Nivel 01	7.40 tonf-m	5.27 cm ²	6.28 tonf-m	Reforzar
	5.13 tonf-m	3.98 cm ²	4.83 tonf-m	Reforzar

Niveles	Viga 0.25m x 0.40m [Eje 3 / tramo C-D]			
	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel 03	3.31 tonf-m	5.27 cm ²	6.28 tonf-m	Ok
	1.44 tonf-m	3.98 cm ²	4.83 tonf-m	Ok
Nivel 02	4.61 tonf-m	5.27 cm ²	6.28 tonf-m	Ok
	2.65 tonf-m	3.98 cm ²	4.83 tonf-m	Ok
Nivel 01	5.00 tonf-m	5.27 cm ²	6.28 tonf-m	Ok
	3.33 tonf-m	3.98 cm ²	4.83 tonf-m	Ok

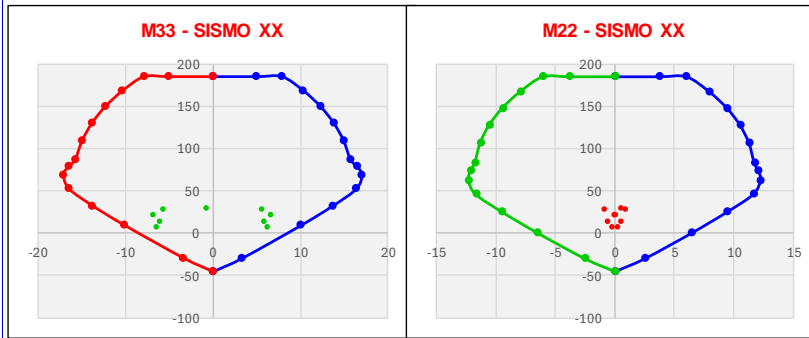
Niveles	Viga 0.25m x 0.40m [Eje 4 / tramo B-C]			
	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel 03	3.69 tonf-m	5.27 cm ²	6.28 tonf-m	Ok
	2.72 tonf-m	3.98 cm ²	4.83 tonf-m	Ok
Nivel 02	5.23 tonf-m	5.27 cm ²	6.28 tonf-m	Ok
	2.46 tonf-m	3.98 cm ²	4.83 tonf-m	Ok
Nivel 01	5.55 tonf-m	5.27 cm ²	6.28 tonf-m	Ok
	2.68 tonf-m	3.98 cm ²	4.83 tonf-m	Ok

Niveles	Viga 0.25m x 0.40m [Eje 4 / tramo C-D]			
	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel 03	2.66 tonf-m	5.27 cm ²	6.28 tonf-m	Ok
	1.74 tonf-m	3.98 cm ²	4.83 tonf-m	Ok
Nivel 02	4.47 tonf-m	5.27 cm ²	6.28 tonf-m	Ok
	3.22 tonf-m	3.98 cm ²	4.83 tonf-m	Ok
Nivel 01	4.91 tonf-m	5.27 cm ²	6.28 tonf-m	Ok
	3.98 tonf-m	3.98 cm ²	4.83 tonf-m	Ok

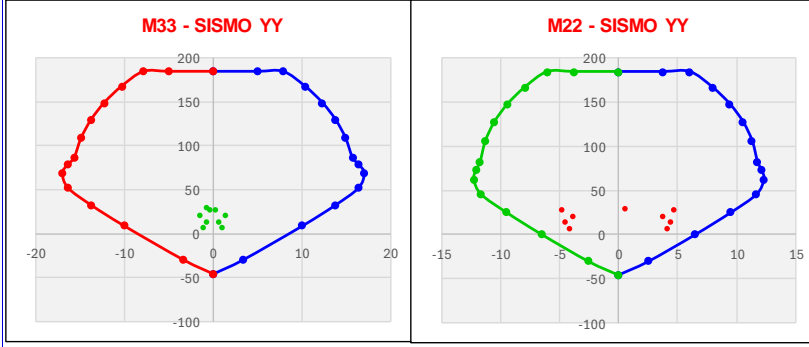
8.1.1.2. Verificación de reforzamiento columnas

- *Columna C1*

VERIFICACION DE RESISTENCIA AL SISMO EN DIRECCION X-X

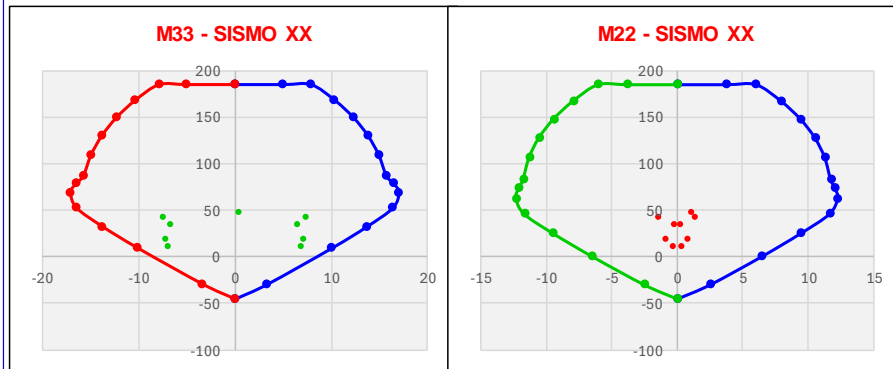


VERIFICACION DE RESISTENCIA AL SISMO EN DIRECCION Y-Y

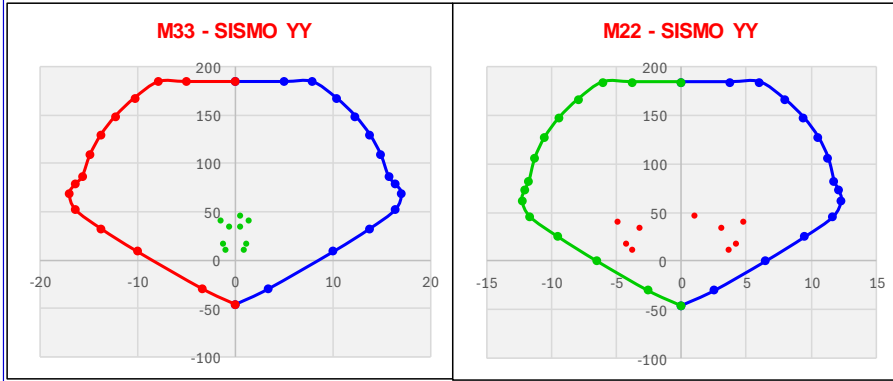


- *Columnas C2*

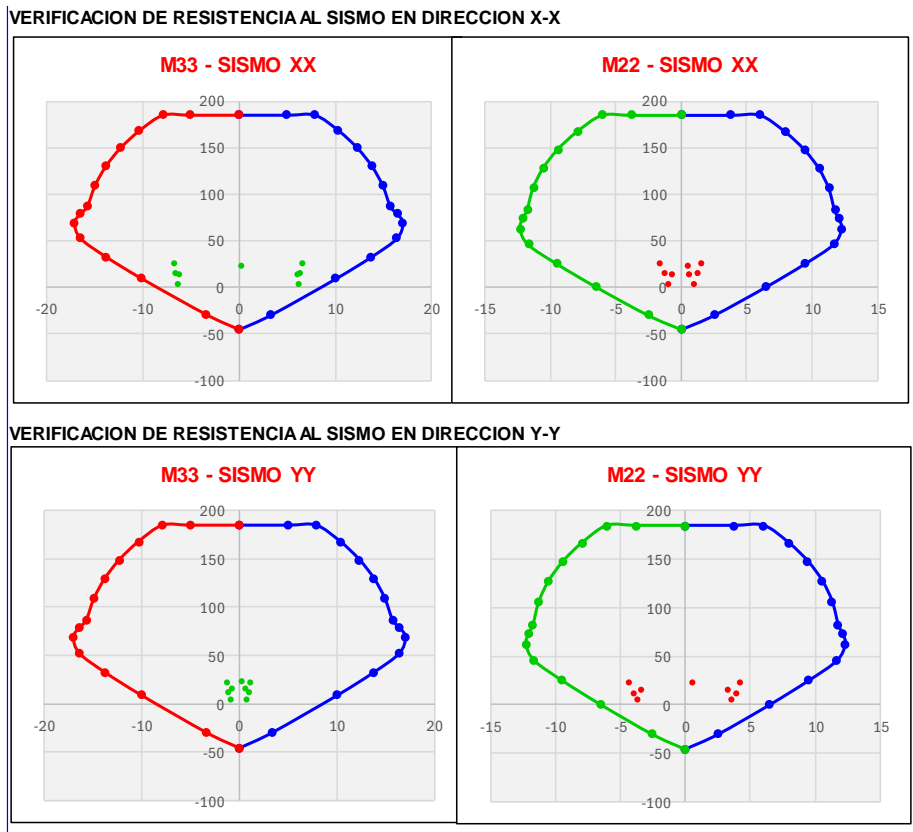
VERIFICACION DE RESISTENCIA AL SISMO EN DIRECCION X-X



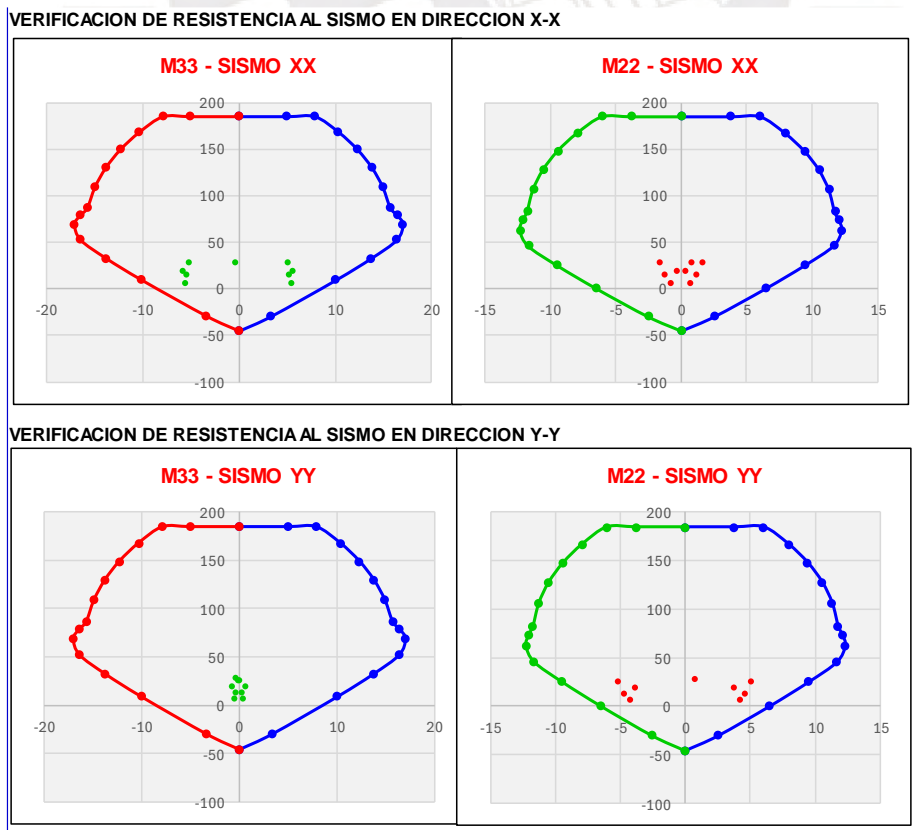
VERIFICACION DE RESISTENCIA AL SISMO EN DIRECCION Y-Y



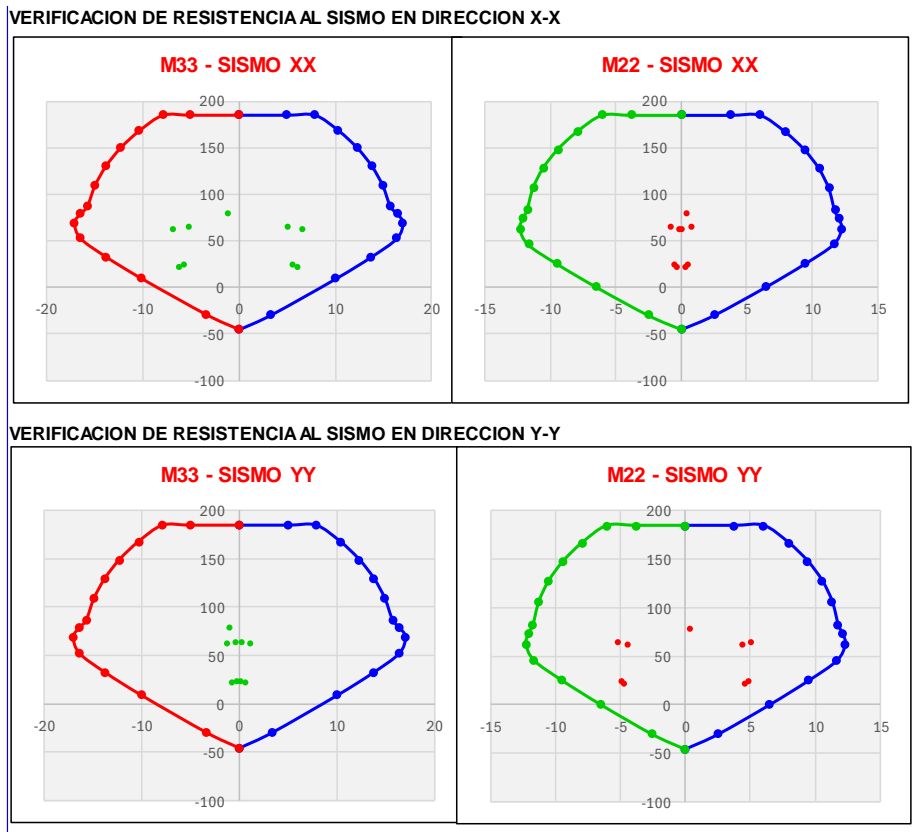
- *Columna C3*



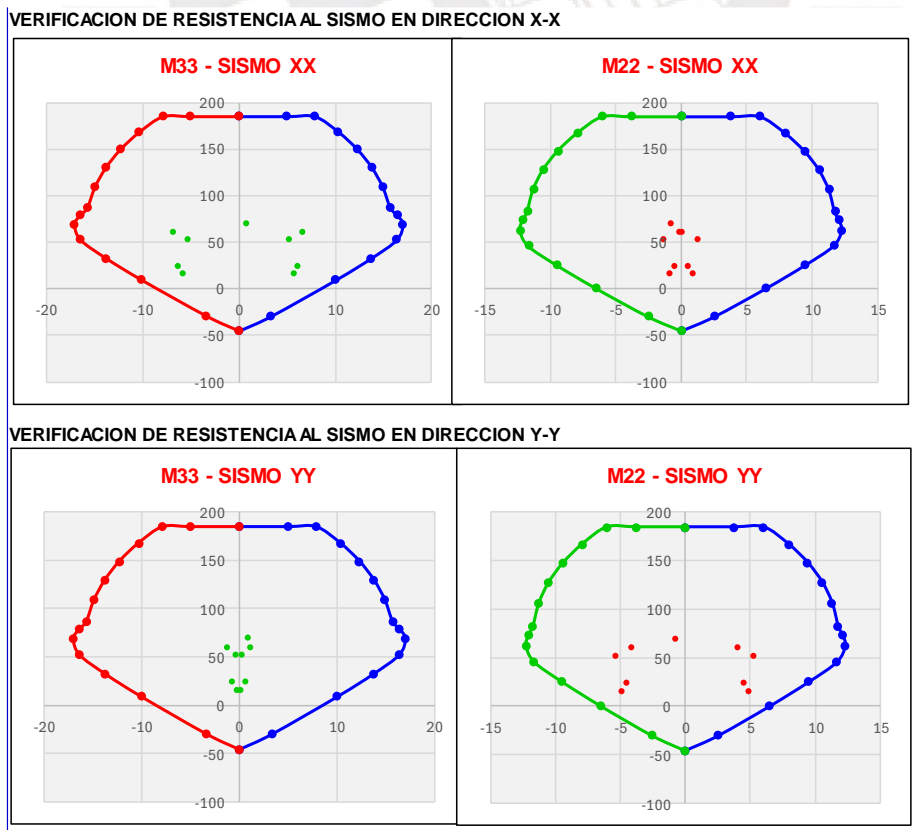
- *Columna C4*



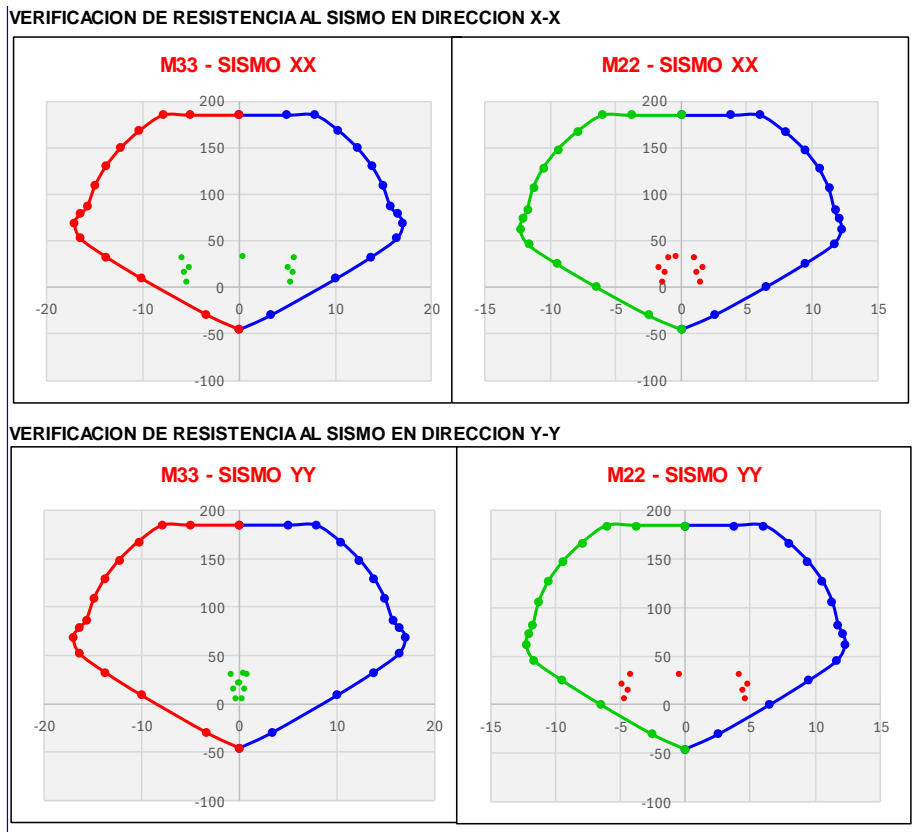
- *Columna C5*



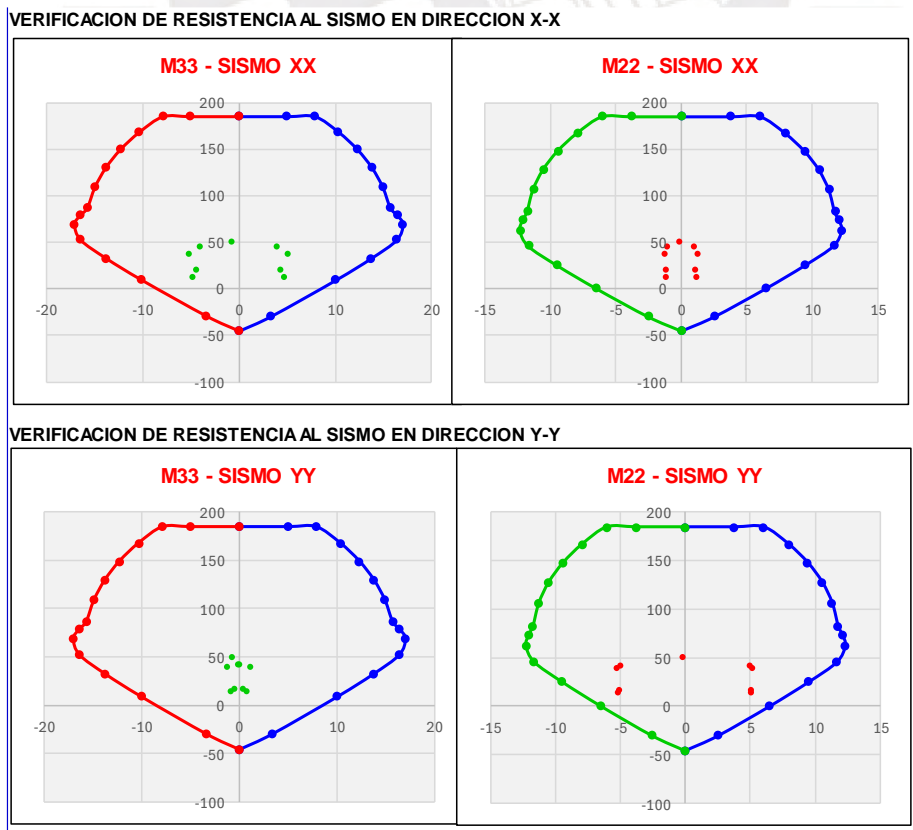
- *Columna C6*



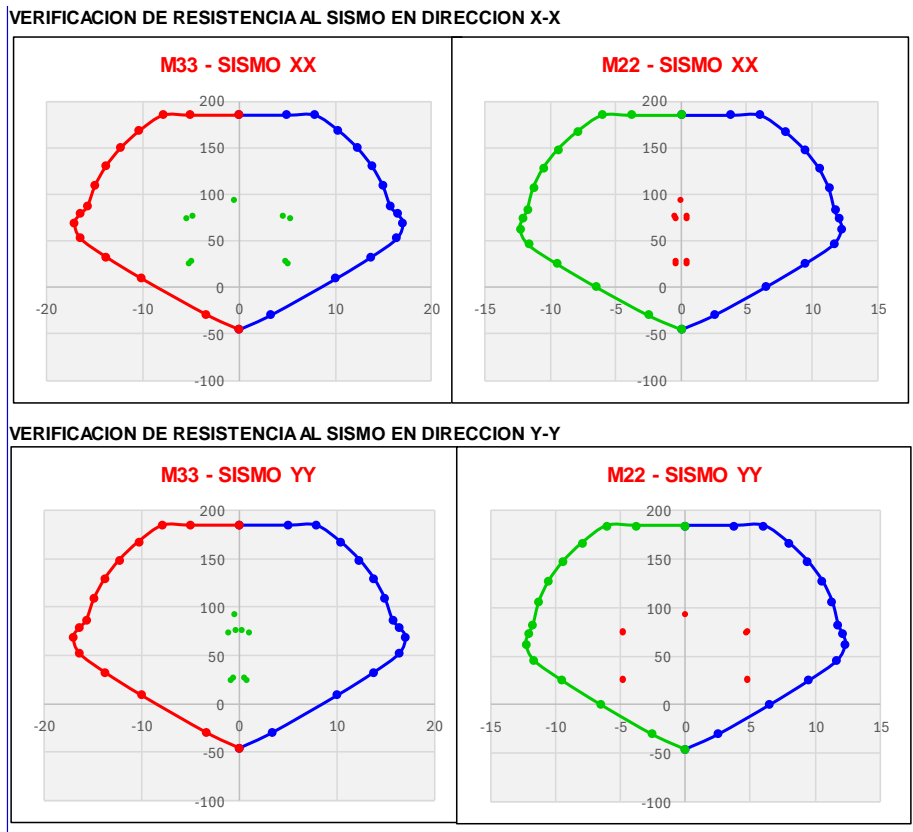
- *Columna C7*



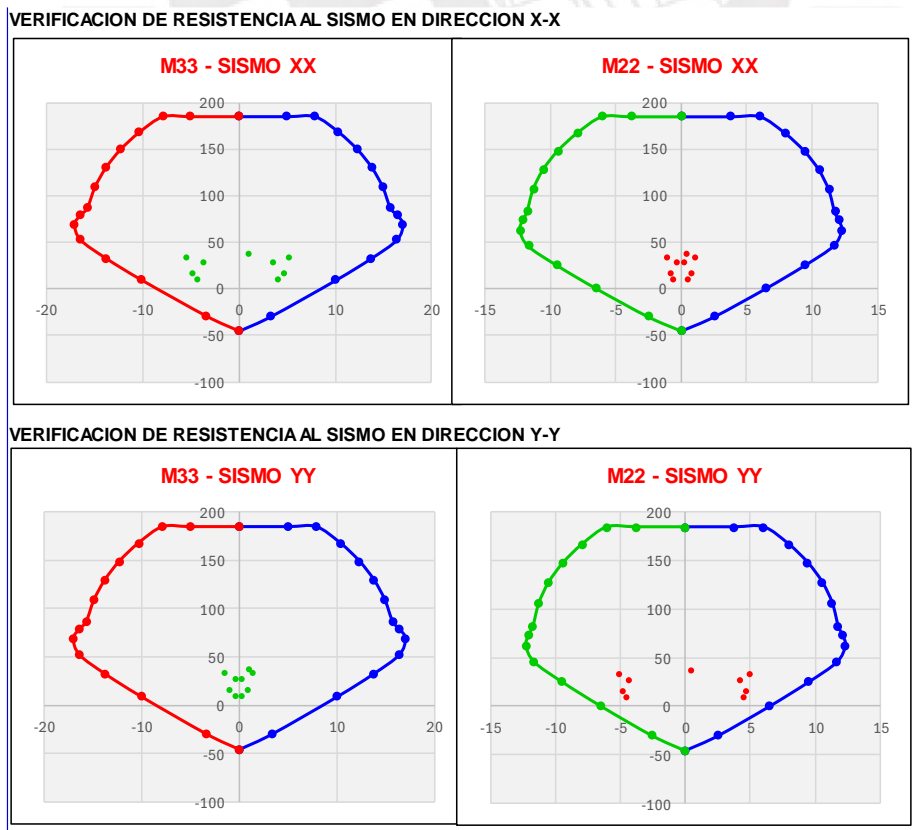
- *Columna C8*



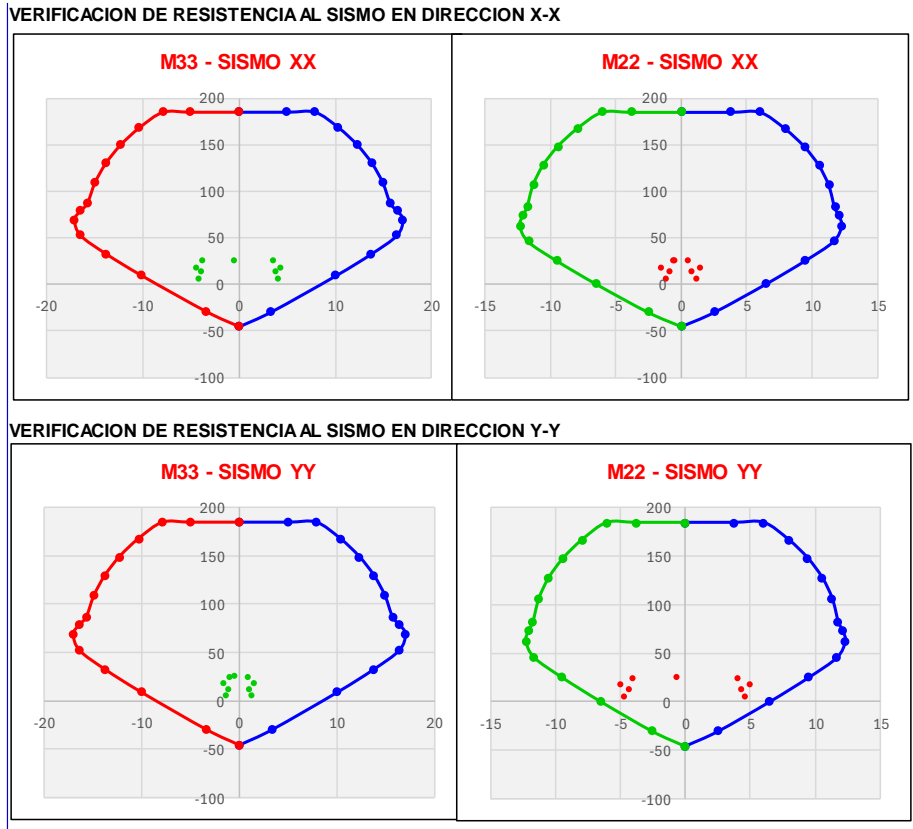
- *Columna C9*



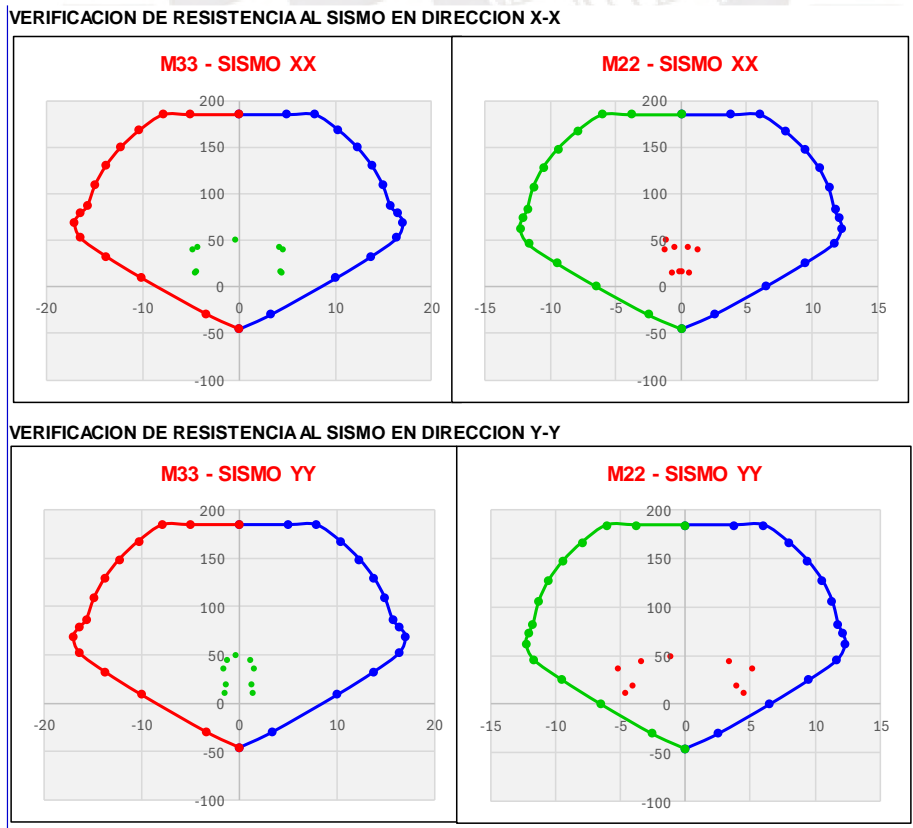
- *Columna C10*



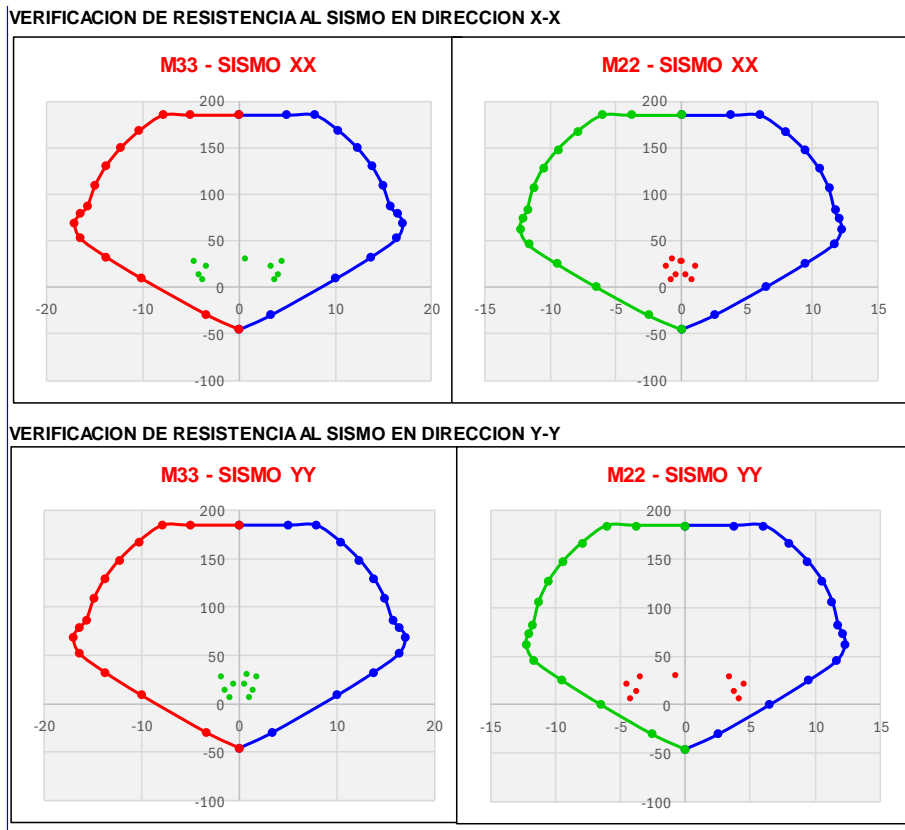
- *Columna C12*



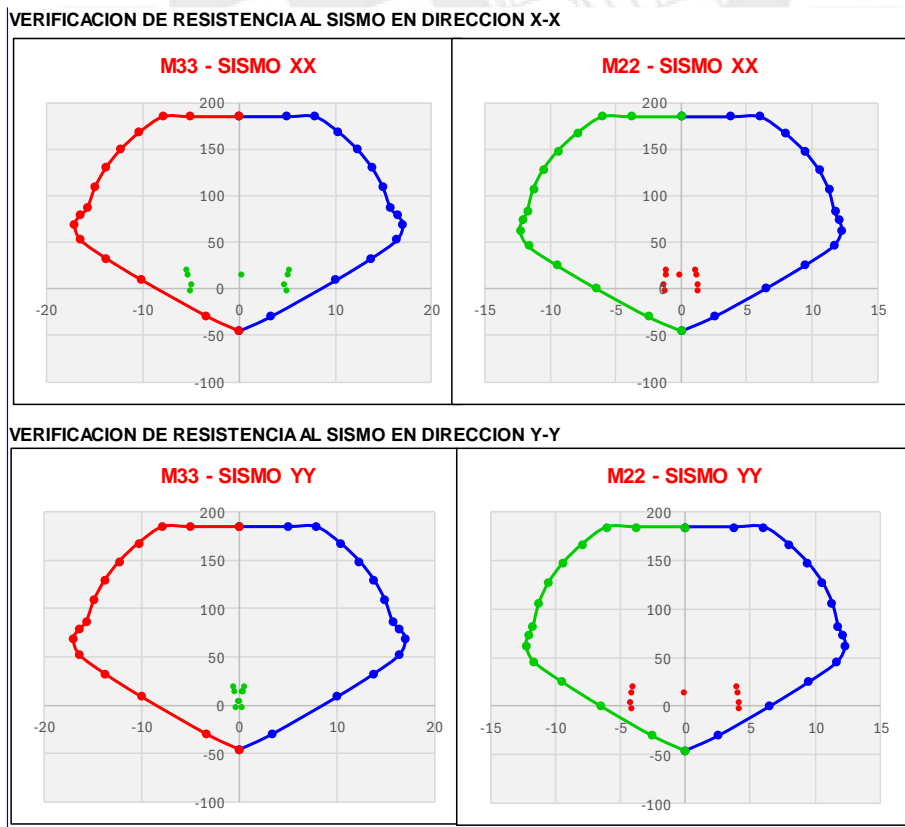
- *Columna C13*



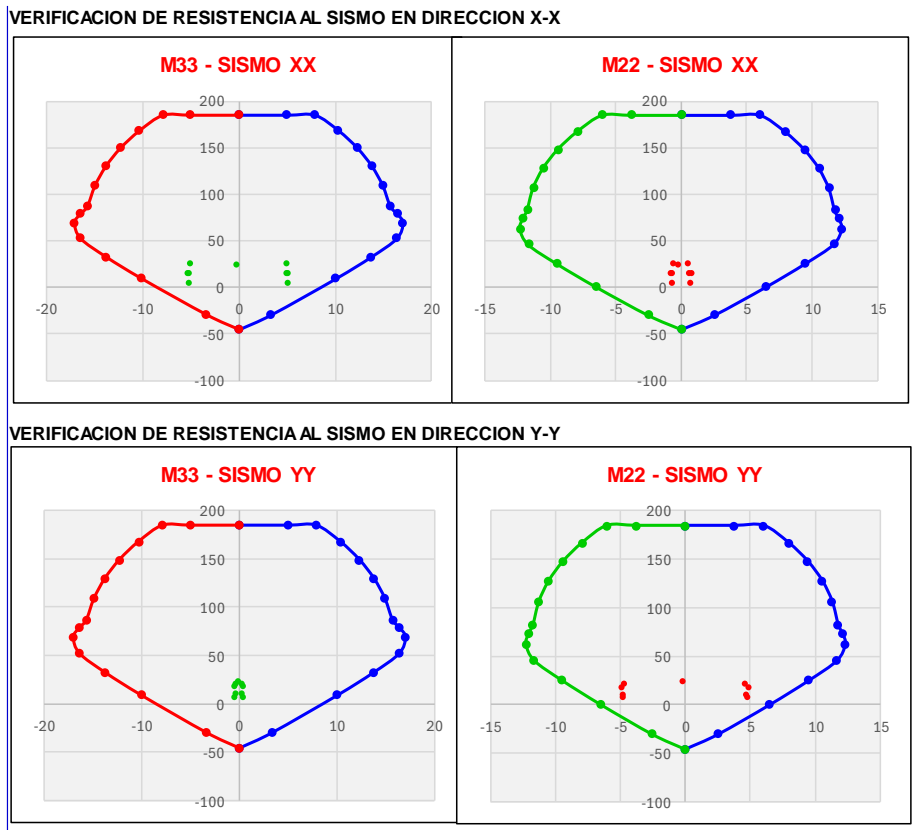
- *Columna C14*



- *Columna C15*



- *Columna C16*



8.1.2. Verificación de Reforzamiento Edificio Dual

8.1.2.1. Verificación de reforzamiento vigas

- Vigas de 0.25 x 0.55m

Niveles	Viga 0.25m x 0.55m [Eje A / tramo 1-2]			
	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel 05	2.74 tonf-m	12.53 cm ²	20.42 tonf-m	Ok
	2.45 tonf-m	7.26 cm ²	12.51 tonf-m	Ok
Nivel 04	5.10 tonf-m	12.53 cm ²	20.42 tonf-m	Ok
	2.51 tonf-m	7.26 cm ²	12.51 tonf-m	Ok
Nivel 03	5.13 tonf-m	12.53 cm ²	20.42 tonf-m	Ok
	2.88 tonf-m	7.26 cm ²	12.51 tonf-m	Ok
Nivel 02	4.85 tonf-m	12.53 cm ²	20.42 tonf-m	Ok
	2.89 tonf-m	7.26 cm ²	12.51 tonf-m	Ok
	3.53 tonf-m	12.53 cm ²	20.42 tonf-m	Ok

Nivel 01	2.27 tonf-m	7.26 cm ²	12.51 tonf-m	Ok
-------------	-------------	----------------------	--------------	----

Niveles	Viga 0.25m x 0.55m [Eje A / tramo 2-3]			
	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel 05	3.12 tonf-m	12.53 cm ²	20.42 tonf-m	Ok
	1.07 tonf-m	7.26 cm ²	12.51 tonf-m	Ok
Nivel 04	3.91 tonf-m	12.53 cm ²	20.42 tonf-m	Ok
	2.09 tonf-m	7.26 cm ²	12.51 tonf-m	Ok
Nivel 03	3.80 tonf-m	12.53 cm ²	20.42 tonf-m	Ok
	2.15 tonf-m	7.26 cm ²	12.51 tonf-m	Ok
Nivel 02	3.38 tonf-m	12.53 cm ²	20.42 tonf-m	Ok
	1.93 tonf-m	7.26 cm ²	12.51 tonf-m	Ok
Nivel 01	2.51 tonf-m	12.53 cm ²	20.42 tonf-m	Ok
	1.31 tonf-m	7.26 cm ²	12.51 tonf-m	Ok

Niveles	Viga 0.25m x 0.55m [Eje A / tramo 3-4]			
	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel 05	3.79 tonf-m	12.53 cm ²	20.42 tonf-m	Ok
	.45 tonf-m	7.26 cm ²	12.51 tonf-m	Ok
Nivel 04	5.82 tonf-m	12.53 cm ²	20.42 tonf-m	Ok
	2.75 tonf-m	7.26 cm ²	12.51 tonf-m	Ok
Nivel 03	5.54 tonf-m	12.53 cm ²	20.42 tonf-m	Ok
	2.36 tonf-m	7.26 cm ²	12.51 tonf-m	Ok
Nivel 02	4.79 tonf-m	12.53 cm ²	20.42 tonf-m	Ok
	2.13 tonf-m	7.26 cm ²	12.51 tonf-m	Ok
Nivel 01	4.20 tonf-m	12.53 cm ²	20.42 tonf-m	Ok
	1.45 tonf-m	7.26 cm ²	12.51 tonf-m	Ok

Niveles	Viga 0.25m x 0.55m [Eje A / tramo 4-5]			
	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel 05	6.33 tonf-m	12.53 cm ²	20.42 tonf-m	Ok
	7.88 tonf-m	7.26 cm ²	12.51 tonf-m	Ok
Nivel 04	7.50 tonf-m	12.53 cm ²	20.42 tonf-m	Ok
	6.73 tonf-m	7.26 cm ²	12.51 tonf-m	Ok
Nivel 03	7.63 tonf-m	12.53 cm ²	20.42 tonf-m	Ok
	6.79 tonf-m	7.26 cm ²	12.51 tonf-m	Ok
Nivel 02	7.62 tonf-m	12.53 cm ²	20.42 tonf-m	Ok
	6.63 tonf-m	7.26 cm ²	12.51 tonf-m	Ok
Nivel 01	7.19 tonf-m	12.53 cm ²	20.42 tonf-m	Ok
	6.63 tonf-m	7.26 cm ²	12.51 tonf-m	Ok

Niveles	Viga 0.25m x 0.55m [Eje B / tramo 1-2]			
	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel 05	3.80 tonf-m	12.53 cm ²	20.42 tonf-m	Ok
	4.88 tonf-m	7.26 cm ²	12.51 tonf-m	Ok
Nivel 04	6.58 tonf-m	12.53 cm ²	20.42 tonf-m	Ok
	4.22 tonf-m	7.26 cm ²	12.51 tonf-m	Ok
Nivel 03	6.25 tonf-m	12.53 cm ²	20.42 tonf-m	Ok
	4.30 tonf-m	7.26 cm ²	12.51 tonf-m	Ok
Nivel 02	5.69 tonf-m	12.53 cm ²	20.42 tonf-m	Ok
	4.28 tonf-m	7.26 cm ²	12.51 tonf-m	Ok
Nivel 01	4.08 tonf-m	12.53 cm ²	20.42 tonf-m	Ok
	3.96 tonf-m	7.26 cm ²	12.51 tonf-m	Ok

Niveles	Viga 0.25m x 0.55m [Eje B / tramo 2-3]			
	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel 05	12.60 tonf-m	12.53 cm ²	20.42 tonf-m	Ok
	4.32 tonf-m	7.26 cm ²	12.51 tonf-m	Ok
Nivel 04	16.14 tonf-m	12.53 cm ²	20.42 tonf-m	Ok
	7.41 tonf-m	7.26 cm ²	12.51 tonf-m	Ok

Nivel	18.31 tonf-m	12.53 cm ²	20.42 tonf-m	Ok
03	10.75 tonf-m	7.26 cm ²	12.51 tonf-m	Ok
Nivel	18.36 tonf-m	12.53 cm ²	20.42 tonf-m	Ok
02	12.59 tonf-m	7.26 cm ²	12.51 tonf-m	Reforzar
Nivel	13.25 tonf-m	12.53 cm ²	20.42 tonf-m	Ok
01	10.11 tonf-m	7.26 cm ²	12.51 tonf-m	Ok

Niveles	Viga 0.25m x 0.55m [Eje B / tramo 2-3]			
	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel	13.44 tonf-m	12.53 cm ²	20.42 tonf-m	Ok
05	5.34 tonf-m	7.26 cm ²	12.51 tonf-m	Ok
Nivel	15.80 tonf-m	12.53 cm ²	20.42 tonf-m	Ok
04	7.82 tonf-m	7.26 cm ²	12.51 tonf-m	Ok
Nivel	16.98 tonf-m	12.53 cm ²	20.42 tonf-m	Ok
03	10.06 tonf-m	7.26 cm ²	12.51 tonf-m	Ok
Nivel	16.47 tonf-m	12.53 cm ²	20.42 tonf-m	Ok
02	10.94 tonf-m	7.26 cm ²	12.51 tonf-m	Ok
Nivel	11.77 tonf-m	12.53 cm ²	20.42 tonf-m	Ok
01	8.33 tonf-m	7.26 cm ²	12.51 tonf-m	Ok

Niveles	Viga 0.25m x 0.55m [Eje B / tramo 3-4]			
	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel	8.86 tonf-m	12.53 cm ²	20.42 tonf-m	Ok
05	1.58 tonf-m	7.26 cm ²	12.51 tonf-m	Ok
Nivel	6.64 tonf-m	12.53 cm ²	20.42 tonf-m	Ok
04	.71 tonf-m	7.26 cm ²	12.51 tonf-m	Ok
Nivel	7.57 tonf-m	12.53 cm ²	20.42 tonf-m	Ok
03	1.15 tonf-m	7.26 cm ²	12.51 tonf-m	Ok
Nivel	8.52 tonf-m	12.53 cm ²	20.42 tonf-m	Ok
02	1.68 tonf-m	7.26 cm ²	12.51 tonf-m	Ok
Nivel	10.18 tonf-m	12.53 cm ²	20.42 tonf-m	Ok
01	2.28 tonf-m	7.26 cm ²	12.51 tonf-m	Ok

Niveles	Viga 0.25m x 0.55m [Eje B / tramo 4-5]			
	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel 05	11.72 tonf-m	12.53 cm ²	20.42 tonf-m	Ok
	14.27 tonf-m	7.26 cm ²	12.51 tonf-m	Reforzar
Nivel 04	10.97 tonf-m	12.53 cm ²	20.42 tonf-m	Ok
	12.81 tonf-m	7.26 cm ²	12.51 tonf-m	Reforzar
Nivel 03	11.54 tonf-m	12.53 cm ²	20.42 tonf-m	Ok
	12.82 tonf-m	7.26 cm ²	12.51 tonf-m	Reforzar
Nivel 02	12.15 tonf-m	12.53 cm ²	20.42 tonf-m	Ok
	12.47 tonf-m	7.26 cm ²	12.51 tonf-m	Ok
Nivel 01	13.27 tonf-m	12.53 cm ²	20.42 tonf-m	Ok
	12.32 tonf-m	7.26 cm ²	12.51 tonf-m	Ok

Niveles	Viga 0.25m x 0.55m [Eje C / tramo 1-2]			
	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel 05	3.06 tonf-m	12.53 cm ²	20.42 tonf-m	Ok
	1.98 tonf-m	7.26 cm ²	12.51 tonf-m	Ok
Nivel 04	5.53 tonf-m	12.53 cm ²	20.42 tonf-m	Ok
	2.33 tonf-m	7.26 cm ²	12.51 tonf-m	Ok
Nivel 03	5.89 tonf-m	12.53 cm ²	20.42 tonf-m	Ok
	2.60 tonf-m	7.26 cm ²	12.51 tonf-m	Ok
Nivel 02	6.00 tonf-m	12.53 cm ²	20.42 tonf-m	Ok
	3.26 tonf-m	7.26 cm ²	12.51 tonf-m	Ok
Nivel 01	4.77 tonf-m	12.53 cm ²	20.42 tonf-m	Ok
	2.99 tonf-m	7.26 cm ²	12.51 tonf-m	Ok

Niveles	Viga 0.25m x 0.55m [Eje C / tramo 2-3]			
	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel 05	4.19 tonf-m	12.53 cm ²	20.42 tonf-m	Ok
	3.35 tonf-m	7.26 cm ²	12.51 tonf-m	Ok

Nivel	5.21 tonf-m	12.53 cm ²	20.42 tonf-m	Ok
04	3.13 tonf-m	7.26 cm ²	12.51 tonf-m	Ok
Nivel	5.42 tonf-m	12.53 cm ²	20.42 tonf-m	Ok
03	3.13 tonf-m	7.26 cm ²	12.51 tonf-m	Ok
Nivel	5.37 tonf-m	12.53 cm ²	20.42 tonf-m	Ok
02	3.09 tonf-m	7.26 cm ²	12.51 tonf-m	Ok
Nivel	4.84 tonf-m	12.53 cm ²	20.42 tonf-m	Ok
01	3.14 tonf-m	7.26 cm ²	12.51 tonf-m	Ok

Niveles	Viga 0.25m x 0.55m [Eje C / tramo 3-4]			
	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel	3.65 tonf-m	12.53 cm ²	20.42 tonf-m	Ok
05	.93 tonf-m	7.26 cm ²	12.51 tonf-m	Ok
Nivel	4.63 tonf-m	12.53 cm ²	20.42 tonf-m	Ok
04	1.29 tonf-m	7.26 cm ²	12.51 tonf-m	Ok
Nivel	5.02 tonf-m	12.53 cm ²	20.42 tonf-m	Ok
03	1.79 tonf-m	7.26 cm ²	12.51 tonf-m	Ok
Nivel	5.11 tonf-m	12.53 cm ²	20.42 tonf-m	Ok
02	2.17 tonf-m	7.26 cm ²	12.51 tonf-m	Ok
Nivel	5.04 tonf-m	12.53 cm ²	20.42 tonf-m	Ok
01	1.86 tonf-m	7.26 cm ²	12.51 tonf-m	Ok

Niveles	Viga 0.25m x 0.55m [Eje C / tramo 4-5]			
	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel	6.05 tonf-m	12.53 cm ²	20.42 tonf-m	Ok
05	7.28 tonf-m	7.26 cm ²	12.51 tonf-m	Ok
Nivel	7.03 tonf-m	12.53 cm ²	20.42 tonf-m	Ok
04	6.19 tonf-m	7.26 cm ²	12.51 tonf-m	Ok
Nivel	7.53 tonf-m	12.53 cm ²	20.42 tonf-m	Ok
03	6.30 tonf-m	7.26 cm ²	12.51 tonf-m	Ok
Nivel	7.79 tonf-m	12.53 cm ²	20.42 tonf-m	Ok
02	6.19 tonf-m	7.26 cm ²	12.51 tonf-m	Ok

Nivel	7.41 tonf-m	12.53 cm ²	20.42 tonf-m	Ok
01	6.29 tonf-m	7.26 cm ²	12.51 tonf-m	Ok

- Vigas de 0.25x0.45m

Niveles	Viga 0.25m x 0.45m [Eje 1 / tramo A-B]			
	Momento último [S/C=1.8tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel 05	5.25 tonf-m	8.55 cm ²	11.30 tonf-m	Ok
	3.25 tonf-m	7.26 cm ²	9.77 tonf-m	Ok
Nivel 04	8.02 tonf-m	8.55 cm ²	11.30 tonf-m	Ok
	5.40 tonf-m	7.26 cm ²	9.77 tonf-m	Ok
Nivel 03	9.03 tonf-m	8.55 cm ²	11.30 tonf-m	Ok
	6.56 tonf-m	7.26 cm ²	9.77 tonf-m	Ok
Nivel 02	9.62 tonf-m	8.55 cm ²	11.30 tonf-m	Ok
	7.07 tonf-m	7.26 cm ²	9.77 tonf-m	Ok
Nivel 01	8.22 tonf-m	8.55 cm ²	11.30 tonf-m	Ok
	5.80 tonf-m	7.26 cm ²	9.77 tonf-m	Ok

Niveles	Viga 0.25m x 0.45m [Eje 1 / tramo B-C]			
	Momento último [S/C=1.8tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel 05	5.57 tonf-m	8.55 cm ²	11.30 tonf-m	Ok
	3.05 tonf-m	7.26 cm ²	9.77 tonf-m	Ok
Nivel 04	8.83 tonf-m	8.55 cm ²	11.30 tonf-m	Ok
	5.55 tonf-m	7.26 cm ²	9.77 tonf-m	Ok
Nivel 03	9.75 tonf-m	8.55 cm ²	11.30 tonf-m	Ok
	6.68 tonf-m	7.26 cm ²	9.77 tonf-m	Ok
Nivel 02	10.12 tonf-m	8.55 cm ²	11.30 tonf-m	Ok
	7.45 tonf-m	7.26 cm ²	9.77 tonf-m	Ok
Nivel 01	8.31 tonf-m	8.55 cm ²	11.30 tonf-m	Ok
	6.33 tonf-m	7.26 cm ²	9.77 tonf-m	Ok

Niveles	Viga 0.25m x 0.45m [Eje 2 / tramo A-B]			
	Momento último [S/C=1.8tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel 05	5.92 tonf-m	8.55 cm ²	11.30 tonf-m	Ok
	2.60 tonf-m	7.26 cm ²	9.77 tonf-m	Ok
Nivel 04	7.45 tonf-m	8.55 cm ²	11.30 tonf-m	Ok
	3.89 tonf-m	7.26 cm ²	9.77 tonf-m	Ok
Nivel 03	7.99 tonf-m	8.55 cm ²	11.30 tonf-m	Ok
	4.42 tonf-m	7.26 cm ²	9.77 tonf-m	Ok
Nivel 02	8.00 tonf-m	8.55 cm ²	11.30 tonf-m	Ok
	4.50 tonf-m	7.26 cm ²	9.77 tonf-m	Ok
Nivel 01	6.87 tonf-m	8.55 cm ²	11.30 tonf-m	Ok
	3.43 tonf-m	7.26 cm ²	9.77 tonf-m	Ok

Niveles	Viga 0.25m x 0.45m [Eje 2 / tramo B-C]			
	Momento último [S/C=1.8tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel 05	6.30 tonf-m	8.55 cm ²	11.30 tonf-m	Ok
	3.61 tonf-m	7.26 cm ²	9.77 tonf-m	Ok
Nivel 04	7.97 tonf-m	8.55 cm ²	11.30 tonf-m	Ok
	3.98 tonf-m	7.26 cm ²	9.77 tonf-m	Ok
Nivel 03	8.51 tonf-m	8.55 cm ²	11.30 tonf-m	Ok
	4.51 tonf-m	7.26 cm ²	9.77 tonf-m	Ok
Nivel 02	8.57 tonf-m	8.55 cm ²	11.30 tonf-m	Ok
	4.58 tonf-m	7.26 cm ²	9.77 tonf-m	Ok
Nivel 01	7.41 tonf-m	8.55 cm ²	11.30 tonf-m	Ok
	3.54 tonf-m	7.26 cm ²	9.77 tonf-m	Ok

Niveles	Viga 0.25m x 0.45m [Eje 3 / tramo A-B]			
	Momento último [S/C=1.8tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel 05	8.57 tonf-m	8.55 cm ²	11.30 tonf-m	Ok
	3.81 tonf-m	7.26 cm ²	9.77 tonf-m	Ok
Nivel 04	10.77 tonf-m	8.55 cm ²	11.30 tonf-m	Ok
	6.01 tonf-m	7.26 cm ²	9.77 tonf-m	Ok

Nivel 03	11.48 tonf-m	8.55 cm ²	11.30 tonf-m	Reforzar
	7.10 tonf-m	7.26 cm ²	9.77 tonf-m	Ok
Nivel 02	11.00 tonf-m	8.55 cm ²	11.30 tonf-m	Ok
	7.09 tonf-m	7.26 cm ²	9.77 tonf-m	Ok
Nivel 01	8.87 tonf-m	8.55 cm ²	11.30 tonf-m	Ok
	5.65 tonf-m	7.26 cm ²	9.77 tonf-m	Ok

Niveles	Viga 0.25m x 0.45m [Eje 3 / tramo B-C]			
	Momento último [S/C=1.8tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel 05	9.39 tonf-m	8.55 cm ²	11.30 tonf-m	Ok
	4.48 tonf-m	7.26 cm ²	9.77 tonf-m	Ok
Nivel 04	11.06 tonf-m	8.55 cm ²	11.30 tonf-m	Ok
	6.59 tonf-m	7.26 cm ²	9.77 tonf-m	Ok
Nivel 03	11.70 tonf-m	8.55 cm ²	11.30 tonf-m	Reforzar
	7.21 tonf-m	7.26 cm ²	9.77 tonf-m	Ok
Nivel 02	11.13 tonf-m	8.55 cm ²	11.30 tonf-m	Ok
	6.81 tonf-m	7.26 cm ²	9.77 tonf-m	Ok
Nivel 01	9.21 tonf-m	8.55 cm ²	11.30 tonf-m	Ok
	4.93 tonf-m	7.26 cm ²	9.77 tonf-m	Ok

Niveles	Viga 0.25m x 0.45m [Eje 4 / tramo A-B]			
	Momento último [S/C=1.8tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel 05	9.70 tonf-m	8.55 cm ²	11.30 tonf-m	Ok
	4.14 tonf-m	7.26 cm ²	9.77 tonf-m	Ok
Nivel 04	11.63 tonf-m	8.55 cm ²	11.30 tonf-m	Reforzar
	6.61 tonf-m	7.26 cm ²	9.77 tonf-m	Ok
Nivel 03	12.64 tonf-m	8.55 cm ²	11.30 tonf-m	Reforzar
	7.45 tonf-m	7.26 cm ²	9.77 tonf-m	Ok
Nivel 02	12.40 tonf-m	8.55 cm ²	11.30 tonf-m	Reforzar
	7.28 tonf-m	7.26 cm ²	9.77 tonf-m	Ok
Nivel 01	10.78 tonf-m	8.55 cm ²	11.30 tonf-m	Ok
	5.56 tonf-m	7.26 cm ²	9.77 tonf-m	Ok

Niveles	Viga 0.25m x 0.45m [Eje 4 / tramo B-C]			
	Momento último [S/C=1.8tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel 05	6.51 tonf-m	8.55 cm ²	11.30 tonf-m	Ok
	4.50 tonf-m	7.26 cm ²	9.77 tonf-m	Ok
Nivel 04	8.35 tonf-m	8.55 cm ²	11.30 tonf-m	Ok
	6.58 tonf-m	7.26 cm ²	9.77 tonf-m	Ok
Nivel 03	9.26 tonf-m	8.55 cm ²	11.30 tonf-m	Ok
	7.18 tonf-m	7.26 cm ²	9.77 tonf-m	Ok
Nivel 02	9.40 tonf-m	8.55 cm ²	11.30 tonf-m	Ok
	6.81 tonf-m	7.26 cm ²	9.77 tonf-m	Ok
Nivel 01	8.37 tonf-m	8.55 cm ²	11.30 tonf-m	Ok
	5.08 tonf-m	7.26 cm ²	9.77 tonf-m	Ok

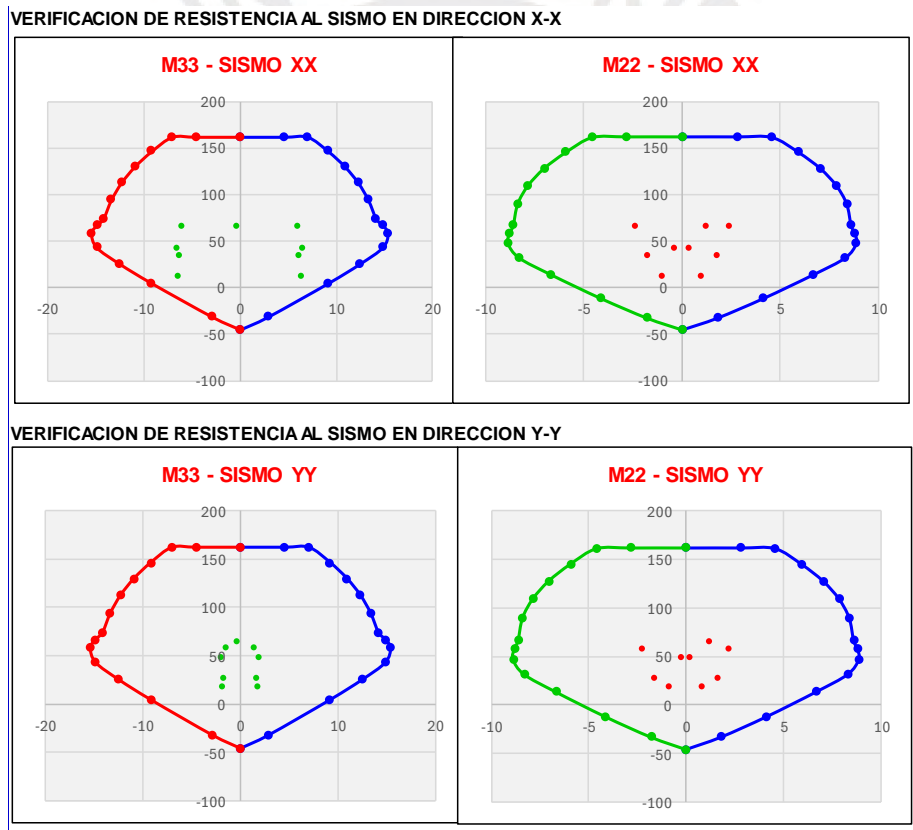
Niveles	Viga 0.25m x 0.45m [Eje 5 / tramo A-B]			
	Momento último [S/C=1.8tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel 05	4.84 tonf-m	8.55 cm ²	11.30 tonf-m	Ok
	2.93 tonf-m	7.26 cm ²	9.77 tonf-m	Ok
Nivel 04	7.31 tonf-m	8.55 cm ²	11.30 tonf-m	Ok
	4.36 tonf-m	7.26 cm ²	9.77 tonf-m	Ok
Nivel 03	8.02 tonf-m	8.55 cm ²	11.30 tonf-m	Ok
	5.30 tonf-m	7.26 cm ²	9.77 tonf-m	Ok
Nivel 02	8.42 tonf-m	8.55 cm ²	11.30 tonf-m	Ok
	5.81 tonf-m	7.26 cm ²	9.77 tonf-m	Ok
Nivel 01	7.22 tonf-m	8.55 cm ²	11.30 tonf-m	Ok
	4.86 tonf-m	7.26 cm ²	9.77 tonf-m	Ok

Niveles	Viga 0.25m x 0.45m [Eje 5 / tramo B-C]			
	Momento último [S/C=1.8tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel 05	5.54 tonf-m	8.55 cm ²	11.30 tonf-m	Ok
	2.58 tonf-m	7.26 cm ²	9.77 tonf-m	Ok

Nivel	8.53 tonf-m	8.55 cm ²	11.30 tonf-m	Ok
04	5.23 tonf-m	7.26 cm ²	9.77 tonf-m	Ok
Nivel	9.09 tonf-m	8.55 cm ²	11.30 tonf-m	Ok
03	5.71 tonf-m	7.26 cm ²	9.77 tonf-m	Ok
Nivel	9.35 tonf-m	8.55 cm ²	11.30 tonf-m	Ok
02	6.08 tonf-m	7.26 cm ²	9.77 tonf-m	Ok
Nivel	7.70 tonf-m	8.55 cm ²	11.30 tonf-m	Ok
01	5.19 tonf-m	7.26 cm ²	9.77 tonf-m	Ok

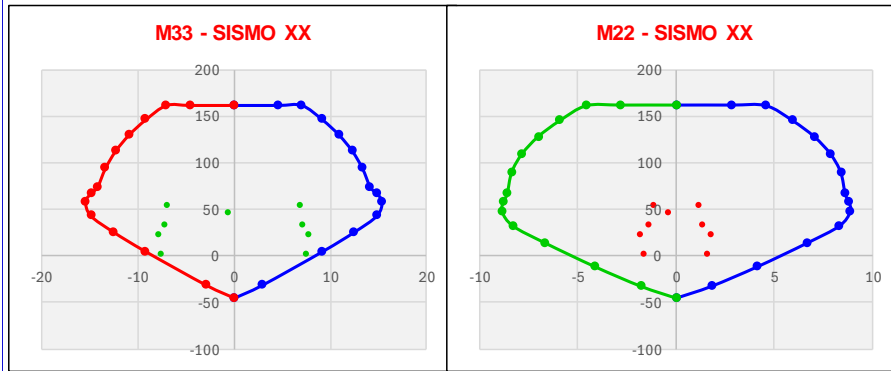
8.1.2.2. Verificación de reforzamiento columnas

- Columna C1

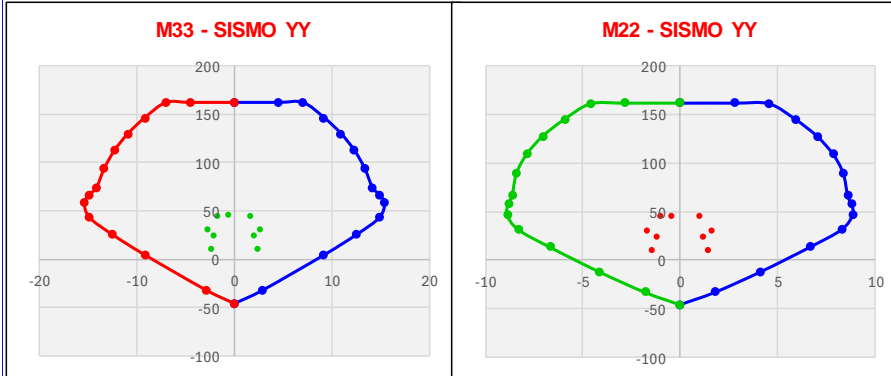


- Columna C2

VERIFICACION DE RESISTENCIA AL SISMO EN DIRECCION X-X

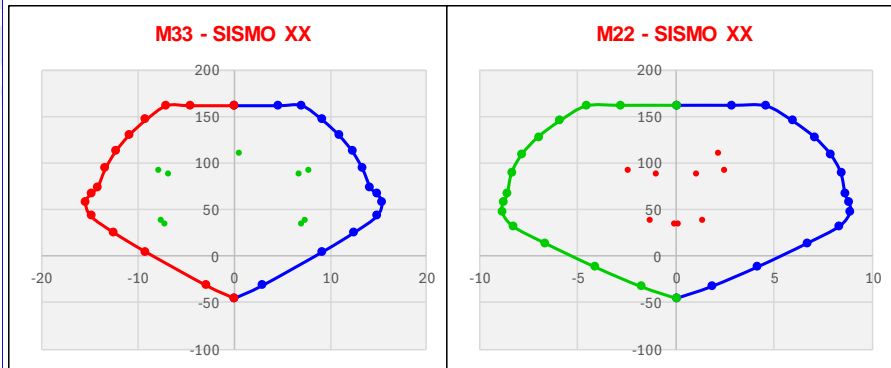


VERIFICACION DE RESISTENCIA AL SISMO EN DIRECCION Y-Y

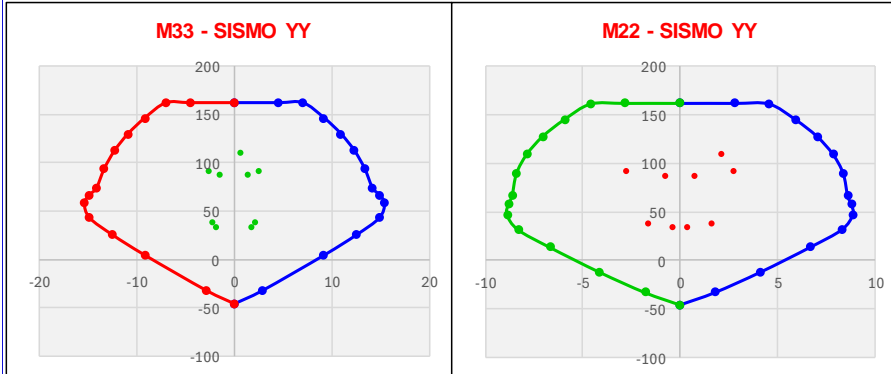


- Columna C13

VERIFICACION DE RESISTENCIA AL SISMO EN DIRECCION X-X

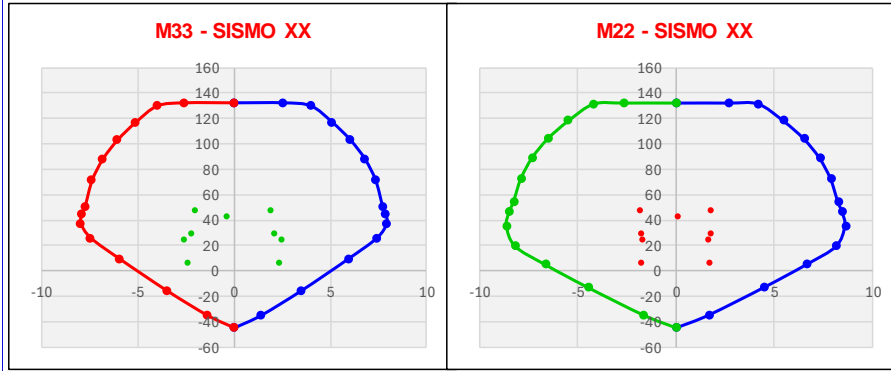


VERIFICACION DE RESISTENCIA AL SISMO EN DIRECCION Y-Y

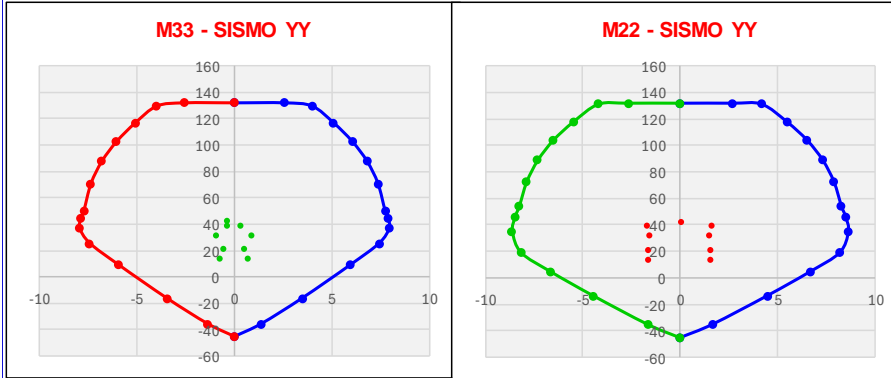


- Columna C14

VERIFICACION DE RESISTENCIA AL SISMO EN DIRECCION X-X

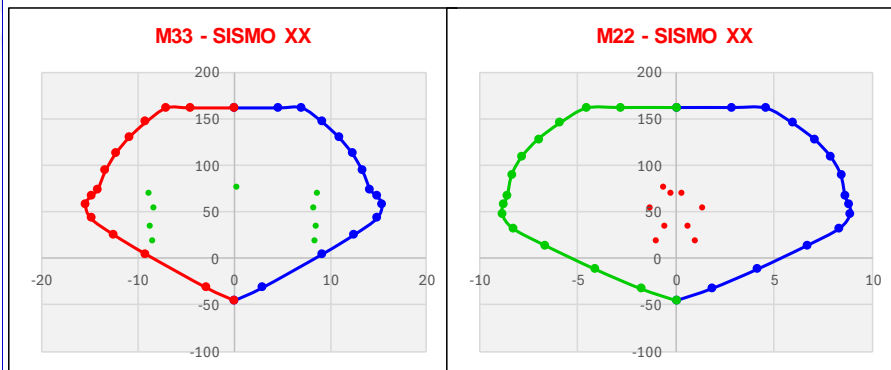


VERIFICACION DE RESISTENCIA AL SISMO EN DIRECCION Y-Y

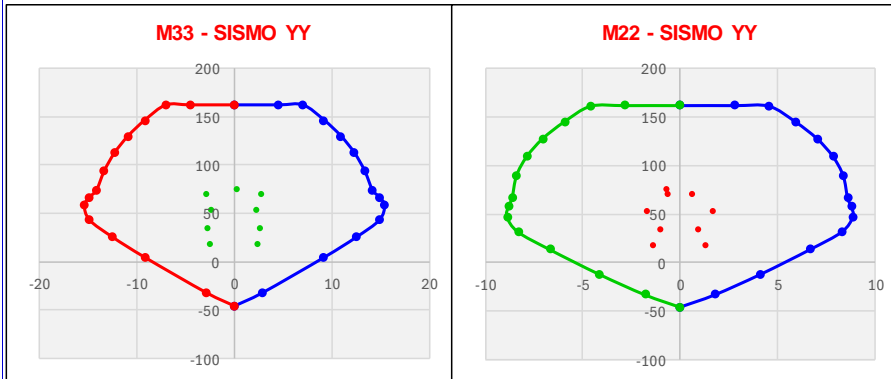


- Columna C15

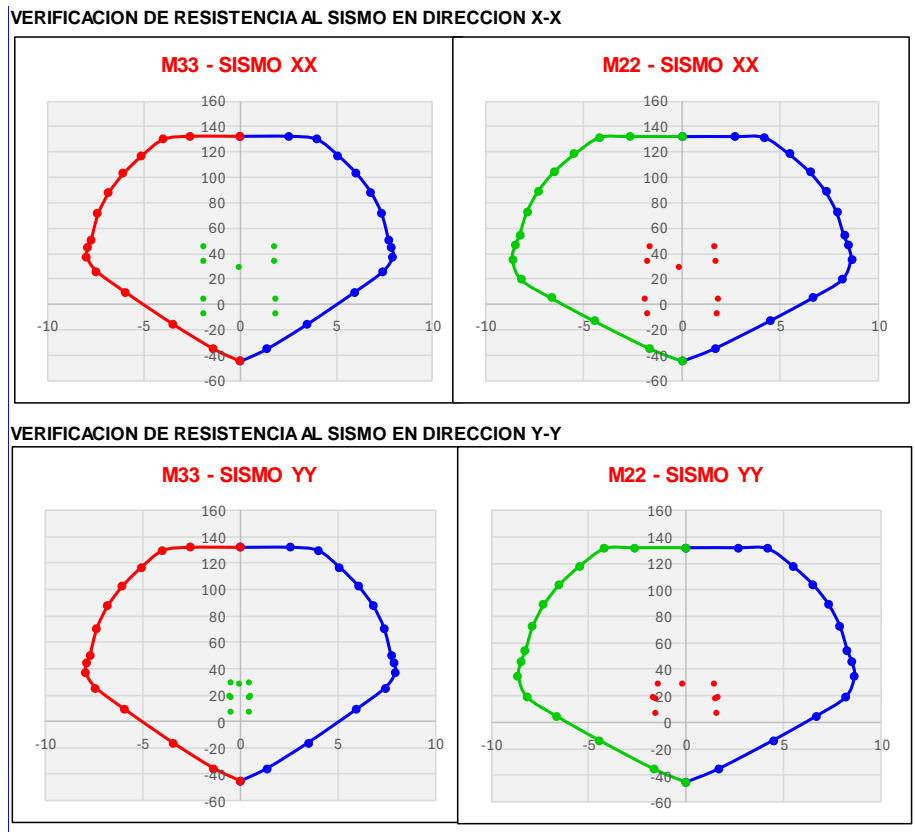
VERIFICACION DE RESISTENCIA AL SISMO EN DIRECCION X-X



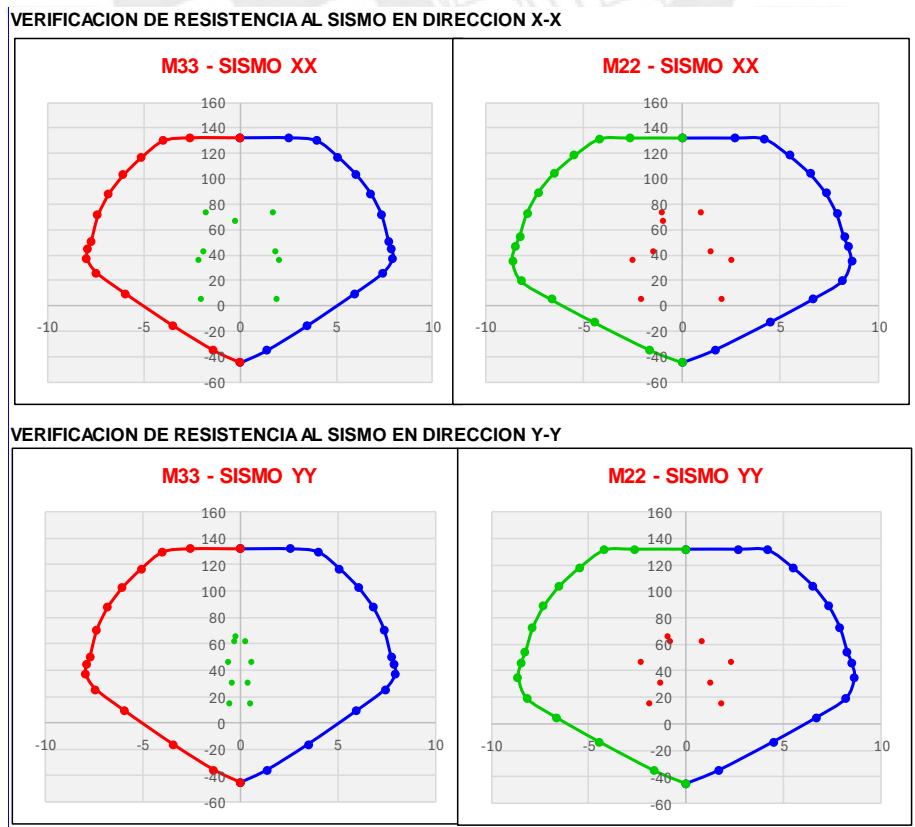
VERIFICACION DE RESISTENCIA AL SISMO EN DIRECCION Y-Y



- Columna C16

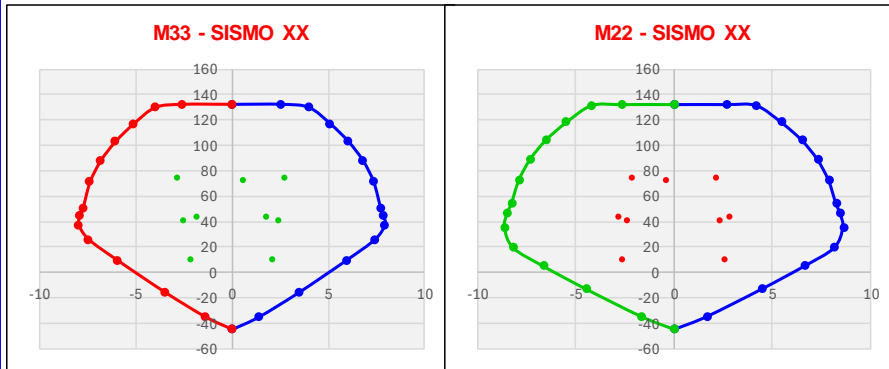


- Columna C17

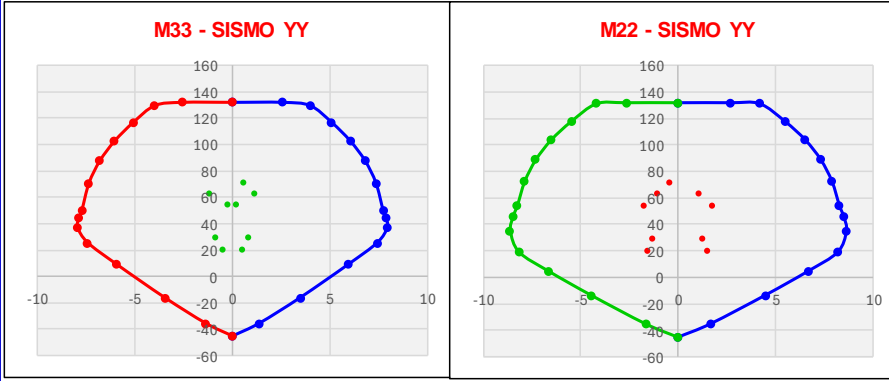


- Columna C18

VERIFICACION DE RESISTENCIA AL SISMO EN DIRECCION X-X

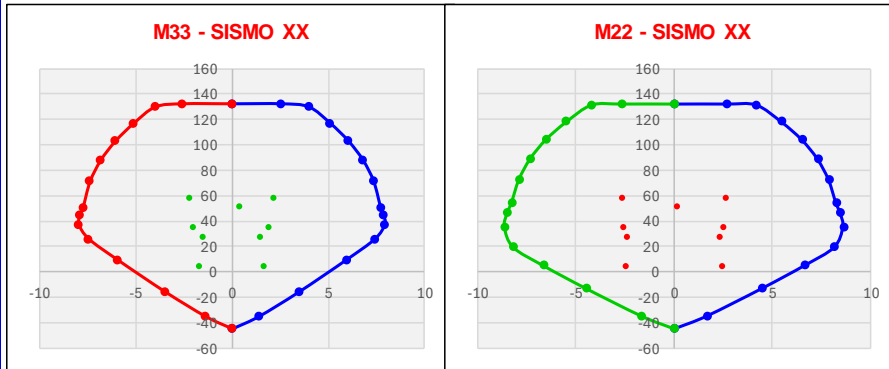


VERIFICACION DE RESISTENCIA AL SISMO EN DIRECCION Y-Y

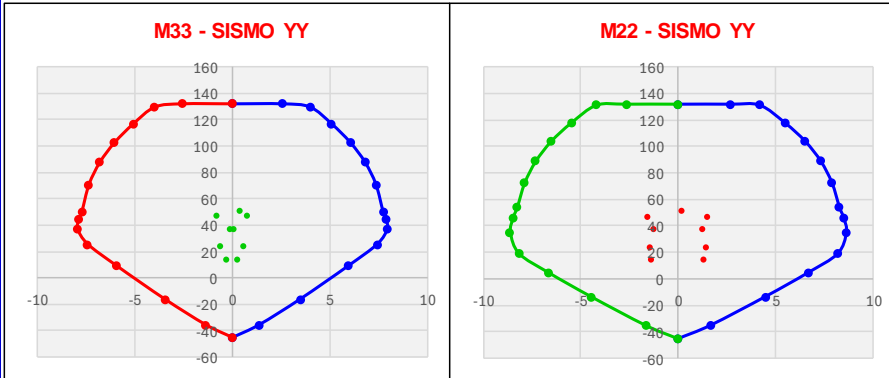


- Columna C19

VERIFICACION DE RESISTENCIA AL SISMO EN DIRECCION X-X

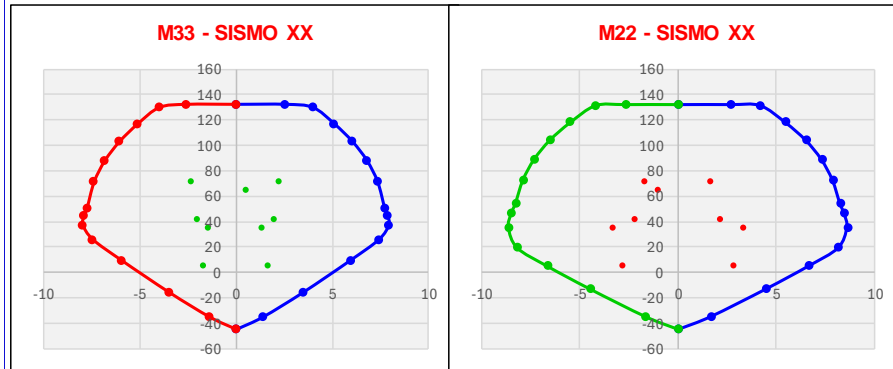


VERIFICACION DE RESISTENCIA AL SISMO EN DIRECCION Y-Y

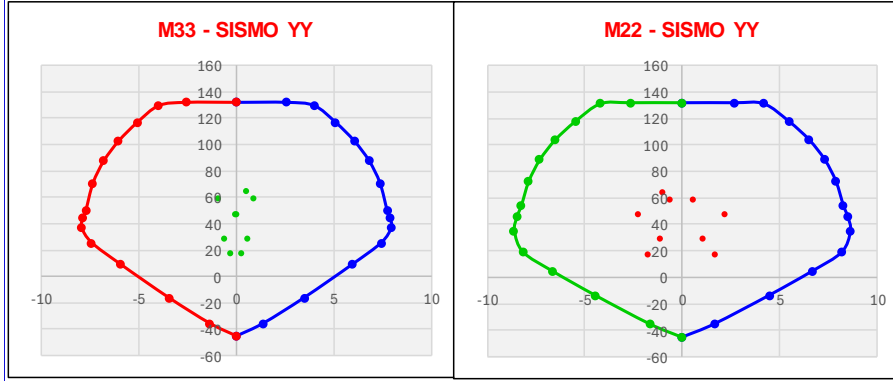


- Columna C20

VERIFICACION DE RESISTENCIA AL SISMO EN DIRECCION X-X

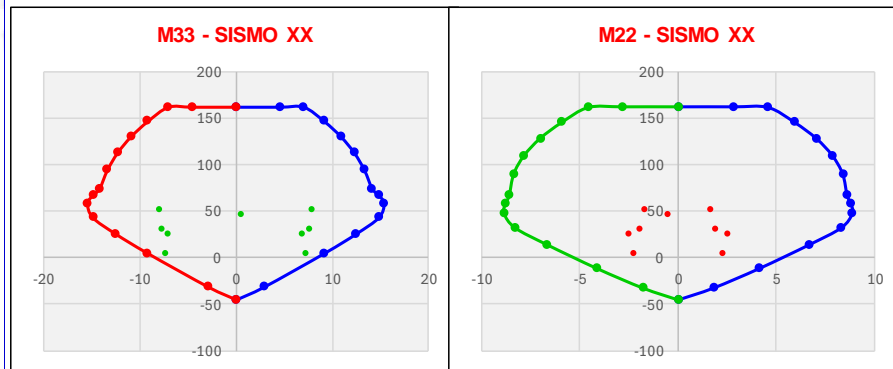


VERIFICACION DE RESISTENCIA AL SISMO EN DIRECCION Y-Y

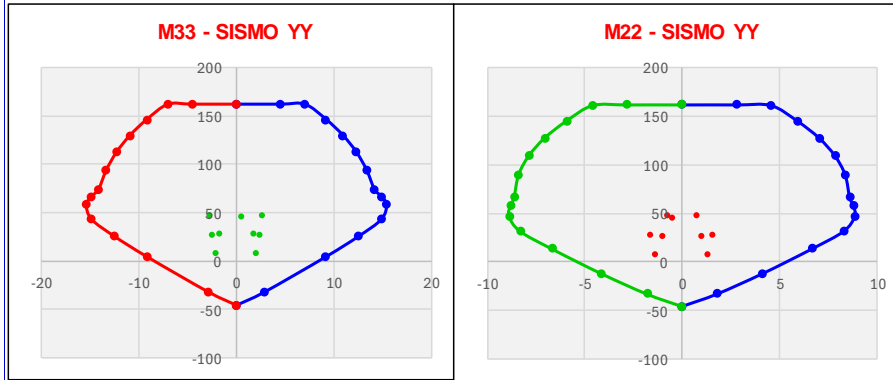


- Columna C21

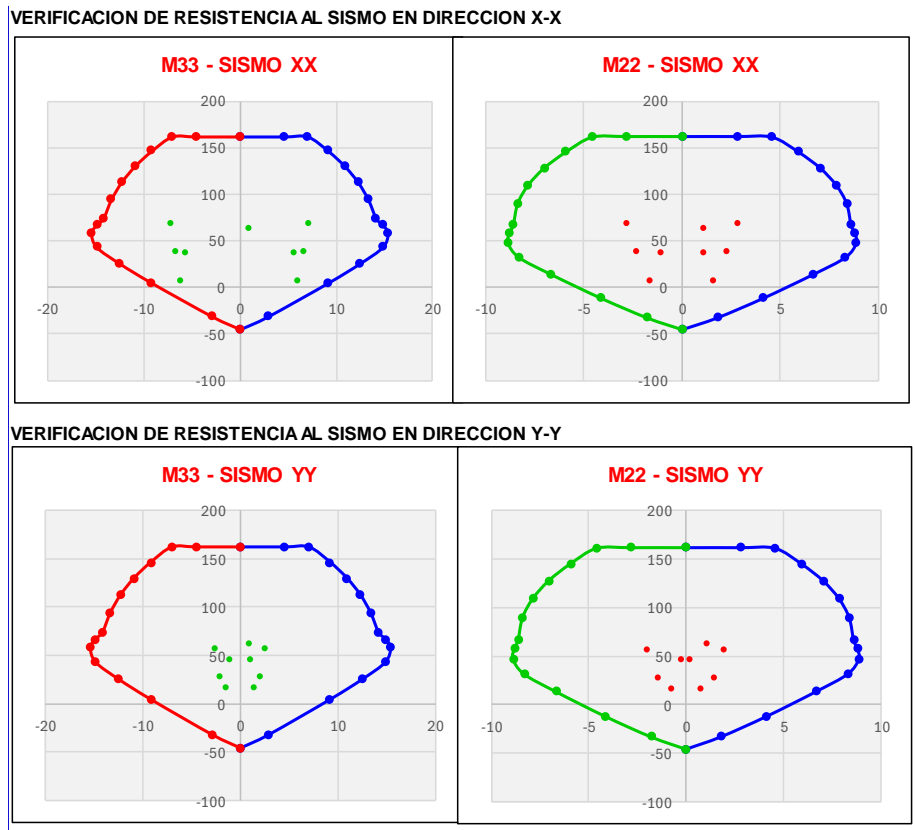
VERIFICACION DE RESISTENCIA AL SISMO EN DIRECCION X-X



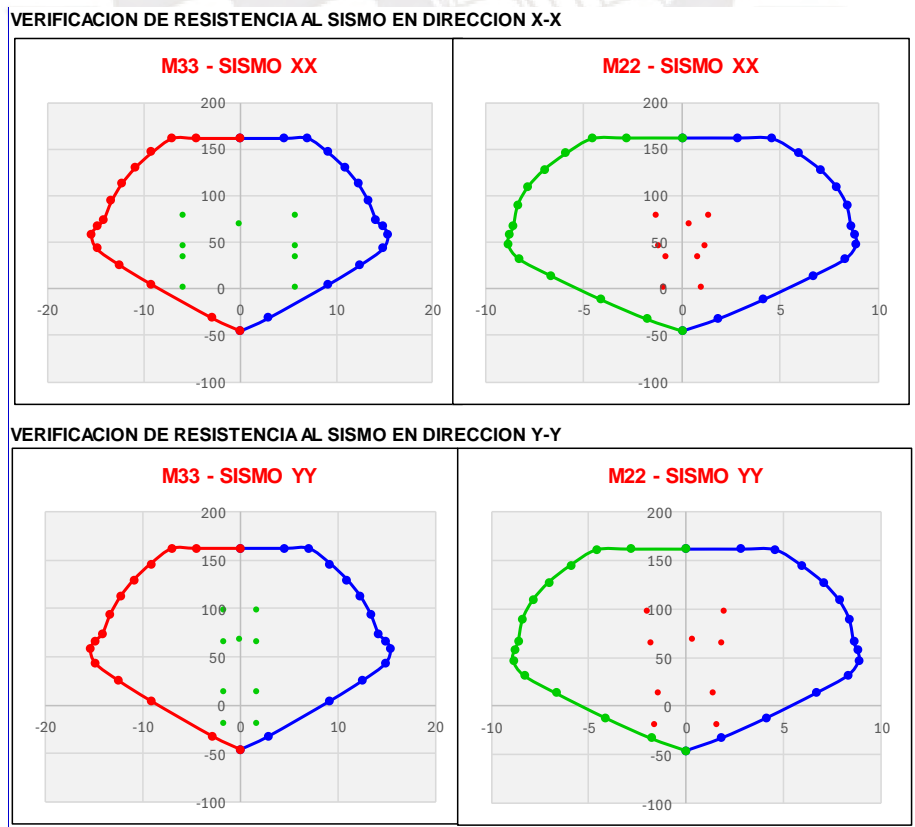
VERIFICACION DE RESISTENCIA AL SISMO EN DIRECCION Y-Y



- Columna C22



- Columna C23



8.1.3. Verificación de Reforzamiento Edificio de Muros estructurales

8.1.3.1. Verificación de reforzamiento vigas

- Vigas de 0.25 x 0.60 m

Niveles	Viga 0.25m x 0.60m [Eje 1 / tramo A-B]			
	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel 07	14.89 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Ok
	14.00 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Reforzar
Nivel 06	18.37 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Reforzar
	17.05 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Reforzar
Nivel 05	20.11 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Reforzar
	18.80 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Reforzar
Nivel 04	21.68 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Reforzar
	20.25 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Reforzar
Nivel 03	21.77 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Reforzar
	20.26 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Reforzar
Nivel 02	19.69 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Reforzar
	18.13 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Reforzar
Nivel 01	14.98 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Ok
	13.25 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Reforzar

Niveles	Viga 0.25m x 0.60m [Eje 1 / tramo B-C]			
	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel 07	11.21 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Ok
	5.57 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Ok
Nivel 06	11.86 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Ok
	6.29 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Ok
Nivel 05	12.41 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Ok
	6.90 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Ok
Nivel 04	12.72 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Ok
	7.23 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Ok
	12.49 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Ok

Nivel 03	7.01 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Ok
Nivel 02	11.43 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Ok
	5.94 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Ok
Nivel 01	9.36 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Ok
	3.94 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Ok

Niveles	Viga 0.25m x 0.60m [Eje 2 / tramo A-B]			
	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel 07	16.28 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Ok
	6.92 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Ok
Nivel 06	13.76 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Ok
	6.56 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Ok
Nivel 05	14.17 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Ok
	6.61 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Ok
Nivel 04	14.22 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Ok
	6.62 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Ok
Nivel 03	14.35 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Ok
	6.63 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Ok
Nivel 02	14.41 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Ok
	6.64 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Ok
Nivel 01	15.39 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Ok
	6.80 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Ok

Niveles	Viga 0.25m x 0.60m [Eje 2 / tramo B-C]			
	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel 07	19.97 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Reforzar
	11.38 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Ok
Nivel 06	19.78 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Reforzar
	10.09 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Ok
Nivel 05	19.94 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Reforzar
	10.27 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Ok

Nivel	19.99 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Reforzar
04	10.23 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Ok
Nivel	19.77 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Reforzar
03	10.23 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Ok
Nivel	19.52 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Reforzar
02	10.17 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Ok
Nivel	19.64 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Reforzar
01	10.53 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Ok

Niveles	Viga 0.25m x 0.60m [Eje 3 / tramo A-B]			
	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel	24.97 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Reforzar
07	13.80 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Reforzar
Nivel	25.88 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Reforzar
06	12.66 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Reforzar
Nivel	26.63 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Reforzar
05	12.74 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Reforzar
Nivel	27.11 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Reforzar
04	12.67 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Reforzar
Nivel	26.94 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Reforzar
03	12.61 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Reforzar
Nivel	25.81 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Reforzar
02	12.51 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Reforzar
Nivel	23.68 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Reforzar
01	12.58 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Reforzar

Niveles	Viga 0.25m x 0.60m [Eje 3 / tramo B-C]			
	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel	18.69 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Reforzar
07	11.68 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Reforzar
Nivel	21.36 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Reforzar
06	14.25 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Reforzar

Nivel 05	22.51 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Reforzar
	15.51 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Reforzar
Nivel 04	23.37 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Reforzar
	16.30 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Reforzar
Nivel 03	22.98 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Reforzar
	15.88 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Reforzar
Nivel 02	20.74 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Reforzar
	13.67 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Reforzar
Nivel 01	15.77 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Ok
	8.84 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Ok

Niveles	Viga 0.25m x 0.60m [Eje 4 / tramo A-B]			
	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel 07	27.25 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Reforzar
	14.22 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Reforzar
Nivel 06	28.58 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Reforzar
	13.47 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Reforzar
Nivel 05	29.53 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Reforzar
	13.77 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Reforzar
Nivel 04	30.16 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Reforzar
	13.78 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Reforzar
Nivel 03	29.92 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Reforzar
	13.49 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Reforzar
Nivel 02	28.40 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Reforzar
	12.70 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Reforzar
Nivel 01	25.48 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Reforzar
	12.74 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Reforzar

Niveles	Viga 0.25m x 0.60m [Eje 4 / tramo B-C]			
	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel 07	24.13 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Reforzar
	15.40 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Reforzar

Nivel	27.73 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Reforzar
06	18.69 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Reforzar
Nivel	29.16 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Reforzar
05	20.36 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Reforzar
Nivel	30.14 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Reforzar
04	21.43 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Reforzar
Nivel	29.43 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Reforzar
03	20.93 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Reforzar
Nivel	26.23 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Reforzar
02	18.07 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Reforzar
Nivel	19.39 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Reforzar
01	11.80 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Reforzar

Niveles	Viga 0.25m x 0.60m [Eje 5 / tramo A-B]			
	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel	21.31 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Reforzar
07	11.81 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Reforzar
Nivel	23.45 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Reforzar
06	14.22 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Reforzar
Nivel	24.53 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Reforzar
05	15.02 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Reforzar
Nivel	25.19 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Reforzar
04	15.33 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Reforzar
Nivel	24.77 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Reforzar
03	14.45 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Reforzar
Nivel	22.78 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Reforzar
02	11.84 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Reforzar
Nivel	18.83 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Reforzar
01	8.24 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Ok

Niveles	Viga 0.25m x 0.60m [Eje 5 / tramo B-C]			
	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación

Nivel 07	29.71 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Reforzar
	19.53 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Reforzar
Nivel 06	34.60 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Reforzar
	23.61 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Reforzar
Nivel 05	36.09 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Reforzar
	25.65 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Reforzar
Nivel 04	36.82 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Reforzar
	26.98 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Reforzar
Nivel 03	35.35 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Reforzar
	26.36 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Reforzar
Nivel 02	30.69 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Reforzar
	22.88 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Reforzar
Nivel 01	21.38 tonf-m	9.25 cm ²	17.36 tonf-m	Reforzar
	15.21 tonf-m	5.97 cm ²	11.55 tonf-m	Reforzar

- Vigas de 0.25x0.45m

Niveles	Viga 0.25m x 0.60m [Eje A / tramo 2-3]			
	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel 07	11.72 tonf-m	5.97 cm ²	8.17 tonf-m	Reforzar
	9.14 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Reforzar
Nivel 06	12.71 tonf-m	5.97 cm ²	8.17 tonf-m	Reforzar
	10.01 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Reforzar
Nivel 05	13.21 tonf-m	5.97 cm ²	8.17 tonf-m	Reforzar
	10.48 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Reforzar
Nivel 04	13.39 tonf-m	5.97 cm ²	8.17 tonf-m	Reforzar
	10.63 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Reforzar
Nivel 03	12.84 tonf-m	5.97 cm ²	8.17 tonf-m	Reforzar
	10.04 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Reforzar
Nivel 02	11.20 tonf-m	5.97 cm ²	8.17 tonf-m	Reforzar
	8.40 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Reforzar
	8.32 tonf-m	5.97 cm ²	8.17 tonf-m	Reforzar

Nivel 01	5.48 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Ok
-------------	-------------	----------------------	-------------	----

Niveles	Viga 0.25m x 0.60m [Eje A / tramo 3-4]			
	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel 07	11.73 tonf-m	5.97 cm ²	8.17 tonf-m	Reforzar
	7.47 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Reforzar
Nivel 06	12.72 tonf-m	5.97 cm ²	8.17 tonf-m	Reforzar
	8.46 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Reforzar
Nivel 05	12.91 tonf-m	5.97 cm ²	8.17 tonf-m	Reforzar
	8.71 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Reforzar
Nivel 04	12.88 tonf-m	5.97 cm ²	8.17 tonf-m	Reforzar
	8.76 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Reforzar
Nivel 03	12.18 tonf-m	5.97 cm ²	8.17 tonf-m	Reforzar
	8.19 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Reforzar
Nivel 02	10.58 tonf-m	5.97 cm ²	8.17 tonf-m	Reforzar
	8.77 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Reforzar
Nivel 01	8.08 tonf-m	5.97 cm ²	8.17 tonf-m	Ok
	4.50 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Ok

Niveles	Viga 0.25m x 0.60m [Eje A / tramo 4-5]			
	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel 07	11.95 tonf-m	5.97 cm ²	8.17 tonf-m	Reforzar
	7.85 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Reforzar
Nivel 06	12.90 tonf-m	5.97 cm ²	8.17 tonf-m	Reforzar
	8.81 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Reforzar
Nivel 05	13.14 tonf-m	5.97 cm ²	8.17 tonf-m	Reforzar
	9.03 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Reforzar
Nivel 04	13.09 tonf-m	5.97 cm ²	8.17 tonf-m	Reforzar
	8.99 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Reforzar
Nivel 03	12.38 tonf-m	5.97 cm ²	8.17 tonf-m	Reforzar
	8.27 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Reforzar

Nivel 02	10.73 tonf-m	5.97 cm ²	8.17 tonf-m	Reforzar
	6.77 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Reforzar
Nivel 01	8.11 tonf-m	5.97 cm ²	8.17 tonf-m	Ok
	4.56 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Ok

Niveles	Viga 0.25m x 0.60m [Eje B / tramo 2-3]			
	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel 07	13.07 tonf-m	5.97 cm ²	8.17 tonf-m	Reforzar
	8.22 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Reforzar
Nivel 06	13.45 tonf-m	5.97 cm ²	8.17 tonf-m	Reforzar
	8.07 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Reforzar
Nivel 05	13.43 tonf-m	5.97 cm ²	8.17 tonf-m	Reforzar
	8.08 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Reforzar
Nivel 04	13.45 tonf-m	5.97 cm ²	8.17 tonf-m	Reforzar
	8.07 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Reforzar
Nivel 03	13.47 tonf-m	5.97 cm ²	8.17 tonf-m	Reforzar
	8.06 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Reforzar
Nivel 02	13.49 tonf-m	5.97 cm ²	8.17 tonf-m	Reforzar
	8.05 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Reforzar
Nivel 01	13.43 tonf-m	5.97 cm ²	8.17 tonf-m	Reforzar
	8.08 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Reforzar

Niveles	Viga 0.25m x 0.60m [Eje B / tramo 3-4]			
	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel 07	10.82 tonf-m	5.97 cm ²	8.17 tonf-m	Reforzar
	5.90 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Reforzar
Nivel 06	11.14 tonf-m	5.97 cm ²	8.17 tonf-m	Reforzar
	6.09 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Reforzar
Nivel 05	11.17 tonf-m	5.97 cm ²	8.17 tonf-m	Reforzar
	6.05 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Reforzar
Nivel 04	11.14 tonf-m	5.97 cm ²	8.17 tonf-m	Reforzar
	6.05 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Reforzar

Nivel 03	10.93 tonf-m	5.97 cm ²	8.17 tonf-m	Reforzar
	6.03 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Reforzar
Nivel 02	10.67 tonf-m	5.97 cm ²	8.17 tonf-m	Reforzar
	6.01 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Reforzar
Nivel 01	10.74 tonf-m	5.97 cm ²	8.17 tonf-m	Reforzar
	5.94 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Reforzar

Niveles	Viga 0.25m x 0.60m [Eje B / tramo 4-5]			
	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel 07	9.78 tonf-m	5.97 cm ²	8.17 tonf-m	Reforzar
	6.91 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Reforzar
Nivel 06	10.70 tonf-m	5.97 cm ²	8.17 tonf-m	Reforzar
	6.29 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Reforzar
Nivel 05	10.48 tonf-m	5.97 cm ²	8.17 tonf-m	Reforzar
	6.38 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Reforzar
Nivel 04	10.42 tonf-m	5.97 cm ²	8.17 tonf-m	Reforzar
	6.37 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Reforzar
Nivel 03	10.06 tonf-m	5.97 cm ²	8.17 tonf-m	Reforzar
	6.38 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Reforzar
Nivel 02	9.93 tonf-m	5.97 cm ²	8.17 tonf-m	Reforzar
	6.37 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Reforzar
Nivel 01	10.26 tonf-m	5.97 cm ²	8.17 tonf-m	Reforzar
	6.50 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Reforzar

Niveles	Viga 0.25m x 0.60m [Eje C / tramo 2-3]			
	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel 07	15.67 tonf-m	5.97 cm ²	8.17 tonf-m	Reforzar
	12.29 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Reforzar
Nivel 06	16.98 tonf-m	5.97 cm ²	8.17 tonf-m	Reforzar
	13.37 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Reforzar
Nivel 05	17.31 tonf-m	5.97 cm ²	8.17 tonf-m	Reforzar
	13.72 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Reforzar

Nivel	17.28 tonf-m	5.97 cm ²	8.17 tonf-m	Reforzar
04	13.65 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Reforzar
Nivel	16.27 tonf-m	5.97 cm ²	8.17 tonf-m	Reforzar
03	12.62 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Reforzar
Nivel	13.95 tonf-m	5.97 cm ²	8.17 tonf-m	Reforzar
02	10.30 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Reforzar
Nivel	10.09 tonf-m	5.97 cm ²	8.17 tonf-m	Reforzar
01	6.53 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Reforzar

Niveles	Viga 0.25m x 0.60m [Eje C / tramo 3-4]			
	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel	14.19 tonf-m	5.97 cm ²	8.17 tonf-m	Reforzar
07	9.77 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Reforzar
Nivel	15.54 tonf-m	5.97 cm ²	8.17 tonf-m	Reforzar
06	11.10 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Reforzar
Nivel	15.60 tonf-m	5.97 cm ²	8.17 tonf-m	Reforzar
05	11.17 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Reforzar
Nivel	15.44 tonf-m	5.97 cm ²	8.17 tonf-m	Reforzar
04	11.01 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Reforzar
Nivel	14.47 tonf-m	5.97 cm ²	8.17 tonf-m	Reforzar
03	10.03 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Reforzar
Nivel	12.43 tonf-m	5.97 cm ²	8.17 tonf-m	Reforzar
02	8.00 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Reforzar
Nivel	9.31 tonf-m	5.97 cm ²	8.17 tonf-m	Reforzar
01	5.29 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Ok

Niveles	Viga 0.25m x 0.60m [Eje C / tramo 4-5]			
	Momento último [S/C=0.6tonf/m]	Acero colocado	Momento resistente	Verificación
Nivel	13.93 tonf-m	5.97 cm ²	8.17 tonf-m	Reforzar
07	9.81 tonf-m	3.98 cm ²	5.59 tonf-m	Reforzar

Nivel	15.18 tonf-m	5.97 cm2	8.17 tonf-m	Reforzar
06	11.08 tonf-m	3.98 cm2	5.59 tonf-m	Reforzar
Nivel	15.36 tonf-m	5.97 cm2	8.17 tonf-m	Reforzar
05	11.24 tonf-m	3.98 cm2	5.59 tonf-m	Reforzar
Nivel	15.24 tonf-m	5.97 cm2	8.17 tonf-m	Reforzar
04	11.13 tonf-m	3.98 cm2	5.59 tonf-m	Reforzar
Nivel	14.33 tonf-m	5.97 cm2	8.17 tonf-m	Reforzar
03	10.22 tonf-m	3.98 cm2	5.59 tonf-m	Reforzar
Nivel	12.33 tonf-m	5.97 cm2	8.17 tonf-m	Reforzar
02	8.23 tonf-m	3.98 cm2	5.59 tonf-m	Reforzar
Nivel	9.22 tonf-m	5.97 cm2	8.17 tonf-m	Reforzar
01	5.32 tonf-m	3.98 cm2	5.59 tonf-m	Ok



8.2. Diseño de refuerzo de CFRP

1. Datos de la Viga - Acero Real

Base de la Viga

Altura de la Viga

Recubrimiento de la Viga

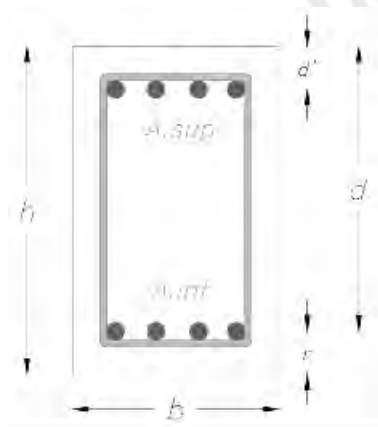
$$b := 25 \text{ cm}$$

$$h := 40 \text{ cm}$$

$$r_c := 6 \text{ cm}$$

Acero en la Zona en Tracción:

Acero en la Zona en Compresión:



$$A_s := 5.27 \text{ cm}^2 = 5.27 \text{ cm}^2$$

$$A'_s := 0 \text{ cm}^2 = 0.00 \text{ cm}^2$$

Distancia al Centroide

Peralte Efectivo

Distancia al Centroide

Zona en Compresión

$$d := h - r_c = 34 \text{ cm}$$

$$d' := r_c = 6 \text{ cm}$$

2. Propiedades de los Materiales

Resistencia del Concreto

Módulo de Elasticidad del Concreto

Esfuerzo cedente del Acero

$$E_c := 15000 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} = 217370.651 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$f'_c := 210 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$f_y := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Módulo de Elasticidad del Acero

Relación de Módulos de

Elasticidad

$$n := \frac{E_s}{E_c} = 9.661$$

$$E_s := 2100000 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

3. Otras Propiedades

Deformación Última del Concreto

Deformación Fluencia del Acero

Deformación Mínima del Acero para falla controlada por Tracción

$$\epsilon_{cu} := 0.003$$

$$\epsilon_y := 0.002$$

$$\epsilon_{s_min} := 0.005$$

Factor de Reducción para el Bloque Equivalente de Whitney

$$\beta_1 := \text{if} \left(f'_c > 280 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}, 0.85 - 0.05 \cdot \frac{\left(f'_c - 280 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \right)}{70 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}, 0.85 \right) = 0.85$$

4. Cálculo del Momento Resistente a Flexión

$$\phi_b M_n = \phi_b \left[(A_s \cdot f_y - A'_s \cdot f'_s) \cdot \left(d - \frac{a}{2} \right) + A'_s \cdot f'_s \cdot (d - d') \right]$$

Factor de Minoración para Resistencia a Flexión

Momento Nominal a Flexión

$$\phi_b = 0.90$$

$$M_n = 6.98 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Momento Resistente a Flexión

$$\phi_b \cdot M_n = 6.279 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

5. Cálculo de la Demanda/Capacidad a Flexión - Inicial

Momento Último del Análisis

Ratio Inicial a

Flexión

$$\frac{M_u}{\phi_b \cdot M_n} = 117.85\%$$

$$M_u := 7.40 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Sección = "Necesita ser Reforzada"

6. Condiciones Generales para el Diseño - FRP

Límites del Reforzamiento

$$\Phi R_{n_Existente} \geq (1.1 \cdot S_{DL} + 0.75 \cdot S_{LL})$$

Donde:

S_{DL} = Efectos de Carga Muerta, S_{LL} = Efectos de Carga Viva, R_n = Resistencia Nominal del Elemento

Momento Resistente

a Flexión

Momento ante Carga Muerta y Viva

$$1.1 M_{DL} + 0.75 M_{LL}$$

$$M_{\text{Existente}} = 6.279 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{1.1DL_{0.75LL}} := 3.48 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$\text{Limite_Reforzamiento} := \text{if}(M_{\text{Existente}} \geq M_{1.1DL_{0.75LL}}, \text{"Si Cumple"}, \text{"No Cumple"})$$

$$\text{Limite_Reforzamiento} = \text{"Si Cumple"}$$

Propiedades Técnicas del Fabricante

FRP

$$0.017 \cdot 100 = 1.7$$

Esfuerzo a la Tracción Último FRP

Deformación a la Ruptura FRP

Módulo de Elasticidad Último del FRP

$$E'_{fu} := \frac{f'_{fu}}{\epsilon'_{fu}} = 2279365.647 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$f'_{fu} := 38749.216 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\epsilon'_{fu} := 0.017 \frac{\text{mm}}{\text{mm}}$$

Espesor del CFRP

Densidad del CFRP

$$\rho_f := 1.50 \frac{\text{gm}}{\text{cm}^3}$$

$$t_f := 0.165 \text{ mm}$$

Propiedades para el Diseño

FRP

Table 9.4—Environmental reduction factor for various FRP systems and exposure conditions

Exposure conditions	Fiber type	Environmental reduction factor C_E
Interior exposure	Carbon	0.95
	Glass	0.75
	Aramid	0.85
Exterior exposure (bridges, piers, and unenclosed parking garages)	Carbon	0.85
	Glass	0.65
	Aramid	0.75
Aggressive environment (chemical plants and wastewater treatment plants)	Carbon	0.85
	Glass	0.50
	Aramid	0.70

Coficiente de Reducción Ambiental

$$C_E := 0.95$$

Esfuerzo a la Tracción último

de Diseño

Deformación a la Ruptura de Diseño

Módulo de Elasticidad de Diseño

$$E_f := \frac{f_{fu}}{\epsilon_{fu}} = 2279365.647 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$f_{fu} := C_E \cdot f'_{fu} = 36811.755 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\epsilon_{fu} := C_E \cdot \epsilon'_{fu} = 0.016 \frac{\text{mm}}{\text{mm}}$$

7. Procedimiento de Cálculo - FRP

Cálculo de la Deformación Inicial en el Instante de

Colocar el FRP

$$M_{cr} = \frac{f_r \cdot I_g}{(h - c_{b_{cr}})}$$

$$f_r = 2 \cdot \sqrt{f'_c}$$

■^■

Tenemos:

Resistencia a la Tracción de Concreto

$$f_r := 2 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} = 28.983 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Momento por Servicio - CM

Momento de Agrietamiento

$$M_{cr} := \frac{f_r \cdot I_g}{(h - c_{b_cr})} = 2.121 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{ip} := 1.69 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Sección := if ($M_{ip} \geq M_{cr}$, "SI Agrietada", "NO Agrietada")

Sección = "NO Agrietada"

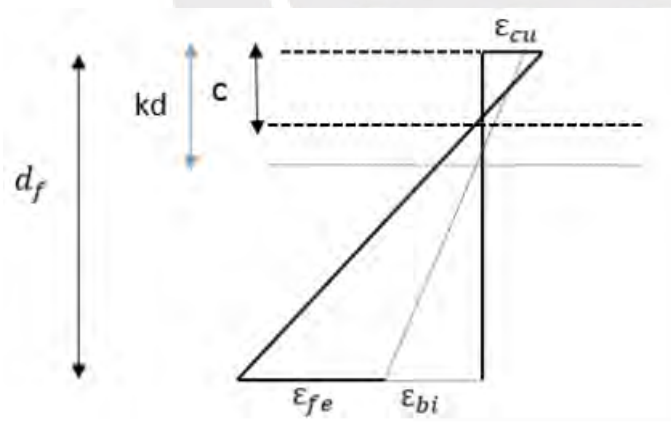
Sección NO Agrietada

Sección SI Agrietada

$$M_{ip} < M_{cr}$$

$$M_{ip} \geq M_{cr}$$

Deformación Inicial en el Sustrato de Concreto



$$\epsilon_{bi} = \frac{M_{ip} \cdot (h - c_{b_cr})}{E_c \cdot I_g}$$

$$\epsilon_{bi} = \frac{M_{ip} \cdot (h - c_{a_cr})}{E_c \cdot I_{cr}}$$

$$\epsilon_{bi} = 0.00010624$$

8. Cálculos para la Convergencia - FRP

Número de Capas a Utilizar de

FRP

Peralte Efectivo de

FRP

$$n_{\text{capas}} := 1$$

$$d_f := h = 40 \text{ cm}$$

Profundidad del Eje Neutro

Convergencia Finalizada

$$c = 6.84 \text{ cm}$$

¿Modo de Falla que Rige el Comportamiento?

Aplastamiento del Concreto

Desprendimiento del CFRP

Rotura de la Fibra

$$\epsilon_{fd} := 0.132 \cdot \sqrt{\frac{f'_c \cdot \text{mm}}{n_{\text{capas}} \cdot E_f \cdot t_f \cdot 0.1}} = 0.0099$$

$$\epsilon_{fe} := \epsilon_{cu} \cdot \left(\frac{d_f - c}{c} \right) - \epsilon_{bi} = 0.014$$

$$0.9 \cdot \epsilon_{fu} = 0.015$$

Modo_de_falla = "Desprendimiento del FRP"

Deformación Efectiva del FRP

$$\epsilon_{fe} := \min(\epsilon_{fe}, \min(\epsilon_{fd}, 0.9 \cdot \epsilon_{fu})) = 0.0099$$

Deformaciones Unitarias en el Material

Deformación en el Concreto a Compresión

Deformación en el Acero a Tracción

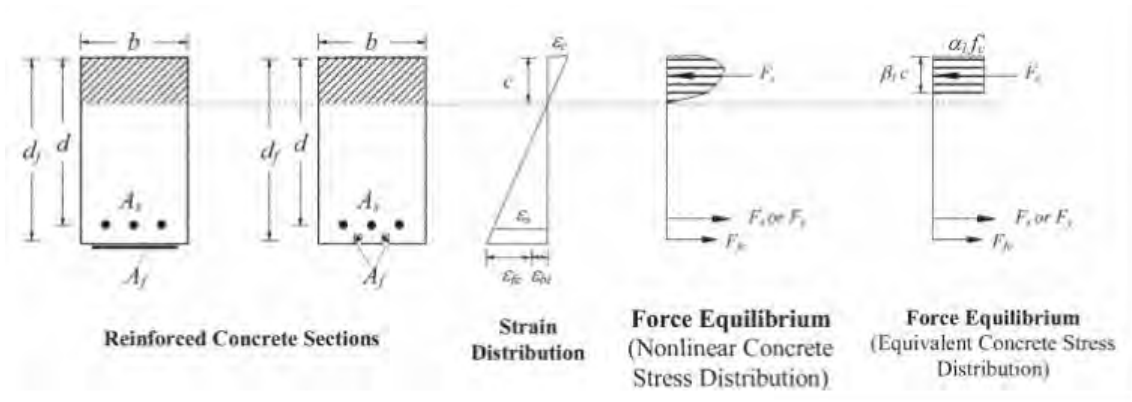
$$\epsilon_d := (\epsilon_{fe} + \epsilon_{bi}) \cdot \left(\frac{c}{d_f - c} \right) = 0.00206$$

$$\epsilon_s := (\epsilon_{fe} + \epsilon_{bi}) \cdot \left(\frac{d - c}{d_f - c} \right) = 0.00817$$

Deformación en el Acero a Compresión

$$\epsilon'_s := \text{if} \left(A'_s = 0 \text{ cm}^2, 0, (\epsilon_{fe} + \epsilon_{bi}) \cdot \left(\frac{|c-d'|}{d_f - c} \right) \right) = 0$$

Esfuerzos de Tensión en la Sección



Esfuerzo en el Acero a Tracción

Esfuerzo en el Acero a Compresión

$$f_s := \min(E_s \cdot \epsilon_s, f_y) = 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

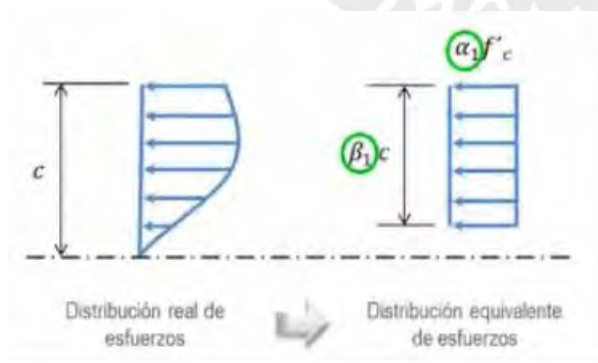
$$f'_s := \min(E_s \cdot \epsilon'_s, f_y) = 0.00 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Esfuerzo en la Fibra de Carbono (FRP)

$$f_{fe} := E_f \cdot \epsilon_{fe} = 22482.707 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Modelo Equivalente del Bloque de Esfuerzos

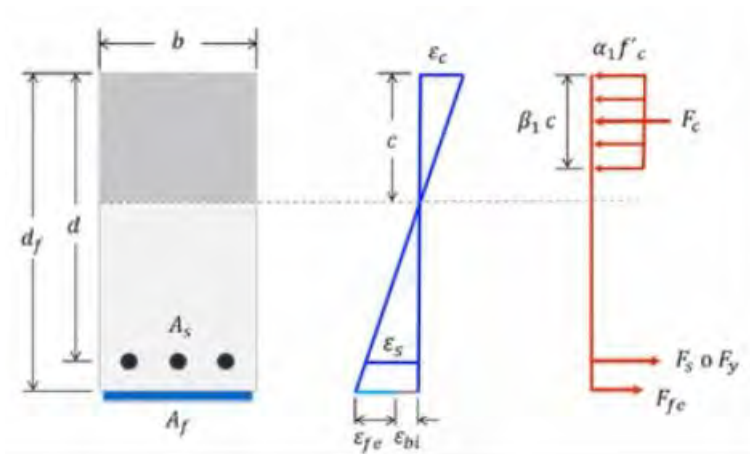
$$\epsilon'_c := \frac{1.7 \cdot f'_c}{E_c} = 0.00164$$



$$\alpha_1 := \frac{3 \cdot \epsilon'_c \cdot \epsilon_c - \epsilon_c^2}{3 \cdot \beta_1 \cdot \epsilon_c^2} = 0.928$$

$$\beta_1 := \frac{4 \cdot \varepsilon'_c - \varepsilon_c}{6 \cdot \varepsilon'_c - 2 \cdot \varepsilon_c} = 0.786$$

Compatibilidad de Fuerzas Internas en la Sección



Fuerza de Compresión en el Bloque Equivalente

Fuerza de Compresión en el Acero a Compresión

$$C := \beta_1 \cdot c \cdot \alpha_1 \cdot f'_c \cdot b = 26.183 \text{ tonnef}$$

$$C_s := f'_s \cdot A'_s = 0.000 \text{ tonnef}$$

Fuerza de Tracción en el

Acero a Tracción

Fuerza de Tracción en la

Lamina FRP

$$T_s := f_s \cdot A_s = 22.134 \text{ tonnef}$$

$$T_{fe} = f_{fe} \cdot A_{f_min}$$

Equilibrio de Fuerzas

$$f_s \cdot A_s + f_{fe} \cdot A_{f_min} - f'_s \cdot A'_s - \beta_1 \cdot c \cdot \alpha_1 \cdot f'_c \cdot b = 0$$

Cálculo del Área Mínima de FRP

$$A_{f_min} := \frac{\beta_1 \cdot c \cdot \alpha_1 \cdot f'_c \cdot b + f'_s \cdot A'_s - f_s \cdot A_s}{f_{fe}} = 0.18 \text{ cm}^2$$

9. Dimensiones para el Área Final - FRP

Ancho de la

Fibra de Carbono

Espesor de la

Fibra de Carbono

Número de Capas

Fibra de Carbono

$$w_f := 25 \text{ cm}$$

$$t_f = 0.17 \text{ mm}$$

$$n_{\text{capas}} = 1$$

Área de la Fibra de Carbono

Final

$$A_{\text{fibra}} := w_f \cdot t_f \cdot n_{\text{capas}} = 0.41 \text{ cm}^2$$

10. Cálculo del Momento Resistente a Flexión Reforzada con FRP

$$M_{nf} := A_s \cdot f_s \cdot \left(d - \frac{\beta_1 \cdot c}{2} \right) + A'_s \cdot f'_s \cdot \left(\frac{\beta_1 \cdot c}{2} - d' \right) + \Psi_f \cdot A_{\text{fibra}} \cdot f_{fe} \cdot \left(d_f - \frac{\beta_1 \cdot c}{2} \right)$$

Factor de Minoración para Resistencia a Flexión

Momento Nominal a Flexión

FRP

Factor de Reducción a Flexión

FRP

$$\phi_b = 0.90$$

$$M_{nf} = 9.678 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$\Psi_f = 0.85$$

Momento Resistente a Flexión

FRP

$$\phi_b \cdot M_{nf} = 8.71 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

11. Cálculo de la Demanda/Capacidad a Flexión con FRP

Momento Último a

Flexión

Ratio Final a

Flexión

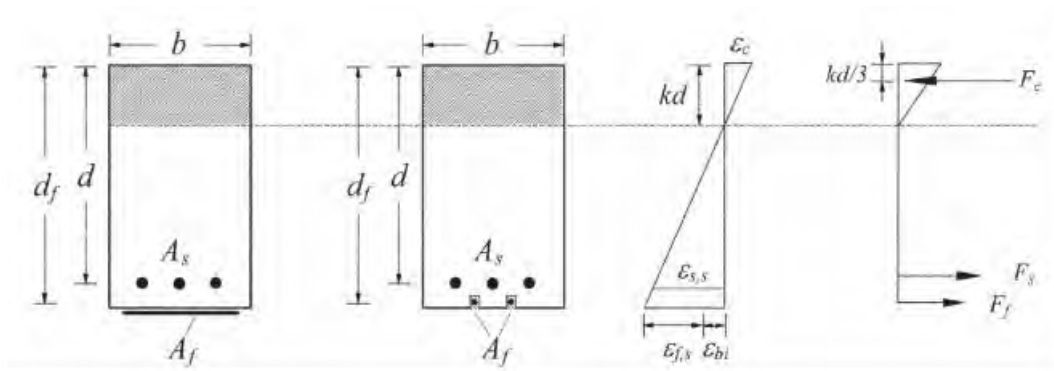
Incremento de la Capacidad a Flexión

$$\frac{M_u}{\phi_b \cdot M_{nf}} = 84.96\%$$

$$\frac{M_{nf} - M_n}{M_{nf}} = 27.91\%$$

$$M_u = 7.40 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

12. Cálculo de la Capacidad a Servicio en la Sección con FRP



límite del Esfuerzo del Concreto en Servicio

límite del Esfuerzo del Acero en Tracción en Servicio

límite del Esfuerzo del FRP

en Servicio

$$f_{c,s} \leq 0.60 \cdot f'_c$$

$$f_{s,s} \leq 0.80 \cdot f_y$$

$$f_{f,s} \leq 0.55 \cdot f_{fu}$$

Donde:

Momento ante Carga Muerta y Viva

$$M_s = M_{DL} + M_{LL}$$

$$M_s := 3.85 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Profundidad del Eje Neutro

Estado de Servicio

$$c = 10.294 \text{ cm}$$

Verificando el Esfuerzo de Servicio en el Acero de Refuerzo

$$f_{s_s} = 2140 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$0.80 \cdot f_y = 3360 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

|| ≤ ||

Esfuerzo en el Acero = "Sí Cumple"

Verificando el Esfuerzo de Servicio en el Concreto

$$f_{c_s} = 96.191 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$0.60 \cdot f'_c = 126.00 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

|| ≤ ||

Esfuerzo en el Concreto = "Sí Cumple"

Verificando el Esfuerzo de Servicio en el FRP

$$f_{f_s} = 2668.523 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$0.55 \cdot f_{fu} = 20246.465 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

|| ≤ ||

Esfuerzo en el FRP = "Sí Cumple"

8.3. Diagramas Momento Curvatura de Vigas

8.3.1. Estructuras Sin refuerzo de CFRP

8.3.1.1. Estructura de Pórticos

- Vigas de 0.25 x 0.40 m (Zona de Momento Negativo)

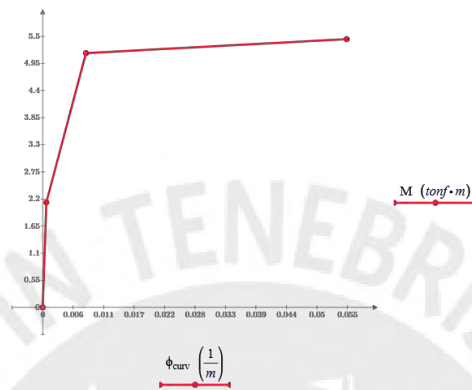


Diagrama Momento Curvatura Viga 25 x 40 cm sin refuerzo (Zona Momento Negativo).

- Vigas de 0.25 x 0.40 m (Zona de Momento Positivo)

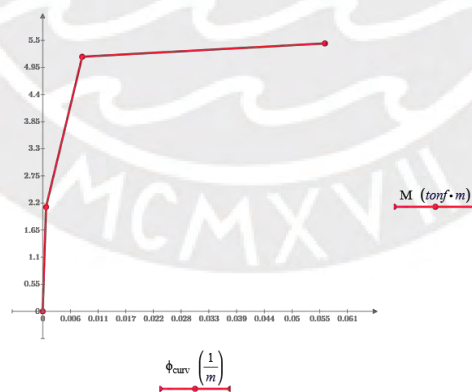


Diagrama Momento Curvatura Viga 25 x 40 cm sin refuerzo (Zona Momento Positivo).

- Vigas de 0.25 x 0.45 m (Zona de Momento Negativo)

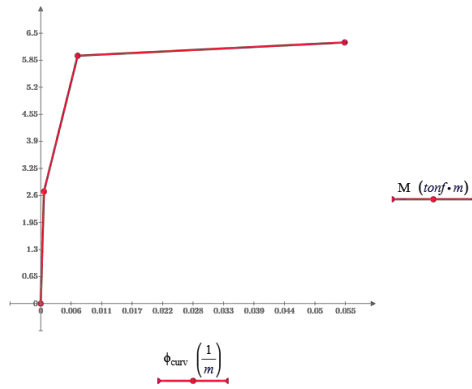


Diagrama Momento Curvatura Viga 25 x 45 cm sin refuerzo (Zona Momento Negativo).

- Vigas de 0.25 x 0.45 m (Zona de Momento Positivo)

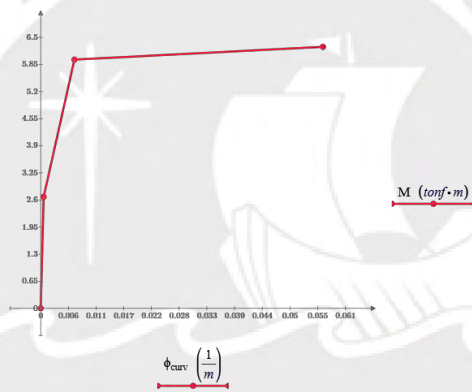


Diagrama Momento Curvatura Viga 25 x 45 cm sin refuerzo (Zona Momento Positivo).

8.3.1.2. Estructura Dual

- Vigas de 0.25 x 0.45 m (Zona de Momento Negativo)

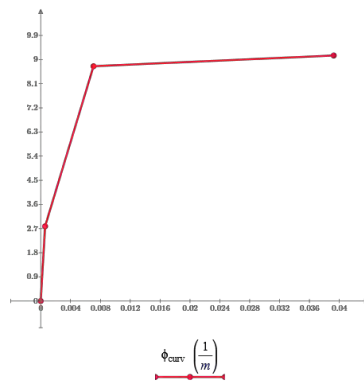


Diagrama Momento Curvatura Viga 25 x 45 cm sin refuerzo (Zona Momento Negativo).

- Vigas de 0.25 x 0.45 m (Zona de Momento Positivo)

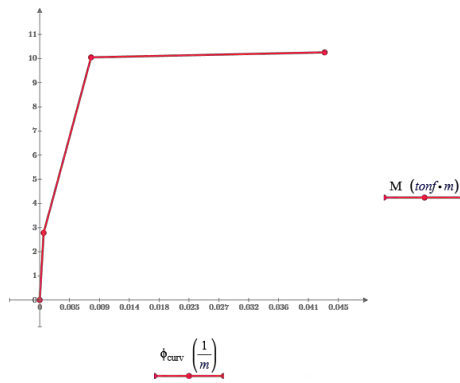


Diagrama Momento Curvatura Viga 25 x 45 cm sin refuerzo (Zona Momento Positivo).

- Vigas de 0.25 x 0.55 m (Zona de Momento Negativo)

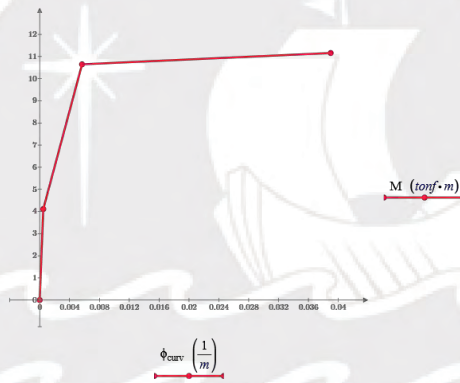


Diagrama Momento Curvatura Viga 25 x 55 cm sin refuerzo (Zona Momento Negativo).

- Vigas de 0.25 x 0.55 m (Zona de Momento Positivo)

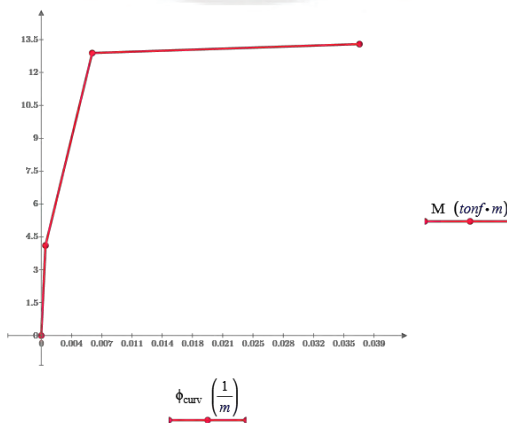


Diagrama Momento Curvatura Viga 25 x 55 cm sin refuerzo (Zona Momento Positivo).

8.3.1.3. Estructura de Muros Estructurales

- Vigas de 0.25 x 0.55 m (Zona de Momento Negativo)

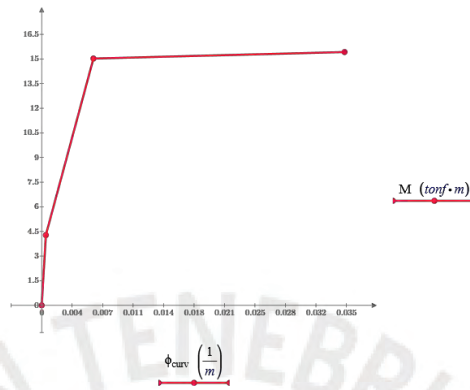


Diagrama Momento Curvatura Viga 25 x 55 cm sin refuerzo (Zona Momento Negativo).

- Vigas de 0.25 x 0.55 m (Zona de Momento Positivo)

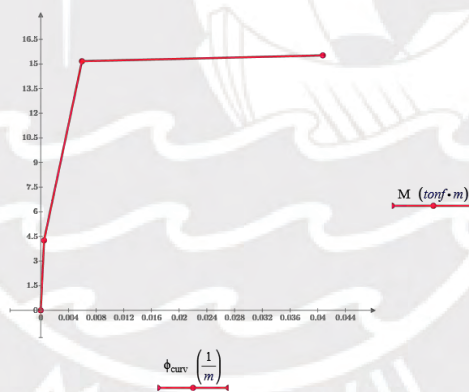


Diagrama Momento Curvatura Viga 25 x 55 cm sin refuerzo (Zona Momento Positivo).

- Vigas de 0.25 x 0.60 m (Zona de Momento Negativo)

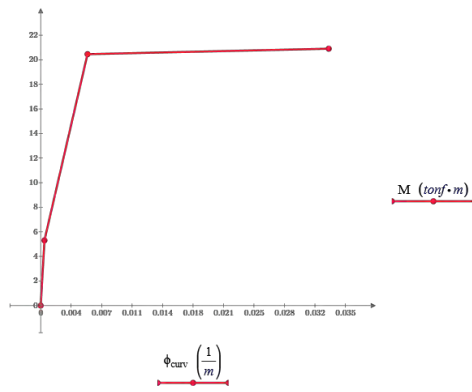


Diagrama Momento Curvatura Viga 25 x 60 cm sin refuerzo (Zona Momento Negativo).

- Vigas de 0.25 x 0.60 m (Zona de Momento Positivo)

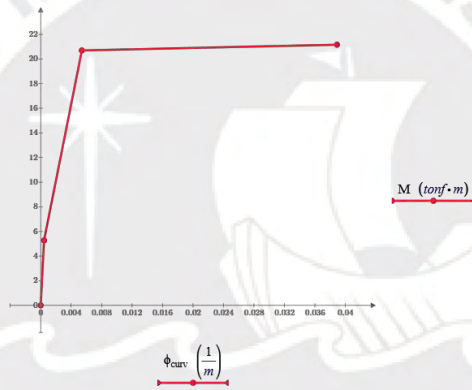


Diagrama Momento Curvatura Viga 25 x 60 cm sin refuerzo (Zona Momento Positivo).

8.3.2. Estructuras Con refuerzo de CFRP

8.3.2.1. Estructura de Pórticos

- Vigas de 0.25 x 0.40 m (Zona de Momento Negativo) – 1 Capa de Refuerzo

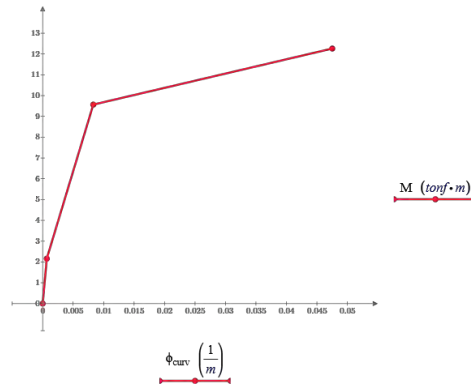


Diagrama Momento Curvatura Viga 25 x 40 cm con refuerzo de CFRP (Zona Momento Negativo).

- Vigas de 0.25 x 0.40 m (Zona de Momento Positivo) – 1 Capa de Refuerzo

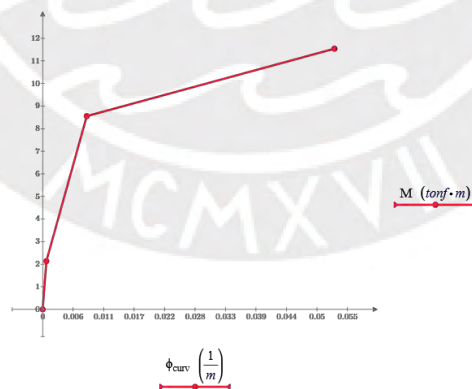


Diagrama Momento Curvatura Viga 25 x 40 cm con refuerzo de CFRP (Zona Momento Positivo).

- Vigas de 0.25 x 0.45 m (Zona de Momento Negativo) – 1 Capa de Refuerzo

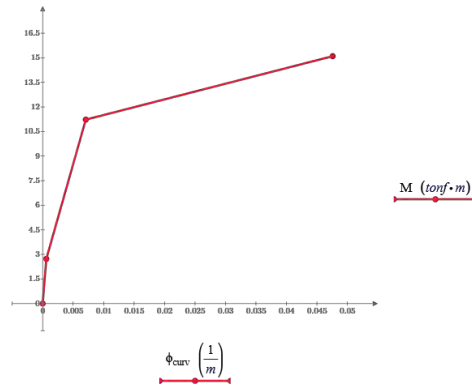


Diagrama Momento Curvatura Viga 25 x 45 cm con refuerzo de CFRP (Zona Momento Negativo).

8.3.2.2. Estructura Dual

- Vigas de 0.25 x 0.45 m (Zona de Momento Negativo) – 1 Capa de Refuerzo

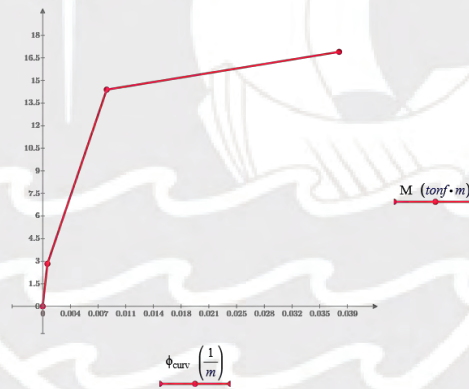


Diagrama Momento Curvatura Viga 25 x 45 cm con refuerzo de CFRP (Zona Momento Negativo).

- Vigas de 0.25 x 0.55 m (Zona de Momento Negativo) – 1 Capa de Refuerzo

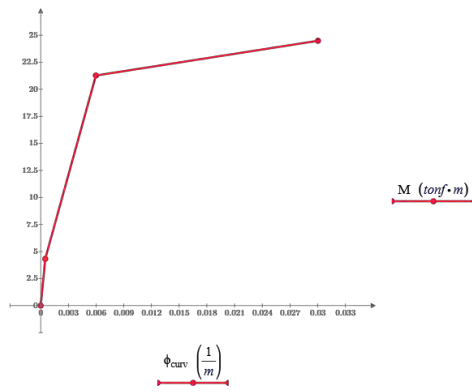


Diagrama Momento Curvatura Viga 25 x 55 cm con refuerzo de CFRP (Zona Momento Negativo).

8.3.2.3. Estructura de Muros Estructurales

- Vigas de 0.25 x 0.55 m (Zona de Momento Negativo) – 1 Capa de Refuerzo

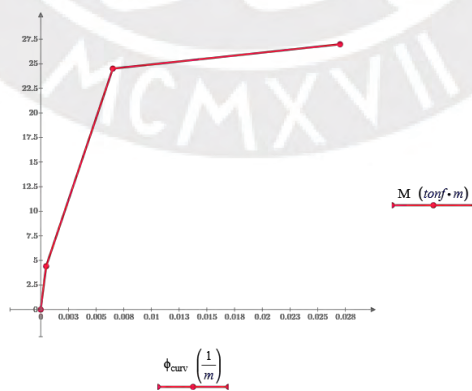


Diagrama Momento Curvatura Viga 25 x 55 cm con refuerzo de CFRP (Zona Momento Positivo).

- Vigas de 0.25 x 0.55 m (Zona de Momento Positivo) – 1 Capa de Refuerzo

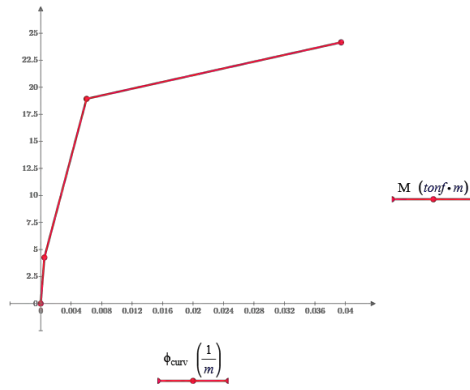


Diagrama Momento Curvatura Viga 25 x 55 cm con refuerzo de CFRP (Zona Momento Positivo).

- Vigas de 0.25 x 0.55 m (Zona de Momento Positivo) – 2 Capas de Refuerzo

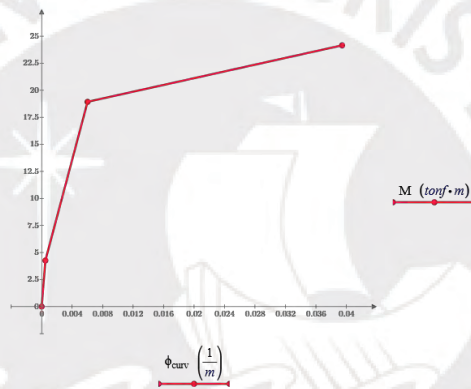


Diagrama Momento Curvatura Viga 25 x 55 cm con refuerzo de CFRP (Zona Momento Positivo).

- Vigas de 0.25 x 0.60 m (Zona de Momento Positivo) – 1 Capa de Refuerzo

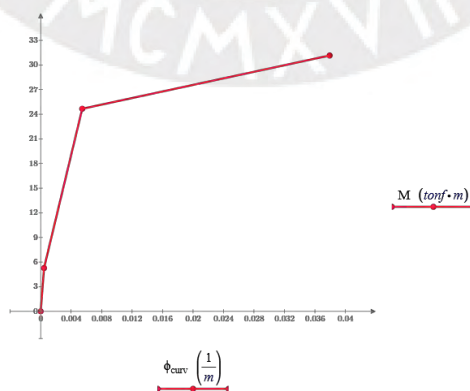


Diagrama Momento Curvatura Viga 25 x 60 cm con refuerzo de CFRP (Zona Momento Positivo).



8.4. Planilla de Metrados

8.4.1. Edificio Aporticado

METRADO SISTEMA APORTICADO											
ITEM	PARTIDA		Unid	Veces	Repite	Medidas			Área	Parcial	Metrado
	Descripción - Ubicación - Código					Largo	Ancho	Altura			
1	ESTRUCTURAS										
1.01	OBRAS DE CONCRETO ARMADO										
1.01.01	VIGAS										
1.01.01.01	CONCRETO F'c=210 KG/CM2 EN VIGAS		m3							22.91	
		VIGAS DE CONCRETO - 1ER NIVEL	m3								
		EJE 1 ENTRE EJE B-D (VIGA 101)				6.49	0.25	0.40		0.65	
		EJE 2 ENTRE EJE A-D (VIGA 201)				9.64	0.25	0.40		0.96	
		EJE 2-3 ENTRE EJE C-D (VIGA 201')				2.52	0.25	0.40		0.25	
		EJE 3 ENTRE EJE A-C (VIGA 301)				7.12	0.25	0.40		0.71	
		EJE 4 ENTRE EJE A-C (VIGA 401)				7.12	0.25	0.40		0.71	
		EJE A ENTRE EJE 2-4 (VIGA V1A1)				8.49	0.25	0.45		0.96	
		EJE B ENTRE EJE 1-4 (VIGA V1B1)				12.37	0.25	0.45		1.39	
		EJE C ENTRE EJE 1-4 (VIGA V1C1)				12.02	0.25	0.45		1.35	
		EJE D ENTRE EJE 1-2' (VIGA V1B1)				5.76	0.25	0.45		0.65	
		VIGAS DE CONCRETO - 2DO NIVEL	m3								
		EJE 1 ENTRE EJE B-D (VIGA 101)				6.49	0.25	0.40		0.65	
		EJE 2 ENTRE EJE A-D (VIGA 201)				9.64	0.25	0.40		0.96	
		EJE 2-3 ENTRE EJE C-D (VIGA 201')				2.52	0.25	0.40		0.25	
		EJE 3 ENTRE EJE A-C (VIGA 301)				7.12	0.25	0.40		0.71	
		EJE 4 ENTRE EJE A-C (VIGA 401)				7.12	0.25	0.40		0.71	
		EJE A ENTRE EJE 2-4 (VIGA V1A1)				8.49	0.25	0.45		0.96	
		EJE B ENTRE EJE 1-4 (VIGA V1B1)				12.37	0.25	0.45		1.39	
		EJE C ENTRE EJE 1-4 (VIGA V1C1)				12.02	0.25	0.45		1.35	
		EJE D ENTRE EJE 1-2' (VIGA V1B1)				5.76	0.25	0.45		0.65	
		VIGAS DE CONCRETO - 3ER NIVEL	m3								
		EJE 1 ENTRE EJE B-D (VIGA 101)				6.49	0.25	0.40		0.65	
		EJE 2 ENTRE EJE A-D (VIGA 201)				9.64	0.25	0.40		0.96	
		EJE 2-3 ENTRE EJE C-D (VIGA 201')				2.52	0.25	0.40		0.25	
		EJE 3 ENTRE EJE A-C (VIGA 301)				7.12	0.25	0.40		0.71	
		EJE 4 ENTRE EJE A-C (VIGA 401)				7.12	0.25	0.40		0.71	
		EJE A ENTRE EJE 2-4 (VIGA V1A1)				8.49	0.25	0.45		0.96	
		EJE B ENTRE EJE 1-4 (VIGA V1B1)				12.37	0.25	0.45		1.39	
		EJE C ENTRE EJE 1-4 (VIGA V1C1)				12.02	0.25	0.45		1.35	
		EJE D ENTRE EJE 1-2' (VIGA V1B1)				5.76	0.25	0.45		0.65	
1.01.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS		m2							204.74	
		VIGAS DE CONCRETO - 1ER NIVEL	m2								
		EJE 1 ENTRE EJE B-D (VIGA 101)				Perimetro	14.58	0.40		5.83	
		EJE 2 ENTRE EJE A-D (VIGA 201)				Perimetro	21.68	0.40		8.67	
		EJE 2-3 ENTRE EJE C-D (VIGA 201')				Perimetro	5.84	0.40		2.34	
		EJE 3 ENTRE EJE A-C (VIGA 301)				Perimetro	15.84	0.40		6.34	
		EJE 4 ENTRE EJE A-C (VIGA 401)				Perimetro	15.84	0.40		6.34	
		EJE A ENTRE EJE 2-4 (VIGA V1A1)				Perimetro	18.58	0.45		8.36	

1.01.01.03	ACERO GRADO 60 EN VIGAS	EJE B ENTRE EJE 1-4 (VIGA V1B1)			Perimetro	27.14	0.45	12.21	
		EJE C ENTRE EJE 1-4 (VIGA V1C1)			Perimetro	27.24	0.45	12.26	
		EJE D ENTRE EJE 1-2' (VIGA V1B1)			Perimetro	13.12	0.45	5.90	
		VIGAS DE CONCRETO - 2DO NIVEL	m2						
		EJE 1 ENTRE EJE B-D (VIGA 101)			Perimetro	14.58	0.40	5.83	
		EJE 2 ENTRE EJE A-D (VIGA 201)			Perimetro	21.68	0.40	8.67	
		EJE 2-3 ENTRE EJE C-D (VIGA 201')			Perimetro	5.84	0.40	2.34	
		EJE 3 ENTRE EJE A-C (VIGA 301)			Perimetro	15.84	0.40	6.34	
		EJE 4 ENTRE EJE A-C (VIGA 401)			Perimetro	15.84	0.40	6.34	
		EJE A ENTRE EJE 2-4 (VIGA V1A1)			Perimetro	18.58	0.45	8.36	
		EJE B ENTRE EJE 1-4 (VIGA V1B1)			Perimetro	27.14	0.45	12.21	
		EJE C ENTRE EJE 1-4 (VIGA V1C1)			Perimetro	27.24	0.45	12.26	
		EJE D ENTRE EJE 1-2' (VIGA V1B1)			Perimetro	13.12	0.45	5.90	
		VIGAS DE CONCRETO - 3ER NIVEL	m2						
		EJE 1 ENTRE EJE B-D (VIGA 101)			Perimetro	14.58	0.40	5.83	
		EJE 2 ENTRE EJE A-D (VIGA 201)			Perimetro	21.68	0.40	8.67	
		EJE 2-3 ENTRE EJE C-D (VIGA 201')			Perimetro	5.84	0.40	2.34	
		EJE 3 ENTRE EJE A-C (VIGA 301)			Perimetro	15.84	0.40	6.34	
		EJE 4 ENTRE EJE A-C (VIGA 401)			Perimetro	15.84	0.40	6.34	
		EJE A ENTRE EJE 2-4 (VIGA V1A1)			Perimetro	18.58	0.45	8.36	
		EJE B ENTRE EJE 1-4 (VIGA V1B1)			Perimetro	27.14	0.45	12.21	
		EJE C ENTRE EJE 1-4 (VIGA V1C1)			Perimetro	27.24	0.45	12.26	
		EJE D ENTRE EJE 1-2' (VIGA V1B1)			Perimetro	13.12	0.45	5.90	
			kg						3188.84
				Ø	#varillas	Longitud	Peso		
		VIGAS DE CONCRETO PRIMER NIVEL	kg						
		VIGA V101	kg						
		Acero Long.Superior Ø5/8" _____		5/8	2.00	8.17	25.36		
		Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	1.00	8.07	8.02		
		Acero Long.Inferior Ø5/8" _____		5/8	2.00	8.17	25.36		
		Estribo : EJE 1 ENTRE B-C		3/8	32.00	1.18	21.15		
		Estribo : EJE 1 ENTRE C-D		3/8	25.00	1.18	16.52		
		VIGA V201	kg						
		Acero Long.Superior Ø5/8" _____		5/8	2.00	12.47	38.71		
		Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	1.00	12.27	12.20		
		Acero Long.Inferior Ø5/8" _____		5/8	2.00	12.47	38.71		
		Estribo : EJE 2 ENTRE A-B		3/8	28.00	1.18	18.50		
		Estribo : EJE 2 ENTRE B-C		3/8	32.00	1.18	21.15		
		Estribo : EJE 2 ENTRE C-D		3/8	25.00	1.18	16.52		
		VIGA V201'	kg						
		Acero Long.Superior Ø5/8" _____		5/8	2.00	3.75	11.64		
		Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	1.00	3.65	3.63		
		Acero Long.Inferior Ø5/8" _____		5/8	2.00	3.75	11.64		
		Estribo : EJE 2-3 ENTRE C-D		3/8	25.00	1.18	16.52		
		VIGA V301	kg						
		Acero Long.Superior Ø5/8" _____		5/8	2.00	8.80	27.32		
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	1.00	8.70	8.65				

Acero Long.Inferior Ø5/8" ____	5/8	2.00	8.80	27.32
Estribo : EJE 3 ENTRE A-B	3/8	28.00	1.18	18.50
Estribo : EJE 3 ENTRE B-C	3/8	32.00	1.18	21.15
VIGA V401	kg			
Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00	8.80	27.32
Acero Long.Superior Ø1/2" _____	1/2	1.00	8.70	8.65
Acero Long.Inferior Ø5/8" ____	5/8	2.00	8.80	27.32
Estribo : EJE 3 ENTRE A-B	3/8	28.00	1.18	18.50
Estribo : EJE 3 ENTRE B-C	3/8	32.00	1.18	21.15
VIGA V1A1	kg			
Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00	10.54	32.72
Acero Long.Superior Ø1/2" _____	1/2	1.00	10.34	10.28
Acero Long.Inferior Ø5/8" ____	5/8	2.00	10.54	32.72
Estribo : EJE A ENTRE 2-3	3/8	35.00	1.28	25.09
Estribo : EJE A ENTRE 3-4	3/8	32.00	1.28	22.94
VIGA V1B1	kg			
Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00	14.77	45.85
Acero Long.Superior Ø1/2" _____	1/2	1.00	14.57	14.48
Acero Long.Inferior Ø5/8" ____	5/8	2.00	14.77	45.85
Estribo : EJE B ENTRE 1-2	3/8	31.00	1.28	22.22
Estribo : EJE B ENTRE 2-3	3/8	35.00	1.28	25.09
Estribo : EJE B ENTRE 3-4	3/8	32.00	1.28	22.94
VIGA V1C1	kg			
Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00	14.77	45.85
Acero Long.Superior Ø1/2" _____	1/2	1.00	14.57	14.48
Acero Long.Inferior Ø5/8" ____	5/8	2.00	14.77	45.85
Estribo : EJE C ENTRE 1-2	3/8	31.00	1.28	22.22
Estribo : EJE C ENTRE 2-3	3/8	21.00	1.28	15.05
EJE C ENTRE 2-3	3/8	23.00	1.28	16.49
Estribo : EJE C ENTRE 3-4	3/8	32.00	1.28	22.94
VIGA V1D1	kg			
Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00	7.12	22.10
Acero Long.Superior Ø1/2" _____	1/2	1.00	7.02	6.98
Acero Long.Inferior Ø5/8" ____	5/8	2.00	7.12	22.10
Estribo : EJE D ENTRE 1-2	3/8	31.00	1.28	22.22
Estribo : EJE D ENTRE 2-3	3/8	21.00	1.28	15.05
VIGAS DE CONCRETO SEGUNDO NIVEL	kg			
VIGA V101	kg			
Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00	8.17	25.36
Acero Long.Superior Ø1/2" _____	1/2	1.00	8.07	8.02
Acero Long.Inferior Ø5/8" ____	5/8	2.00	8.17	25.36
Estribo : EJE 1 ENTRE B-C	3/8	32.00	1.18	21.15
Estribo : EJE 1 ENTRE C-D	3/8	25.00	1.18	16.52
VIGA V201	kg			
Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00	12.47	38.71

Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	1.00	12.27	12.20
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____		5/8	2.00	12.47	38.71
Estribo : EJE 2 ENTRE A-B		3/8	28.00	1.18	18.50
Estribo : EJE 2 ENTRE B-C		3/8	32.00	1.18	21.15
Estribo : EJE 2 ENTRE C-D		3/8	25.00	1.18	16.52
VIGA V201	kg				
Acero Long.Superior Ø5/8" _____		5/8	2.00	3.75	11.64
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	1.00	3.65	3.63
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____		5/8	2.00	3.75	11.64
Estribo : EJE 2-3 ENTRE C-D		3/8	25.00	1.18	16.52
VIGA V301	kg				
Acero Long.Superior Ø5/8" _____		5/8	2.00	8.80	27.32
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	1.00	8.70	8.65
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____		5/8	2.00	8.80	27.32
Estribo : EJE 3 ENTRE A-B		3/8	28.00	1.18	18.50
Estribo : EJE 3 ENTRE B-C		3/8	32.00	1.18	21.15
VIGA V401	kg				
Acero Long.Superior Ø5/8" _____		5/8	2.00	8.80	27.32
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	1.00	8.70	8.65
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____		5/8	2.00	8.80	27.32
Estribo : EJE 3 ENTRE A-B		3/8	28.00	1.18	18.50
Estribo : EJE 3 ENTRE B-C		3/8	32.00	1.18	21.15
VIGA V1A1	kg				
Acero Long.Superior Ø5/8" _____		5/8	2.00	10.54	32.72
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	1.00	10.34	10.28
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____		5/8	2.00	10.54	32.72
Estribo : EJE A ENTRE 2-3		3/8	35.00	1.28	25.09
Estribo : EJE A ENTRE 3-4		3/8	32.00	1.28	22.94
VIGA V1B1	kg				
Acero Long.Superior Ø5/8" _____		5/8	2.00	14.77	45.85
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	1.00	14.57	14.48
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____		5/8	2.00	14.77	45.85
Estribo : EJE B ENTRE 1-2		3/8	31.00	1.28	22.22
Estribo : EJE B ENTRE 2-3		3/8	35.00	1.28	25.09
Estribo : EJE B ENTRE 3-4		3/8	32.00	1.28	22.94
VIGA V1C1	kg				
Acero Long.Superior Ø5/8" _____		5/8	2.00	14.77	45.85
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	1.00	14.57	14.48
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____		5/8	2.00	14.77	45.85
Estribo : EJE C ENTRE 1-2		3/8	31.00	1.28	22.22
Estribo : EJE C ENTRE 2-3		3/8	21.00	1.28	15.05
EJE C ENTRE 2-3		3/8	23.00	1.28	16.49
Estribo : EJE C ENTRE 3-4		3/8	32.00	1.28	22.94
VIGA V1D1	kg				
Acero Long.Superior Ø5/8" _____		5/8	2.00	7.12	22.10
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	1.00	7.02	6.98

Acero Long.Inferior Ø5/8" ____	5/8	2.00	7.12	22.10
Estribo : EJE D ENTRE 1-2	3/8	31.00	1.28	22.22
Estribo : EJE D ENTRE 2-3	3/8	21.00	1.28	15.05
	Ø	#varillas	Longitud	Peso
VIGAS DE CONCRETO TERCER NIVEL				
VIGA V101	kg			
Acero Long.Superior Ø5/8" ____	5/8	2.00	8.17	25.36
Acero Long.Superior Ø1/2" ____	1/2	1.00	8.07	8.02
Acero Long.Inferior Ø5/8" ____	5/8	2.00	8.17	25.36
Estribo : EJE 1 ENTRE B-C	3/8	32.00	1.18	21.15
Estribo : EJE 1 ENTRE C-D	3/8	25.00	1.18	16.52
VIGA V201	kg			
Acero Long.Superior Ø5/8" ____	5/8	2.00	12.47	38.71
Acero Long.Superior Ø1/2" ____	1/2	1.00	12.27	12.20
Acero Long.Inferior Ø5/8" ____	5/8	2.00	12.47	38.71
Estribo : EJE 2 ENTRE A-B	3/8	28.00	1.18	18.50
Estribo : EJE 2 ENTRE B-C	3/8	32.00	1.18	21.15
Estribo : EJE 2 ENTRE C-D	3/8	25.00	1.18	16.52
VIGA V201'	kg			
Acero Long.Superior Ø5/8" ____	5/8	2.00	3.75	11.64
Acero Long.Superior Ø1/2" ____	1/2	1.00	3.65	3.63
Acero Long.Inferior Ø5/8" ____	5/8	2.00	3.75	11.64
Estribo : EJE 2-3 ENTRE C-D	3/8	25.00	1.18	16.52
VIGA V301	kg			
Acero Long.Superior Ø5/8" ____	5/8	2.00	8.80	27.32
Acero Long.Superior Ø1/2" ____	1/2	1.00	8.70	8.65
Acero Long.Inferior Ø5/8" ____	5/8	2.00	8.80	27.32
Estribo : EJE 3 ENTRE A-B	3/8	28.00	1.18	18.50
Estribo : EJE 3 ENTRE B-C	3/8	32.00	1.18	21.15
VIGA V401	kg			
Acero Long.Superior Ø5/8" ____	5/8	2.00	8.80	27.32
Acero Long.Superior Ø1/2" ____	1/2	1.00	8.70	8.65
Acero Long.Inferior Ø5/8" ____	5/8	2.00	8.80	27.32
Estribo : EJE 3 ENTRE A-B	3/8	28.00	1.18	18.50
Estribo : EJE 3 ENTRE B-C	3/8	32.00	1.18	21.15
VIGA V1A1	kg			
Acero Long.Superior Ø5/8" ____	5/8	2.00	10.54	32.72
Acero Long.Superior Ø1/2" ____	1/2	1.00	10.34	10.28
Acero Long.Inferior Ø5/8" ____	5/8	2.00	10.54	32.72
Estribo : EJE A ENTRE 2-3	3/8	35.00	1.28	25.09
Estribo : EJE A ENTRE 3-4	3/8	32.00	1.28	22.94
VIGA V1B1	kg			
Acero Long.Superior Ø5/8" ____	5/8	2.00	14.77	45.85
Acero Long.Superior Ø1/2" ____	1/2	1.00	14.57	14.48
Acero Long.Inferior Ø5/8" ____	5/8	2.00	14.77	45.85
Estribo : EJE B ENTRE 1-2	3/8	31.00	1.28	22.22

		Estribo : EJE B ENTRE 2-3	3/8	35.00		1.28	25.09		
		Estribo : EJE B ENTRE 3-4	3/8	32.00		1.28	22.94		
		VIGA V1C1	kg						
		Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00		14.77	45.85		
		Acero Long.Superior Ø1/2" _____	1/2	1.00		14.57	14.48		
		Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	2.00		14.77	45.85		
		Estribo : EJE C ENTRE 1-2	3/8	31.00		1.28	22.22		
		Estribo : EJE C ENTRE 2-3	3/8	21.00		1.28	15.05		
		EJE C ENTRE 2-3	3/8	23.00		1.28	16.49		
		Estribo : EJE C ENTRE 3-4	3/8	32.00		1.28	22.94		
		VIGA V1D1	kg						
		Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00		7.12	22.10		
		Acero Long.Superior Ø1/2" _____	1/2	1.00		7.02	6.98		
		Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	2.00		7.12	22.10		
		Estribo : EJE D ENTRE 1-2	3/8	31.00		1.28	22.22		
		Estribo : EJE D ENTRE 2-3	3/8	21.00		1.28	15.05		
1.01.02	COLUMNAS								
1.01.02.01	CONCRETO F'C=210 KG/CM2 EN COLUMNAS		m3						18.90
		COLUMNAS - 1ER NIVEL	m3						
		C-01 (0.35X0.45)	15.00		2.80	0.35	0.45		6.62
		COLUMNAS - 2DO NIVEL	m3						
		C-01 (0.35X0.45)	15.00		2.60	0.35	0.45		6.14
		COLUMNAS - 3ER NIVEL	m3						
		C-01 (0.35X0.45)	15.00		2.60	0.35	0.45		6.14
1.01.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN COLUMNAS		m2						192.00
		COLUMNAS - 1ER NIVEL	m2						
		C-01 (0.35X0.45)	15.00		Perimetro	1.60	2.80		67.20
		COLUMNAS - 2DO NIVEL	m2						
		C-01 (0.35X0.45)	15.00		Perimetro	1.60	2.60		62.40
		COLUMNAS - 3ER NIVEL	m2						
		C-01 (0.35X0.45)	15.00		Perimetro	1.60	2.60		62.40
1.01.02.03	ACERO GRADO 60, EN COLUMNAS		kg						2225.02
					Ø	#varillas	Longitud	Peso	
		COLUMNAS DE CONCRETO	kg						
		C.01	kg						
		Acero Long Ø5/8" _____		5/8	120.00		11.49	2139.90	
		Estribo : Tramo 1ER NIVEL		3/8	23.00		1.60	20.61	
		Estribo : Tramo 2DO NIVEL		3/8	22.00		1.60	19.71	
		Estribo : Tramo 3ER NIVEL		3/8	22.00		1.60	19.71	
		Estribo : REFUERZO TRANSVERSAL COLUMNAS 1ER NIVEL		3/8	14.00		1.60	12.54	
		Estribo : REFUERZO TRANSVERSAL COLUMNAS 2DO NIVEL		3/8	14.00		1.60	12.54	
1.01.03	LOSA ALIGERADA								

		ENTRE EJE 2-3			2.10	2.50			5.25	
		SEGUNDO NIVEL	m2							
		EJE A.B	m2							
		ENTRE EJE 2-3			4.55	3.15			14.33	
		ENTRE EJE 3-4			4.05	3.15			12.76	
		EJE B-C	m2							
		ENTRE EJE 1-2			3.95	4.15			16.39	
		ENTRE EJE 2-3			4.55	4.15			18.88	
		ENTRE EJE 3-4			4.05	4.15			16.81	
		EJE C-D	m2							
		ENTRE EJE 1-2			4.25	2.50			10.63	
		ENTRE EJE 2-3			2.10	2.50			5.25	
		TERCER NIVEL	m2							
		EJE A.B	m2							
		ENTRE EJE 2-3			4.55	3.15			14.33	
		ENTRE EJE 3-4			4.05	3.15			12.76	
		EJE B-C	m2							
		ENTRE EJE 1-2			3.95	4.15			16.39	
		ENTRE EJE 2-3			4.55	4.15			18.88	
		ENTRE EJE 3-4			4.05	4.15			16.81	
		EJE C-D	m2							
		ENTRE EJE 1-2			4.25	2.50			10.63	
		ENTRE EJE 2-3			2.10	2.50			5.25	
1.01.03.03	ACERO GRADO 60 EN LOSA ALIGERADA		kg							2264.20
		VIGUETAS 1ER NIVEL	kg							
		EJE A-B ENTRE EJE 2-3	kg							
		Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	12.00	3.55		42.34		
		Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	12.00	3.55		42.34		
		EJE A-B ENTRE EJE 3-4	kg							
		Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	10.00	3.55		35.29		
		Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	10.00	3.55		35.29		
		EJE B-C ENTRE EJE 1-2	kg							
		Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	11.00	4.20		45.92		
		Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	11.00	4.20		45.92		
		EJE B-C ENTRE EJE 2-3	kg							
		Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	12.00	4.45		53.08		
		Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	12.00	4.45		53.08		
		EJE B-C ENTRE EJE 3-4	kg							
		Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	11.00	4.25		46.47		
		Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	11.00	4.25		46.47		
		EJE C-D ENTRE EJE 1-2	kg							
		Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	10.00	2.73		27.14		
		Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	10.00	2.73		27.14		
		EJE C-D ENTRE EJE 2-3	kg							

Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	7.00	2.15	14.96
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	7.00	2.15	14.96
		Ø	#varillas	Longitud	Peso
VIGUETAS 2DO NIVEL	kg				
EJE A-B ENTRE EJE 2-3	kg				
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	12.00	3.55	42.34
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	12.00	3.55	42.34
EJE A-B ENTRE EJE 3-4	kg				
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	10.00	3.55	35.29
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	10.00	3.55	35.29
EJE B-C ENTRE EJE 1-2	kg				
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	11.00	4.20	45.92
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	11.00	4.20	45.92
EJE B-C ENTRE EJE 2-3	kg				
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	12.00	4.45	53.08
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	12.00	4.45	53.08
EJE B-C ENTRE EJE 3-4	kg				
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	11.00	4.25	46.47
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	11.00	4.25	46.47
EJE C-D ENTRE EJE 1-2	kg				
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	10.00	2.73	27.14
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	10.00	2.73	27.14
EJE C-D ENTRE EJE 2-3	kg				
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	7.00	2.15	14.96
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	7.00	2.15	14.96
		Ø	#varillas	Longitud	Peso
VIGUETAS 3ER NIVEL	kg				
EJE A-B ENTRE EJE 2-3	kg				
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	12.00	3.55	42.34
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	12.00	3.55	42.34
EJE A-B ENTRE EJE 3-4	kg				
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	10.00	3.55	35.29
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	10.00	3.55	35.29
EJE B-C ENTRE EJE 1-2	kg				
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	11.00	4.20	45.92
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	11.00	4.20	45.92
EJE B-C ENTRE EJE 2-3	kg				
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	12.00	4.45	53.08
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	12.00	4.45	53.08
EJE B-C ENTRE EJE 3-4	kg				
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	11.00	4.25	46.47
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	11.00	4.25	46.47
EJE C-D ENTRE EJE 1-2	kg				
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	10.00	2.73	27.14
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	10.00	2.73	27.14
EJE C-D ENTRE EJE 2-3	kg				

Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	7.00	2.15	14.96
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	7.00	2.15	14.96
		Ø	#varillas	Longitud	Peso
ACERO DE TEMPERATURA 1ER NIVEL	kg				
EJE B-D ENTRE EJE 1-2	kg				
As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	17.00	8.05	30.38
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	33.00	4.20	30.77
EJE A-D ENTRE EJE 2-2'	kg				
As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	10.00	12.20	27.08
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	47.00	2.30	24.00
EJE A-C ENTRE EJE 2'-3	kg				
As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	11.00	8.68	21.20
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	35.00	2.50	19.43
EJE A-C ENTRE EJE 3-4	kg				
As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	18.00	8.68	34.69
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	35.00	4.25	33.02
		Ø	#varillas	Longitud	Peso
ACERO DE TEMPERATURA 2DO NIVEL	kg				
EJE B-D ENTRE EJE 1-2	kg				
As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	17.00	8.05	30.38
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	33.00	4.20	30.77
EJE A-D ENTRE EJE 2-2'	kg				
As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	10.00	12.20	27.08
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	47.00	2.30	24.00
EJE A-C ENTRE EJE 2'-3	kg				
As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	11.00	8.68	21.20
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	35.00	2.50	19.43
EJE A-C ENTRE EJE 3-4	kg				
As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	18.00	8.68	34.69
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	35.00	4.25	33.02
		Ø	#varillas	Longitud	Peso
ACERO DE TEMPERATURA 3ER NIVEL	kg				
EJE B-D ENTRE EJE 1-2	kg				
As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	17.00	8.05	30.38
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	33.00	4.20	30.77
EJE A-D ENTRE EJE 2-2'	kg				
As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	10.00	12.20	27.08
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	47.00	2.30	24.00
EJE A-C ENTRE EJE 2'-3	kg				
As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	11.00	8.68	21.20
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	35.00	2.50	19.43
EJE A-C ENTRE EJE 3-4	kg				
As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	18.00	8.68	34.69
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	35.00	4.25	33.02
		Ø	#varillas	Longitud	Peso

GANCHOS 6mm PRIMER NIVEL - 1ER NIVEL

EJE A-B ENTRE EJE 2-3 Acero Long Ø1/4" _____	1/4	10.00	0.25	0.56
EJE A-B ENTRE EJE 3-4 Acero Long Ø1/4" _____	1/4	10.00	0.25	0.56
EJE B-C ENTRE EJE 1-2 Acero Long Ø1/4" _____	1/4	11.00	0.25	0.61
EJE B-C ENTRE EJE 2-3 Acero Long Ø1/4" _____	1/4	12.00	0.25	0.67
EJE B-C ENTRE EJE 3-4 Acero Long Ø1/4" _____	1/4	11.00	0.25	0.61
EJE C-D ENTRE EJE 1-2 Acero Long Ø1/4" _____	1/4	8.00	0.25	0.44
EJE C-D ENTRE EJE 2-3 Acero Long Ø1/4" _____	1/4	6.00	0.25	0.33

GANCHOS 6mm PRIMER NIVEL - 2DO NIVEL

EJE A-B ENTRE EJE 2-3 Acero Long Ø1/4" _____	1/4	10.00	0.25	0.56
EJE A-B ENTRE EJE 3-4 Acero Long Ø1/4" _____	1/4	10.00	0.25	0.56
EJE B-C ENTRE EJE 1-2 Acero Long Ø1/4" _____	1/4	11.00	0.25	0.61
EJE B-C ENTRE EJE 2-3 Acero Long Ø1/4" _____	1/4	12.00	0.25	0.67
EJE B-C ENTRE EJE 3-4 Acero Long Ø1/4" _____	1/4	11.00	0.25	0.61
EJE C-D ENTRE EJE 1-2 Acero Long Ø1/4" _____	1/4	8.00	0.25	0.44
EJE C-D ENTRE EJE 2-3 Acero Long Ø1/4" _____	1/4	6.00	0.25	0.33

GANCHOS 6mm PRIMER NIVEL - 3ER NIVEL

EJE A-B ENTRE EJE 2-3 Acero Long Ø1/4" _____	1/4	10.00	0.25	0.56
EJE A-B ENTRE EJE 3-4 Acero Long Ø1/4" _____	1/4	10.00	0.25	0.56
EJE B-C ENTRE EJE 1-2 Acero Long Ø1/4" _____	1/4	11.00	0.25	0.61
EJE B-C ENTRE EJE 2-3 Acero Long Ø1/4" _____	1/4	12.00	0.25	0.67
EJE B-C ENTRE EJE 3-4 Acero Long Ø1/4" _____	1/4	11.00	0.25	0.61
EJE C-D ENTRE EJE 1-2 Acero Long Ø1/4" _____	1/4	8.00	0.25	0.44
EJE C-D ENTRE EJE 2-3 Acero Long Ø1/4" _____	1/4	6.00	0.25	0.33

1.01.04	ESCALERAS											
1.01.04.01	CONCRETO F'C=210 KG/CM2		m3									5.88
		Tramo 1							1.26	2.15	2.71	
		Tramo intermedio 1							0.20	2.32	0.46	
		Tramo 2							1.26	2.15	2.71	
1.01.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESCALERA		m2									20.86
		Tramo 1							Perimetro	6.98	6.98	
		Tramo intermedio 1							Perimetro	6.90	6.90	
		Tramo 2							Perimetro	6.98	6.98	

8.4.2. Edificio Dual

METRADO SISTEMA DUAL											
ITEM	PARTIDA		Unid	Veces	Repite	Medidas			Área	Parcial	Metrado
	Descripción - Ubicación - Código					Largo	Ancho	Altura			
1	ESTRUCTURAS										
1.01	OBRAS DE CONCRETO ARMADO										
1.01.01	VIGAS										
1.01.01.01	CONCRETO F'C=210 KG/CM2 EN VIGAS		m3								47.45
	VIGAS DE CONCRETO - 1ER NIVEL		m3								
	EJE B ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1B1)					6.65	0.25	0.40			0.67
	EJE C ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1C1)					6.10	0.25	0.40			0.61
	EJE D ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1D1)					6.10	0.25	0.40			0.61
	EJE E ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1E1)					6.95	0.25	0.40			0.70
	EJE F ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1F1)					6.65	0.25	0.40			0.67
	EJE 1 ENTRE EJE B-F (VIGA V101)					14.40	0.25	0.45			1.62
	EJE 2 ENTRE EJE B-F (VIGA V201)					12.65	0.25	0.45			1.42
	EJE 3 ENTRE EJE B-F (VIGA V301)					14.40	0.25	0.45			1.62
	VIGAS DE CONCRETO - 2DO NIVEL		m3								
	EJE B ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1B1)					6.65	0.25	0.40			0.67
	EJE C ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1C1)					6.10	0.25	0.40			0.61
	EJE D ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1D1)					6.10	0.25	0.40			0.61
	EJE E ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1E1)					6.95	0.25	0.40			0.70
	EJE F ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1F1)					6.65	0.25	0.40			0.67
	EJE 1 ENTRE EJE B-F (VIGA V101)					14.40	0.25	0.45			1.62
	EJE 2 ENTRE EJE B-F (VIGA V201)					12.65	0.25	0.45			1.42
	EJE 3 ENTRE EJE B-F (VIGA V301)					14.40	0.25	0.45			1.62
	VIGAS DE CONCRETO - 3ER NIVEL		m3								
	EJE B ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1B1)					6.65	0.25	0.40			0.67
	EJE C ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1C1)					6.10	0.25	0.40			0.61
	EJE D ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1D1)					6.10	0.25	0.40			0.61

		EJE E ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1E1)		6.95	0.25	0.40	0.70	
		EJE F ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1F1)		6.65	0.25	0.40	0.67	
		EJE 1 ENTRE EJE B-F (VIGA V101)		14.40	0.25	0.45	1.62	
		EJE 2 ENTRE EJE B-F (VIGA V201)		12.65	0.25	0.45	1.42	
		EJE 3 ENTRE EJE B-F (VIGA V301)		14.40	0.25	0.45	1.62	
		VIGAS DE CONCRETO - 4TO NIVEL	m3					
		EJE B ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1B1)		6.65	0.25	0.40	0.67	
		EJE C ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1C1)		6.10	0.25	0.40	0.61	
		EJE D ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1D1)		6.10	0.25	0.40	0.61	
		EJE E ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1E1)		6.95	0.25	0.40	0.70	
		EJE F ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1F1)		6.65	0.25	0.40	0.67	
		EJE 1 ENTRE EJE B-F (VIGA V101)		14.40	0.25	0.45	1.62	
		EJE 2 ENTRE EJE B-F (VIGA V201)		12.65	0.25	0.45	1.42	
		EJE 3 ENTRE EJE B-F (VIGA V301)		14.40	0.25	0.45	1.62	
		VIGAS DE CONCRETO - 5TO NIVEL	m3					
		EJE B ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1B1)		6.65	0.25	0.40	0.67	
		EJE C ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1C1)		6.10	0.25	0.40	0.61	
		EJE D ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1D1)		6.10	0.25	0.40	0.61	
		EJE E ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1E1)		6.95	0.25	0.40	0.70	
		EJE F ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1F1)		6.65	0.25	0.40	0.67	
		EJE 1 ENTRE EJE B-F (VIGA V101)		14.40	0.25	0.45	1.62	
		EJE 2 ENTRE EJE B-F (VIGA V201)		12.65	0.25	0.45	1.42	
		EJE 3 ENTRE EJE B-F (VIGA V301)		14.40	0.25	0.45	1.62	
		VIGAS DE CONCRETO - AZOTEA	m3					
		EJE B ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1B1)		6.65	0.25	0.40	0.67	
		EJE C ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1C1)		6.10	0.25	0.40	0.61	
		EJE D ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1D1)		6.10	0.25	0.40	0.61	
		EJE E ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1E1)		6.95	0.25	0.40	0.70	
		EJE F ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1F1)		6.65	0.25	0.40	0.67	
		EJE 1 ENTRE EJE B-F (VIGA V101)		14.40	0.25	0.45	1.62	
		EJE 2 ENTRE EJE B-F (VIGA V201)		12.65	0.25	0.45	1.42	
		EJE 3 ENTRE EJE B-F (VIGA V301)		14.40	0.25	0.45	1.62	
1.01.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS		m2					426.87
		ENCOFRADO DE VIGAS - 1ER NIVEL	m2					
		EJE B ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1B1)			PERIMETRO	14.90	0.40	5.96
		EJE C ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1C1)			PERIMETRO	13.80	0.40	5.52
		EJE D ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1D1)			PERIMETRO	13.80	0.40	5.52
		EJE E ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1E1)			PERIMETRO	15.50	0.40	6.20
		EJE F ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1F1)			PERIMETRO	14.90	0.40	5.96
		EJE 1 ENTRE EJE B-F (VIGA V101)			PERIMETRO	32.00	0.45	14.40
		EJE 2 ENTRE EJE B-F (VIGA V201)			PERIMETRO	29.30	0.45	13.19
		EJE 3 ENTRE EJE B-F (VIGA V301)			PERIMETRO	32.00	0.45	14.40
		ENCOFRADO DE VIGAS - (2DO NIVEL - 5TO NIVEL)	m2					
		EJE B ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1B1)		4.00	PERIMETRO	14.90	0.40	23.84
		EJE C ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1C1)		4.00	PERIMETRO	13.80	0.40	22.08
		EJE D ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1D1)		4.00	PERIMETRO	13.80	0.40	22.08
		EJE E ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1E1)		4.00	PERIMETRO	15.50	0.40	24.80

1.01.01.03	ACERO GRADO 60 EN VIGAS	EJE F ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1F1)	4.00			PERIMETRO	14.90	0.40	23.84		
		EJE 1 ENTRE EJE B-F (VIGA V101)	4.00			PERIMETRO	32.00	0.45	57.60		
		EJE 2 ENTRE EJE B-F (VIGA V201)	4.00			PERIMETRO	29.30	0.45	52.74		
		EJE 3 ENTRE EJE B-F (VIGA V301)	4.00			PERIMETRO	32.00	0.45	57.60		
		ENCOFRADO DE VIGAS - AZOTEA	m2								
		EJE B ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1B1)					PERIMETRO	14.90	0.40	5.96	
		EJE C ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1C1)					PERIMETRO	13.80	0.40	5.52	
		EJE D ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1D1)					PERIMETRO	13.80	0.40	5.52	
		EJE E ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1E1)					PERIMETRO	15.50	0.40	6.20	
		EJE F ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1F1)					PERIMETRO	14.90	0.40	5.96	
		EJE 1 ENTRE EJE B-F (VIGA V101)					PERIMETRO	32.00	0.45	14.40	
		EJE 2 ENTRE EJE B-F (VIGA V201)					PERIMETRO	29.30	0.45	13.19	
		EJE 3 ENTRE EJE B-F (VIGA V301)					PERIMETRO	32.00	0.45	14.40	
			kg								6741.45
				VIGAS DE CONCRETO PRIMER NIVEL	kg	Ø	#varillas		Longitud	Peso	
				VIGA V1B1	kg						
				Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00		8.33	25.86		
				Acero Long.Superior Ø1/2" _____	1/2	1.00		8.23	8.18		
				Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	2.00		8.33	25.86		
				Estribo Ø3/8": EJE B ENTRE 1-2	3/8	31.00		1.18	20.48		
				Estribo Ø3/8": EJE B ENTRE 2-3	3/8	26.00		1.18	17.18		
				VIGA V1C1							
				Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00		8.33	25.86		
				Acero Long.Superior Ø1/2" _____	1/2	1.00		8.23	8.18		
				Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	2.00		8.33	25.86		
				Estribo Ø3/8": EJE C ENTRE 1-2	3/8	27.00		1.18	17.84		
				Estribo Ø3/8": EJE C ENTRE 2-3	3/8	27.00		1.18	17.84		
				VIGA V1D1							
				Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00		8.33	25.86		
				Acero Long.Superior Ø1/2" _____	1/2	1.00		8.23	8.18		
		Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	2.00		8.33	25.86				
		Estribo Ø3/8": EJE D ENTRE 1-2	3/8	27.00		1.18	17.84				
		Estribo Ø3/8": EJE D ENTRE 2-3	3/8	27.00		1.18	17.84				
		VIGA V1E1									
		Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00		8.33	25.86				
		Acero Long.Superior Ø1/2" _____	1/2	1.00		8.23	8.18				
		Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	2.00		8.33	25.86				
		Estribo Ø3/8": EJE E ENTRE 1-2	3/8	32.00		1.18	21.15				
		Estribo Ø3/8": EJE E ENTRE 2-3	3/8	27.00		1.18	17.84				
		VIGA V1F1									
		Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00		8.33	25.86				
		Acero Long.Superior Ø1/2" _____	1/2	1.00		8.23	8.18				
		Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	2.00		8.33	25.86				
		Estribo Ø3/8": EJE F ENTRE 1-2	3/8	31.00		1.18	20.48				
		Estribo Ø3/8": EJE F ENTRE 2-3	3/8	26.00		1.18	17.18				

VIGA V101						
Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00	17.50	54.32		
Acero Long.Superior Ø1/2" _____	1/2	1.00	17.30	17.20		
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	2.00	17.50	54.32		
Estribo Ø3/8": EJE 1 ENTRE B-C	3/8	39.00	1.28	27.96		
Estribo Ø3/8": EJE 1 ENTRE C-D	3/8	21.00	1.28	15.05		
Estribo Ø3/8": EJE 1 ENTRE D-E	3/8	33.00	1.28	23.65		
Estribo Ø3/8": EJE 1 ENTRE E-F	3/8	28.00	1.28	20.07		
VIGA V201						
Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00	17.50	54.32		
Acero Long.Superior Ø1/2" _____	1/2	1.00	17.30	17.20		
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	2.00	17.50	54.32		
Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE B-C	3/8	39.00	1.28	27.96		
Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE C-D	3/8	21.00	1.28	15.05		
Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE D-E	3/8	17.00	1.28	12.19		
Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE D-E	3/8	17.00	1.28	12.19		
Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE E-F	3/8	28.00	1.28	20.07		
VIGA V301						
Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00	17.50	54.32		
Acero Long.Superior Ø1/2" _____	1/2	1.00	17.30	17.20		
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	2.00	17.50	54.32		
Estribo Ø3/8": EJE 3 ENTRE B-C	3/8	39.00	1.28	27.96		
Estribo Ø3/8": EJE 3 ENTRE C-D	3/8	21.00	1.28	15.05		
Estribo Ø3/8": EJE 3 ENTRE D-E	3/8	33.00	1.28	23.65		
Estribo Ø3/8": EJE 3 ENTRE E-F	3/8	28.00	1.28	20.07		
VIGAS DE CONCRETO 2DO NIVEL	kg					
VIGA V1B1		kg				
Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00	8.33	25.86		
Acero Long.Superior Ø1/2" _____	1/2	1.00	8.23	8.18		
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	2.00	8.33	25.86		
Estribo Ø3/8": EJE B ENTRE 1-2	3/8	31.00	1.18	20.48		
Estribo Ø3/8": EJE B ENTRE 2-3	3/8	26.00	1.18	17.18		
VIGA V1C1						
Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00	8.33	25.86		
Acero Long.Superior Ø1/2" _____	1/2	1.00	8.23	8.18		
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	2.00	8.33	25.86		
Estribo Ø3/8": EJE C ENTRE 1-2	3/8	27.00	1.18	17.84		
Estribo Ø3/8": EJE C ENTRE 2-3	3/8	27.00	1.18	17.84		
VIGA V1D1						
Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00	8.33	25.86		
Acero Long.Superior Ø1/2" _____	1/2	1.00	8.23	8.18		
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	2.00	8.33	25.86		
Estribo Ø3/8": EJE D ENTRE 1-2	3/8	27.00	1.18	17.84		
Estribo Ø3/8": EJE D ENTRE 2-3	3/8	27.00	1.18	17.84		
VIGA V1E1						

Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00	8.33	25.86
Acero Long.Superior Ø1/2" _____	1/2	1.00	8.23	8.18
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	2.00	8.33	25.86
Estribo Ø3/8": EJE E ENTRE 1-2	3/8	32.00	1.18	21.15
Estribo Ø3/8": EJE E ENTRE 2-3	3/8	27.00	1.18	17.84
VIGA V1F1				
Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00	8.33	25.86
Acero Long.Superior Ø1/2" _____	1/2	1.00	8.23	8.18
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	2.00	8.33	25.86
Estribo Ø3/8": EJE F ENTRE 1-2	3/8	31.00	1.18	20.48
Estribo Ø3/8": EJE F ENTRE 2-3	3/8	26.00	1.18	17.18
VIGA V101				
Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00	17.50	54.32
Acero Long.Superior Ø1/2" _____	1/2	1.00	17.30	17.20
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	2.00	17.50	54.32
Estribo Ø3/8": EJE 1 ENTRE B-C	3/8	39.00	1.28	27.96
Estribo Ø3/8": EJE 1 ENTRE C-D	3/8	21.00	1.28	15.05
Estribo Ø3/8": EJE 1 ENTRE D-E	3/8	33.00	1.28	23.65
Estribo Ø3/8": EJE 1 ENTRE E-F	3/8	28.00	1.28	20.07
VIGA V201				
Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00	17.50	54.32
Acero Long.Superior Ø1/2" _____	1/2	1.00	17.30	17.20
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	2.00	17.50	54.32
Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE B-C	3/8	39.00	1.28	27.96
Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE C-D	3/8	21.00	1.28	15.05
Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE D-E	3/8	17.00	1.28	12.19
Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE D-E	3/8	17.00	1.28	12.19
Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE E-F	3/8	28.00	1.28	20.07
VIGA V301				
Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00	17.50	54.32
Acero Long.Superior Ø1/2" _____	1/2	1.00	17.30	17.20
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	2.00	17.50	54.32
Estribo Ø3/8": EJE 3 ENTRE B-C	3/8	39.00	1.28	27.96
Estribo Ø3/8": EJE 3 ENTRE C-D	3/8	21.00	1.28	15.05
Estribo Ø3/8": EJE 3 ENTRE D-E	3/8	33.00	1.28	23.65
Estribo Ø3/8": EJE 3 ENTRE E-F	3/8	28.00	1.28	20.07
VIGAS DE CONCRETO 3ER NIVEL				
VIGA V1B1				
Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00	8.33	25.86
Acero Long.Superior Ø1/2" _____	1/2	1.00	8.23	8.18
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	2.00	8.33	25.86
Estribo Ø3/8": EJE B ENTRE 1-2	3/8	31.00	1.18	20.48
Estribo Ø3/8": EJE B ENTRE 2-3	3/8	26.00	1.18	17.18
VIGA V1C1				
Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00	8.33	25.86

Acero Long.Superior Ø1/2" _____	1/2	1.00	8.23	8.18
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	2.00	8.33	25.86
Estribo Ø3/8": EJE C ENTRE 1-2	3/8	27.00	1.18	17.84
Estribo Ø3/8": EJE C ENTRE 2-3	3/8	27.00	1.18	17.84
VIGA V1D1				
Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00	8.33	25.86
Acero Long.Superior Ø1/2" _____	1/2	1.00	8.23	8.18
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	2.00	8.33	25.86
Estribo Ø3/8": EJE D ENTRE 1-2	3/8	27.00	1.18	17.84
Estribo Ø3/8": EJE D ENTRE 2-3	3/8	27.00	1.18	17.84
VIGA V1E1				
Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00	8.33	25.86
Acero Long.Superior Ø1/2" _____	1/2	1.00	8.23	8.18
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	2.00	8.33	25.86
Estribo Ø3/8": EJE E ENTRE 1-2	3/8	32.00	1.18	21.15
Estribo Ø3/8": EJE E ENTRE 2-3	3/8	27.00	1.18	17.84
VIGA V1F1				
Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00	8.33	25.86
Acero Long.Superior Ø1/2" _____	1/2	1.00	8.23	8.18
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	2.00	8.33	25.86
Estribo Ø3/8": EJE F ENTRE 1-2	3/8	31.00	1.18	20.48
Estribo Ø3/8": EJE F ENTRE 2-3	3/8	26.00	1.18	17.18
VIGA V101				
Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00	17.50	54.32
Acero Long.Superior Ø1/2" _____	1/2	1.00	17.30	17.20
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	2.00	17.50	54.32
Estribo Ø3/8": EJE 1 ENTRE B-C	3/8	39.00	1.28	27.96
Estribo Ø3/8": EJE 1 ENTRE C-D	3/8	21.00	1.28	15.05
Estribo Ø3/8": EJE 1 ENTRE D-E	3/8	33.00	1.28	23.65
Estribo Ø3/8": EJE 1 ENTRE E-F	3/8	28.00	1.28	20.07
VIGA V201				
Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00	17.50	54.32
Acero Long.Superior Ø1/2" _____	1/2	1.00	17.30	17.20
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	2.00	17.50	54.32
Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE B-C	3/8	39.00	1.28	27.96
Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE C-D	3/8	21.00	1.28	15.05
Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE D-E	3/8	17.00	1.28	12.19
Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE D-E	3/8	17.00	1.28	12.19
Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE E-F	3/8	28.00	1.28	20.07
VIGA V301				
Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00	17.50	54.32
Acero Long.Superior Ø1/2" _____	1/2	1.00	17.30	17.20
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	2.00	17.50	54.32
Estribo Ø3/8": EJE 3 ENTRE B-C	3/8	39.00	1.28	27.96
Estribo Ø3/8": EJE 3 ENTRE C-D	3/8	21.00	1.28	15.05

Estribo Ø3/8": EJE 3 ENTRE D-E	3/8	33.00	1.28	23.65
Estribo Ø3/8": EJE 3 ENTRE E-F	3/8	28.00	1.28	20.07
VIGAS DE CONCRETO 4TO NIVEL	kg			
VIGA V1B1	kg			
Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00	8.33	25.86
Acero Long.Superior Ø1/2" _____	1/2	1.00	8.23	8.18
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	2.00	8.33	25.86
Estribo Ø3/8": EJE B ENTRE 1-2	3/8	31.00	1.18	20.48
Estribo Ø3/8": EJE B ENTRE 2-3	3/8	26.00	1.18	17.18
VIGA V1C1				
Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00	8.33	25.86
Acero Long.Superior Ø1/2" _____	1/2	1.00	8.23	8.18
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	2.00	8.33	25.86
Estribo Ø3/8": EJE C ENTRE 1-2	3/8	27.00	1.18	17.84
Estribo Ø3/8": EJE C ENTRE 2-3	3/8	27.00	1.18	17.84
VIGA V1D1				
Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00	8.33	25.86
Acero Long.Superior Ø1/2" _____	1/2	1.00	8.23	8.18
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	2.00	8.33	25.86
Estribo Ø3/8": EJE D ENTRE 1-2	3/8	27.00	1.18	17.84
Estribo Ø3/8": EJE D ENTRE 2-3	3/8	27.00	1.18	17.84
VIGA V1E1				
Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00	8.33	25.86
Acero Long.Superior Ø1/2" _____	1/2	1.00	8.23	8.18
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	2.00	8.33	25.86
Estribo Ø3/8": EJE E ENTRE 1-2	3/8	32.00	1.18	21.15
Estribo Ø3/8": EJE E ENTRE 2-3	3/8	27.00	1.18	17.84
VIGA V1F1				
Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00	8.33	25.86
Acero Long.Superior Ø1/2" _____	1/2	1.00	8.23	8.18
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	2.00	8.33	25.86
Estribo Ø3/8": EJE F ENTRE 1-2	3/8	31.00	1.18	20.48
Estribo Ø3/8": EJE F ENTRE 2-3	3/8	26.00	1.18	17.18
VIGA V101				
Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00	17.50	54.32
Acero Long.Superior Ø1/2" _____	1/2	1.00	17.30	17.20
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	2.00	17.50	54.32
Estribo Ø3/8": EJE 1 ENTRE B-C	3/8	39.00	1.28	27.96
Estribo Ø3/8": EJE 1 ENTRE C-D	3/8	21.00	1.28	15.05
Estribo Ø3/8": EJE 1 ENTRE D-E	3/8	33.00	1.28	23.65
Estribo Ø3/8": EJE 1 ENTRE E-F	3/8	28.00	1.28	20.07
VIGA V201				
Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00	17.50	54.32
Acero Long.Superior Ø1/2" _____	1/2	1.00	17.30	17.20
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	2.00	17.50	54.32

Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE B-C	3/8	39.00	1.28	27.96
Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE C-D	3/8	21.00	1.28	15.05
Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE D-E	3/8	17.00	1.28	12.19
Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE D-E	3/8	17.00	1.28	12.19
Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE E-F	3/8	28.00	1.28	20.07
VIGA V301				
Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00	17.50	54.32
Acero Long.Superior Ø1/2" _____	1/2	1.00	17.30	17.20
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	2.00	17.50	54.32
Estribo Ø3/8": EJE 3 ENTRE B-C	3/8	39.00	1.28	27.96
Estribo Ø3/8": EJE 3 ENTRE C-D	3/8	21.00	1.28	15.05
Estribo Ø3/8": EJE 3 ENTRE D-E	3/8	33.00	1.28	23.65
Estribo Ø3/8": EJE 3 ENTRE E-F	3/8	28.00	1.28	20.07
VIGAS DE CONCRETO 5TO NIVEL				
VIGA V1B1				
Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00	8.33	25.86
Acero Long.Superior Ø1/2" _____	1/2	1.00	8.23	8.18
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	2.00	8.33	25.86
Estribo Ø3/8": EJE B ENTRE 1-2	3/8	31.00	1.18	20.48
Estribo Ø3/8": EJE B ENTRE 2-3	3/8	26.00	1.18	17.18
VIGA V1C1				
Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00	8.33	25.86
Acero Long.Superior Ø1/2" _____	1/2	1.00	8.23	8.18
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	2.00	8.33	25.86
Estribo Ø3/8": EJE C ENTRE 1-2	3/8	27.00	1.18	17.84
Estribo Ø3/8": EJE C ENTRE 2-3	3/8	27.00	1.18	17.84
VIGA V1D1				
Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00	8.33	25.86
Acero Long.Superior Ø1/2" _____	1/2	1.00	8.23	8.18
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	2.00	8.33	25.86
Estribo Ø3/8": EJE D ENTRE 1-2	3/8	27.00	1.18	17.84
Estribo Ø3/8": EJE D ENTRE 2-3	3/8	27.00	1.18	17.84
VIGA V1E1				
Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00	8.33	25.86
Acero Long.Superior Ø1/2" _____	1/2	1.00	8.23	8.18
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	2.00	8.33	25.86
Estribo Ø3/8": EJE E ENTRE 1-2	3/8	32.00	1.18	21.15
Estribo Ø3/8": EJE E ENTRE 2-3	3/8	27.00	1.18	17.84
VIGA V1F1				
Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00	8.33	25.86
Acero Long.Superior Ø1/2" _____	1/2	1.00	8.23	8.18
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	2.00	8.33	25.86
Estribo Ø3/8": EJE F ENTRE 1-2	3/8	31.00	1.18	20.48
Estribo Ø3/8": EJE F ENTRE 2-3	3/8	26.00	1.18	17.18
VIGA V101				

Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00	17.50	54.32
Acero Long.Superior Ø1/2" _____	1/2	1.00	17.30	17.20
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	2.00	17.50	54.32
Estribo Ø3/8": EJE 1 ENTRE B-C	3/8	39.00	1.28	27.96
Estribo Ø3/8": EJE 1 ENTRE C-D	3/8	21.00	1.28	15.05
Estribo Ø3/8": EJE 1 ENTRE D-E	3/8	33.00	1.28	23.65
Estribo Ø3/8": EJE 1 ENTRE E-F	3/8	28.00	1.28	20.07
VIGA V201				
Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00	17.50	54.32
Acero Long.Superior Ø1/2" _____	1/2	1.00	17.30	17.20
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	2.00	17.50	54.32
Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE B-C	3/8	39.00	1.28	27.96
Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE C-D	3/8	21.00	1.28	15.05
Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE D-E	3/8	17.00	1.28	12.19
Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE D-E	3/8	17.00	1.28	12.19
Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE E-F	3/8	28.00	1.28	20.07
VIGA V301				
Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00	17.50	54.32
Acero Long.Superior Ø1/2" _____	1/2	1.00	17.30	17.20
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	2.00	17.50	54.32
Estribo Ø3/8": EJE 3 ENTRE B-C	3/8	39.00	1.28	27.96
Estribo Ø3/8": EJE 3 ENTRE C-D	3/8	21.00	1.28	15.05
Estribo Ø3/8": EJE 3 ENTRE D-E	3/8	33.00	1.28	23.65
Estribo Ø3/8": EJE 3 ENTRE E-F	3/8	28.00	1.28	20.07
VIGAS DE CONCRETO AZOTEA	kg			
VIGA V1B1				
Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00	8.33	25.86
Acero Long.Superior Ø1/2" _____	1/2	1.00	8.23	8.18
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	2.00	8.33	25.86
Estribo Ø3/8": EJE B ENTRE 1-2	3/8	31.00	1.18	20.48
Estribo Ø3/8": EJE B ENTRE 2-3	3/8	26.00	1.18	17.18
VIGA V1C1				
Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00	8.33	25.86
Acero Long.Superior Ø1/2" _____	1/2	1.00	8.23	8.18
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	2.00	8.33	25.86
Estribo Ø3/8": EJE C ENTRE 1-2	3/8	27.00	1.18	17.84
Estribo Ø3/8": EJE C ENTRE 2-3	3/8	27.00	1.18	17.84
VIGA V1D1				
Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00	8.33	25.86
Acero Long.Superior Ø1/2" _____	1/2	1.00	8.23	8.18
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	2.00	8.33	25.86
Estribo Ø3/8": EJE D ENTRE 1-2	3/8	27.00	1.18	17.84
Estribo Ø3/8": EJE D ENTRE 2-3	3/8	27.00	1.18	17.84
VIGA V1E1				
Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00	8.33	25.86
Acero Long.Superior Ø1/2" _____	1/2	1.00	8.23	8.18

		Acero Long.Inferior Ø5/8" ____	5/8	2.00			8.33	25.86		
		Estribo Ø3/8": EJE E ENTRE 1-2	3/8	32.00			1.18	21.15		
		Estribo Ø3/8": EJE E ENTRE 2-3	3/8	27.00			1.18	17.84		
		VIGA V1F1								
		Acero Long.Superior Ø5/8" ____	5/8	2.00			8.33	25.86		
		Acero Long.Superior Ø1/2" ____	1/2	1.00			8.23	8.18		
		Acero Long.Inferior Ø5/8" ____	5/8	2.00			8.33	25.86		
		Estribo Ø3/8": EJE F ENTRE 1-2	3/8	31.00			1.18	20.48		
		Estribo Ø3/8": EJE F ENTRE 2-3	3/8	26.00			1.18	17.18		
		VIGA V101								
		Acero Long.Superior Ø5/8" ____	5/8	2.00			17.50	54.32		
		Acero Long.Superior Ø1/2" ____	1/2	1.00			17.30	17.20		
		Acero Long.Inferior Ø5/8" ____	5/8	2.00			17.50	54.32		
		Estribo Ø3/8": EJE 1 ENTRE B-C	3/8	39.00			1.28	27.96		
		Estribo Ø3/8": EJE 1 ENTRE C-D	3/8	21.00			1.28	15.05		
		Estribo Ø3/8": EJE 1 ENTRE D-E	3/8	33.00			1.28	23.65		
		Estribo Ø3/8": EJE 1 ENTRE E-F	3/8	28.00			1.28	20.07		
		VIGA V201								
		Acero Long.Superior Ø5/8" ____	5/8	2.00			17.50	54.32		
		Acero Long.Superior Ø1/2" ____	1/2	1.00			17.30	17.20		
		Acero Long.Inferior Ø5/8" ____	5/8	2.00			17.50	54.32		
		Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE B-C	3/8	39.00			1.28	27.96		
		Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE C-D	3/8	21.00			1.28	15.05		
		Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE D-E	3/8	17.00			1.28	12.19		
		Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE D-E	3/8	17.00			1.28	12.19		
		Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE E-F	3/8	28.00			1.28	20.07		
		VIGA V301								
		Acero Long.Superior Ø5/8" ____	5/8	2.00			17.50	54.32		
		Acero Long.Superior Ø1/2" ____	1/2	1.00			17.30	17.20		
		Acero Long.Inferior Ø5/8" ____	5/8	2.00			17.50	54.32		
		Estribo Ø3/8": EJE 3 ENTRE B-C	3/8	39.00			1.28	27.96		
		Estribo Ø3/8": EJE 3 ENTRE C-D	3/8	21.00			1.28	15.05		
		Estribo Ø3/8": EJE 3 ENTRE D-E	3/8	33.00			1.28	23.65		
		Estribo Ø3/8": EJE 3 ENTRE E-F	3/8	28.00			1.28	20.07		
1.01.02	COLUMNAS									
1.01.02.01	CONCRETO F'C=210 KG/CM2 EN COLUMNAS		m3							19.11
		COLUMNAS - 1ER NIVEL								
		COLUMNA 01 (0.30X0.35)	m3							
		C-01 (0.30X0.35)		6.00	2.80	0.35	0.30	1.76		
		COLUMNA 02 (0.30X0.45)	m3							
		C-01 (0.30X0.45)		7.00	2.80	0.35	0.30	2.06		
		COLUMNAS (2DO NIVEL-5TO NIVEL)								
		COLUMNA 01 (0.30X0.35)	m3							
		C-01 (0.30X0.35)		4.00	6.00	2.80	0.35	0.30	7.06	

1.01.03.03	ACERO GRADO 60, EN PLACAS	PL- 01 (0.25X1.00)										
		PL-01 (0.25X1.00)		2.00	Perimetro	2.50	2.80		14.00			
		PLACAS (2DO NIVEL-5TO NIVEL)										
		PL- 01 (0.25X1.00)										
		PL-01 (0.25X1.00)	4.00	2.00	Perimetro	2.50	2.80		56.00			
		PLACAS DE CONCRETO 1ER NIVEL-5TO NIVEL										
		PL- 01 (0.25X1.00)										
		Acero Long Ø5/8" _____		5/8	32.00		18.60		923.75			
		Acero Long Ø3/8" _____		3/8	16.00		18.30		163.97			
		Estribo Ø3/8": Tramo 1ER NIVEL		3/8	46.00		0.90		23.18			
		Estribo Ø3/8": Tramo 2DO NIVEL		3/8	46.00		0.90		23.18			
		Estribo Ø3/8": Tramo 3ER NIVEL		3/8	46.00		0.90		23.18			
		Estribo Ø3/8": Tramo 4TO NIVEL		3/8	46.00		0.90		23.18			
		Estribo Ø3/8": Tramo 5TO NIVEL		3/8	46.00		0.90		23.18			
		Estribo Ø3/8": REFUERZO TRANSVERSAL PLACAS		3/8	15.00		0.90		7.56			
		TRABAS Ø1/4": EJE X		1/4	20.00		0.35		1.55			
		TRABAS Ø1/4": EJE Y		1/4	40.00		0.35		3.11			
		PLACAS (ASCENSOR)										
		P4 - PIEZA 01(0.25X1.90)										
		Acero Long Ø5/8" _____		5/8	16.00		18.60		461.88			
		Acero Long Ø3/8" _____		3/8	14.00		18.30		143.47			
		Estribo Ø3/8": Tramo 1ER NIVEL		3/8	46.00		0.90		23.18			
		Estribo Ø3/8": Tramo 2DO NIVEL		3/8	46.00		0.90		23.18			
		Estribo Ø3/8": Tramo 3ER NIVEL		3/8	46.00		0.90		23.18			
		Estribo Ø3/8": Tramo 4TO NIVEL		3/8	46.00		0.90		23.18			
		Estribo Ø3/8": Tramo 5TO NIVEL		3/8	46.00		0.90		23.18			
		Estribo Ø3/8": REFUERZO TRANSVERSAL PLACAS		3/8	15.00		0.90		7.56			
		TRABAS Ø1/4": EJE X		1/4	20.00		0.35		1.55			
		TRABAS Ø1/4": EJE Y		1/4	80.00		0.35		6.22			
		P4 - PIEZA 02(0.25X1.90)										
		Acero Long Ø5/8" _____		5/8	16.00		18.60		461.88			
		Acero Long Ø3/8" _____		3/8	14.00		18.30		143.47			
		Estribo Ø3/8": Tramo 1ER NIVEL		3/8	46.00		0.90		23.18			
		Estribo Ø3/8": Tramo 2DO NIVEL		3/8	46.00		0.90		23.18			
		Estribo Ø3/8": Tramo 3ER NIVEL		3/8	46.00		0.90		23.18			
		Estribo Ø3/8": Tramo 4TO NIVEL		3/8	46.00		0.90		23.18			
		Estribo Ø3/8": Tramo 5TO NIVEL		3/8	46.00		0.90		23.18			
		Estribo Ø3/8": REFUERZO TRANSVERSAL PLACAS		3/8	15.00		0.90		7.56			
		TRABAS Ø1/4": EJE X		1/4	20.00		0.35		1.55			
		TRABAS Ø1/4": EJE Y		1/4	80.00		0.35		6.22			
		P4 - PIEZA 03(0.25X1.50)										
		Acero Long Ø5/8" _____		5/8	16.00		18.60		461.88			

		Acero Long Ø3/8" _____		3/8	11.00		18.30	112.73		
		Estribo Ø3/8": Tramo 1ER NIVEL		3/8	46.00		0.90	23.18		
		Estribo Ø3/8": Tramo 2DO NIVEL		3/8	46.00		0.90	23.18		
		Estribo Ø3/8": Tramo 3ER NIVEL		3/8	46.00		0.90	23.18		
		Estribo Ø3/8": Tramo 4TO NIVEL		3/8	46.00		0.90	23.18		
		Estribo Ø3/8": Tramo 5TO NIVEL		3/8	46.00		0.90	23.18		
		Estribo Ø3/8": REFUERZO TRANSVERSAL PLACAS		3/8	15.00		0.90	7.56		
		Estribo Ø3/8": REFUERZO HORIZONTAL PLACAS		3/8	50.00		0.90	25.20		
		TRABAS Ø1/4": EJE X		1/4	20.00		0.35	1.55		
		TRABAS Ø1/4": EJE Y		1/4	80.00		0.35	6.22		
1.01.04	LOSA ALIGERADA		m3							103.73
1.01.04.01	CONCRETO F'C=210 KG/CM2									
		LOSA ALIGERADA - PRIMER NIVEL	m3						FACTOR	1.0000
		EJE B-C	m3							
		ENTRE EJE 1-2					0.20	21.51	4.30	
		DUCTO		-1.00			DESCUENTO 0.20	3.17	-0.63	
		ENTRE EJE 2-3					0.20	17.96	3.59	
		EJE C-D	m3							
		ENTRE EJE 1-3					0.20	14.24	2.85	
		DUCTO		-1.00			DESCUENTO 0.20	4.27	-0.85	
		EJE D-E	m3							
		ENTRE EJE 2-3					0.20	13.85	2.77	
		EJE E-F	m3							
		ENTRE EJE 1-2					0.20	14.21	2.84	
		ENTRE EJE 2-3					0.20	12.11	2.42	
		LOSA ALIGERADA - SEGUNDO NIVEL	m3							
		EJE B-C	m3							
		ENTRE EJE 1-2					0.20	21.51	4.30	
		DUCTO		-1.00			DESCUENTO 0.20	3.17	-0.63	
		ENTRE EJE 2-3					0.20	17.96	3.59	
		EJE C-D	m3							
		ENTRE EJE 1-3					0.20	14.24	2.85	
		DUCTO		-1.00			DESCUENTO 0.20	4.27	-0.85	
		EJE D-E	m3							
		ENTRE EJE 2-3					0.20	13.85	2.77	
		EJE E-F	m3							
		ENTRE EJE 1-2					0.20	14.21	2.84	
		ENTRE EJE 2-3					0.20	12.11	2.42	
		LOSA ALIGERADA - TERCER NIVEL	m3							
		EJE B-C	m3							
		ENTRE EJE 1-2					0.20	21.51	4.30	
		DUCTO		-1.00			DESCUENTO 0.20	3.17	-0.63	
		ENTRE EJE 2-3					0.20	17.96	3.59	
		EJE C-D	m3							

ENTRE EJE 1-3									
DUCTO		-1.00							
EJE D-E	m3								
ENTRE EJE 2-3									
EJE E-F	m3								
ENTRE EJE 1-2									
ENTRE EJE 2-3									
LOSA ALIGERADA - CUARTO NIVEL	m3								
EJE B-C	m3								
ENTRE EJE 1-2									
DUCTO		-1.00							
ENTRE EJE 2-3									
EJE C-D	m3								
ENTRE EJE 1-3									
DUCTO		-1.00							
EJE D-E	m3								
ENTRE EJE 2-3									
EJE E-F	m3								
ENTRE EJE 1-2									
ENTRE EJE 2-3									
LOSA ALIGERADA - QUINTO NIVEL	m3								
EJE B-C	m3								
ENTRE EJE 1-2									
DUCTO		-1.00							
ENTRE EJE 2-3									
EJE C-D	m3								
ENTRE EJE 1-3									
DUCTO		-1.00							
EJE D-E	m3								
ENTRE EJE 2-3									
EJE E-F	m3								
ENTRE EJE 1-2									
ENTRE EJE 2-3									
LOSA ALIGERADA - AZOTEA	m3								
EJE B-C	m3								
ENTRE EJE 1-2									
DUCTO		-1.00							
ENTRE EJE 2-3									
EJE C-D	m3								
ENTRE EJE 1-3									
DUCTO		-1.00							
EJE D-E	m3								
ENTRE EJE 2-3									
EJE E-F	m3								
ENTRE EJE 1-2									
ENTRE EJE 2-3									

1.01.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSA ALIGERADA		m2								591.21
		LOSA ALIGERADA - PRIMER NIVEL	m2								
		EJE B-C	m2								
		ENTRE EJE 1-2			3.95	5.45				21.53	
		DUCTO			1.50	2.50				3.75	
		ENTRE EJE 2-3			3.30	5.45				17.99	
		EJE C-D	m2								
		ENTRE EJE 1-3			5.25	1.80				9.45	
		DUCTO			2.25	1.80				4.05	
		EJE D-E	m2								
		ENTRE EJE 2-3			3.30	4.20				13.86	
		EJE E-F	m2								
		ENTRE EJE 1-2			3.95	3.85				15.21	
		ENTRE EJE 2-3			3.30	3.85				12.71	
		LOSA ALIGERADA - SEGUNDO NIVEL - 5TO NIVEL	m2								
		EJE B-C	m2								
		ENTRE EJE 1-2		4.00	3.95	5.45				86.11	
		DUCTO		4.00	1.50	2.50				15.00	
		ENTRE EJE 2-3		4.00	3.30	5.45				71.94	
		EJE C-D	m2								
		ENTRE EJE 1-3		4.00	5.25	1.80				37.80	
		DUCTO		4.00	2.25	1.80				16.20	
		EJE D-E	m2								
		ENTRE EJE 2-3		4.00	3.30	4.20				55.44	
		EJE E-F	m2								
		ENTRE EJE 1-2		4.00	3.95	3.85				60.83	
		ENTRE EJE 2-3		4.00	3.30	3.85				50.82	
		LOSA ALIGERADA - AZOTEA	m2								
		EJE B-C	m2								
		ENTRE EJE 1-2			3.95	5.45				21.53	
		DUCTO			1.50	2.50				3.75	
		ENTRE EJE 2-3			3.30	5.45				17.99	
		EJE C-D	m2								
		ENTRE EJE 1-3			5.25	1.80				9.45	
		DUCTO			2.25	1.80				4.05	
		EJE D-E	m2								
		ENTRE EJE 2-3			3.30	4.20				13.86	
		EJE E-F	m2								
		ENTRE EJE 1-2			3.95	3.85				15.21	
		ENTRE EJE 2-3			3.30	3.85				12.71	
1.01.03.03	ACERO GRADO 60 EN LOSA ALIGERADA		kg								4173.60

Ø

#varillas

Longitud

Peso

VIGUETAS 1ER NIVEL	kg						
EJE B-C ENTRE EJE 1-2	kg						
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	14.00		4.15	57.75	
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	14.00		4.15	57.75	
EJE B-C ENTRE EJE 2-3	kg						
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	14.00		3.50	48.71	
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	14.00		3.50	48.71	
EJE C-D ENTRE EJE 1-3	kg						
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	13.00		2.00	25.84	
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	13.00		2.00	25.84	
EJE D-E ENTRE EJE 2-3	kg						
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	11.00		3.50	38.27	
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	11.00		3.50	38.27	
EJE E-F ENTRE EJE 1-2	kg						
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	10.00		4.05	40.26	
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	10.00		4.05	40.26	
EJE E-F ENTRE EJE 2-3	kg						
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	9.00		3.40	30.42	
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	9.00		3.40	30.42	
		Ø	#varillas		Longitud	Peso	
VIGUETAS 2DO NIVEL	kg						
EJE B-C ENTRE EJE 1-2	kg						
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	14.00		4.15	57.75	
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	14.00		4.15	57.75	
EJE B-C ENTRE EJE 2-3	kg						
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	14.00		3.50	48.71	
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	14.00		3.50	48.71	
EJE C-D ENTRE EJE 1-3	kg						
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	13.00		2.00	25.84	
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	13.00		2.00	25.84	
EJE D-E ENTRE EJE 2-3	kg						
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	11.00		3.50	38.27	
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	11.00		3.50	38.27	
EJE E-F ENTRE EJE 1-2	kg						
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	10.00		4.05	40.26	
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	10.00		4.05	40.26	
EJE E-F ENTRE EJE 2-3	kg						
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	9.00		3.40	30.42	
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	9.00		3.40	30.42	
		Ø	#varillas		Longitud	Peso	
VIGUETAS 3ER NIVEL	kg						
EJE B-C ENTRE EJE 1-2	kg						
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	14.00		4.15	57.75	
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	14.00		4.15	57.75	
EJE B-C ENTRE EJE 2-3	kg						
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	14.00		3.50	48.71	

Acero Long.Inferior Ø1/2" ____		1/2	14.00		3.50	48.71
EJE C-D ENTRE EJE 1-3	kg					
Acero Long.Superior Ø1/2" ____		1/2	13.00		2.00	25.84
Acero Long.Inferior Ø1/2" ____		1/2	13.00		2.00	25.84
EJE D-E ENTRE EJE 2-3	kg					
Acero Long.Superior Ø1/2" ____		1/2	11.00		3.50	38.27
Acero Long.Inferior Ø1/2" ____		1/2	11.00		3.50	38.27
EJE E-F ENTRE EJE 1-2	kg					
Acero Long.Superior Ø1/2" ____		1/2	10.00		4.05	40.26
Acero Long.Inferior Ø1/2" ____		1/2	10.00		4.05	40.26
EJE E-F ENTRE EJE 2-3	kg					
Acero Long.Superior Ø1/2" ____		1/2	9.00		3.40	30.42
Acero Long.Inferior Ø1/2" ____		1/2	9.00		3.40	30.42
		Ø	#varillas		Longitud	Peso
VIGUETAS 4TO NIVEL	kg					
EJE B-C ENTRE EJE 1-2	kg					
Acero Long.Superior Ø1/2" ____		1/2	14.00		4.15	57.75
Acero Long.Inferior Ø1/2" ____		1/2	14.00		4.15	57.75
EJE B-C ENTRE EJE 2-3	kg					
Acero Long.Superior Ø1/2" ____		1/2	14.00		3.50	48.71
Acero Long.Inferior Ø1/2" ____		1/2	14.00		3.50	48.71
EJE C-D ENTRE EJE 1-3	kg					
Acero Long.Superior Ø1/2" ____		1/2	13.00		2.00	25.84
Acero Long.Inferior Ø1/2" ____		1/2	13.00		2.00	25.84
EJE D-E ENTRE EJE 2-3	kg					
Acero Long.Superior Ø1/2" ____		1/2	11.00		3.50	38.27
Acero Long.Inferior Ø1/2" ____		1/2	11.00		3.50	38.27
EJE E-F ENTRE EJE 1-2	kg					
Acero Long.Superior Ø1/2" ____		1/2	10.00		4.05	40.26
Acero Long.Inferior Ø1/2" ____		1/2	10.00		4.05	40.26
EJE E-F ENTRE EJE 2-3	kg					
Acero Long.Superior Ø1/2" ____		1/2	9.00		3.40	30.42
Acero Long.Inferior Ø1/2" ____		1/2	9.00		3.40	30.42
		Ø	#varillas		Longitud	Peso
VIGUETAS 5TO NIVEL	kg					
EJE B-C ENTRE EJE 1-2	kg					
Acero Long.Superior Ø1/2" ____		1/2	14.00		4.15	57.75
Acero Long.Inferior Ø1/2" ____		1/2	14.00		4.15	57.75
EJE B-C ENTRE EJE 2-3	kg					
Acero Long.Superior Ø1/2" ____		1/2	14.00		3.50	48.71
Acero Long.Inferior Ø1/2" ____		1/2	14.00		3.50	48.71
EJE C-D ENTRE EJE 1-3	kg					
Acero Long.Superior Ø1/2" ____		1/2	13.00		2.00	25.84
Acero Long.Inferior Ø1/2" ____		1/2	13.00		2.00	25.84
EJE D-E ENTRE EJE 2-3	kg					
Acero Long.Superior Ø1/2" ____		1/2	11.00		3.50	38.27

Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	11.00		3.50	38.27
EJE E-F ENTRE EJE 1-2	kg					
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	10.00		4.05	40.26
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	10.00		4.05	40.26
EJE E-F ENTRE EJE 2-3	kg					
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	9.00		3.40	30.42
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	9.00		3.40	30.42
		Ø	#varillas		Longitud	Peso
VIGUETAS AZOTEA	kg					
EJE B-C ENTRE EJE 1-2	kg					
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	14.00		4.15	57.75
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	14.00		4.15	57.75
EJE B-C ENTRE EJE 2-3	kg					
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	14.00		3.50	48.71
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	14.00		3.50	48.71
EJE C-D ENTRE EJE 1-3	kg					
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	13.00		2.00	25.84
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	13.00		2.00	25.84
EJE D-E ENTRE EJE 2-3	kg					
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	11.00		3.50	38.27
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	11.00		3.50	38.27
EJE E-F ENTRE EJE 1-2	kg					
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	10.00		4.05	40.26
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	10.00		4.05	40.26
EJE E-F ENTRE EJE 2-3	kg					
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	9.00		3.40	30.42
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	9.00		3.40	30.42
		Ø	#varillas		Longitud	Peso
ACERO DE TEMPERATURA 1ER NIVEL	kg					
EJE B-C ENTRE EJE 1-3	kg					
As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	31.00		7.70	52.99
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	23.00		5.65	28.85
EJE C-D ENTRE EJE 1-3	kg					
As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	22.00		5.45	26.62
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	9.00		2.00	4.00
EJE D-E ENTRE EJE 2-3	kg					
As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	15.00		3.50	11.66
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	18.00		4.40	17.58
EJE E-F ENTRE EJE 1-3	kg					
As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	31.00		7.70	52.99
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	17.00		4.05	15.28
ACERO DE TEMPERATURA 2DO NIVEL	kg					
EJE B-C ENTRE EJE 1-3	kg					
As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	31.00		7.70	52.99
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	23.00		5.65	28.85

EJE C-D ENTRE EJE 1-3	kg						
As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	22.00	5.45	26.62		
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	9.00	2.00	4.00		
EJE D-E ENTRE EJE 2-3	kg						
As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	15.00	3.50	11.66		
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	18.00	4.40	17.58		
EJE E-F ENTRE EJE 1-3	kg						
As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	31.00	7.70	52.99		
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	17.00	4.05	15.28		
ACERO DE TEMPERATURA 3ER NIVEL	kg						
EJE B-C ENTRE EJE 1-3	kg						
As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	31.00	7.70	52.99		
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	23.00	5.65	28.85		
EJE C-D ENTRE EJE 1-3	kg						
As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	22.00	5.45	26.62		
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	9.00	2.00	4.00		
EJE D-E ENTRE EJE 2-3	kg						
As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	15.00	3.50	11.66		
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	18.00	4.40	17.58		
EJE E-F ENTRE EJE 1-3	kg						
As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	31.00	7.70	52.99		
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	17.00	4.05	15.28		
ACERO DE TEMPERATURA 4TO NIVEL	kg						
EJE B-C ENTRE EJE 1-3	kg						
As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	31.00	7.70	52.99		
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	23.00	5.65	28.85		
EJE C-D ENTRE EJE 1-3	kg						
As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	22.00	5.45	26.62		
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	9.00	2.00	4.00		
EJE D-E ENTRE EJE 2-3	kg						
As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	15.00	3.50	11.66		
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	18.00	4.40	17.58		
EJE E-F ENTRE EJE 1-3	kg						
As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	31.00	7.70	52.99		
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	17.00	4.05	15.28		
ACERO DE TEMPERATURA 5TO NIVEL	kg						
EJE B-C ENTRE EJE 1-3	kg						
As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	31.00	7.70	52.99		
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	23.00	5.65	28.85		
EJE C-D ENTRE EJE 1-3	kg						
As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	22.00	5.45	26.62		
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	9.00	2.00	4.00		
EJE D-E ENTRE EJE 2-3	kg						
As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	15.00	3.50	11.66		
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	18.00	4.40	17.58		
EJE E-F ENTRE EJE 1-3	kg						

		As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	31.00		7.70	52.99	
		As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	17.00		4.05	15.28	
		ACERO DE TEMPERATURA AZOTEA	kg						
		EJE B-C ENTRE EJE 1-3	kg						
		As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	31.00		7.70	52.99	
		As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	23.00		5.65	28.85	
		EJE C-D ENTRE EJE 1-3	kg						
		As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	22.00		5.45	26.62	
		As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	9.00		2.00	4.00	
		EJE D-E ENTRE EJE 2-3	kg						
		As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	15.00		3.50	11.66	
		As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	18.00		4.40	17.58	
		EJE E-F ENTRE EJE 1-3	kg						
		As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	31.00		7.70	52.99	
		As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	17.00		4.05	15.28	
				Ø	#varillas		Longitud	Peso	
		GANCHOS 6mm PRIMER NIVEL - AZOTEA							
		EJE A-B ENTRE EJE 2-3							
		Acero Long Ø1/4" _____		1/4	50.00		0.25	2.78	
		EJE A-B ENTRE EJE 3-4							
		Acero Long Ø1/4" _____		1/4	50.00		0.25	2.78	
		EJE B-C ENTRE EJE 1-2							
		Acero Long Ø1/4" _____		1/4	55.00		0.25	3.05	
		EJE B-C ENTRE EJE 2-3							
		Acero Long Ø1/4" _____		1/4	60.00		0.25	3.33	
		EJE B-C ENTRE EJE 3-4							
		Acero Long Ø1/4" _____		1/4	55.00		0.25	3.05	
		EJE C-D ENTRE EJE 1-2							
		Acero Long Ø1/4" _____		1/4	40.00		0.25	2.22	
		EJE C-D ENTRE EJE 2-3							
		Acero Long Ø1/4" _____		1/4	30.00		0.25	1.67	
1.01.05	LOSA SOLIDA								
1.01.05.01	CONCRETO F'C=210 KG/CM2	LOSA SOLIDA 1ER NIVEL - AZOTEA	m3						7.70
		LOSA SOLIDA - ESCALERAS		2.00	5.00	AREA CAD	0.175	4.40	7.70
1.01.05.02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO DE LOSA SOLIDA	LOSA SOLIDA 1ER NIVEL - AZOTEA	m2						101.90
		LOSA SOLIDA - ESCALERAS		2.00	5.00	PERIMETRO	10.19	101.90	
1.01.06	ESCALERAS								
1.01.04.01	CONCRETO F'C=210 KG/CM2	ESCALERAS 1ER NIVEL - AZOTEA	m3						52.99
		Tramo 1			4.00		1.44	4.60	26.50

1.01.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESCALERA	Tramo 2	4.00	m2	86.00		
		ESCALERA 1ER NIVEL - AZOTEA					
		Tramo 1	5.00				
		Tramo 2	5.00				
					1.44	4.60	26.50
					PERIMETRO	8.60	43.00
					PERIMETRO	8.60	43.00

8.4.3. Edificio de Muros Estructurales

METRADO ESTRUCTURAS - MUROS ESTRUCTURALES											
ITEM	PARTIDA		Unid	Veces	Repite	Medidas			Área	Parcial	Metrado
	Descripción - Ubicación - Código					Largo	Ancho	Altura			
1	ESTRUCTURAS										
1.01	OBRAS DE CONCRETO ARMADO										
1.01.01	VIGAS										
1.01.01.01	CONCRETO F'C=210 KG/CM2 EN VIGAS		m3							90.84	
	VIGAS DE CONCRETO - 1ER NIVEL		m3								
		EJE E ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1)				8.63	0.25	0.60		1.29	
		EJE D ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1)				8.63	0.25	0.60		1.29	
		EJE C ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1)				8.63	0.25	0.60		1.29	
		EJE B ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1)				11.68	0.25	0.60		1.75	
		EJE A ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1)				6.93	0.25	0.60		1.04	
		EJE 1 ENTRE EJE A-E (VIGA V2)				10.00	0.25	0.55		1.38	
		EJE 2 ENTRE EJE B-E (VIGA V2)				14.04	0.25	0.55		1.93	
		EJE 3 ENTRE EJE A-E (VIGA V2)				10.00	0.25	0.55		1.38	
	VIGAS DE CONCRETO - 2DO NIVEL - 7MO NIVEL		m3								
		EJE E ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1)		6.00		8.63	0.25	0.60		7.77	
		EJE D ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1)		6.00		8.63	0.25	0.60		7.77	
		EJE C ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1)		6.00		8.63	0.25	0.60		7.77	
		EJE B ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1)		6.00		11.68	0.25	0.60		10.51	
		EJE A ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1)		6.00		6.93	0.25	0.60		6.24	
		EJE 1 ENTRE EJE A-E (VIGA V2)		6.00		10.00	0.25	0.55		8.25	
		EJE 2 ENTRE EJE B-E (VIGA V2)		6.00		14.04	0.25	0.55		11.58	
		EJE 3 ENTRE EJE A-E (VIGA V2)		6.00		10.00	0.25	0.55		8.25	
	VIGAS DE CONCRETO AZOTEA		m3								
		EJE E ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1)				8.63	0.25	0.60		1.29	
		EJE D ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1)				8.63	0.25	0.60		1.29	
		EJE C ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1)				8.63	0.25	0.60		1.29	
		EJE B ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1)				11.68	0.25	0.60		1.75	
		EJE A ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1)				6.93	0.25	0.60		1.04	
		EJE 1 ENTRE EJE A-E (VIGA V2)				10.00	0.25	0.55		1.38	

1.01.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS	EJE 2 ENTRE EJE B-E (VIGA V2)			14.04	0.25	0.55	1.93	827.91	
		EJE 3 ENTRE EJE A-E (VIGA V2)			10.00	0.25	0.55	1.38		
		VIGAS DE CONCRETO - 1ER NIVEL	m2							
		EJE E ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1)				PERIMETRO	19.66	0.60		11.80
		EJE D ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1)				PERIMETRO	19.66	0.60		11.80
		EJE C ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1)				PERIMETRO	19.66	0.60		11.80
		EJE B ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1)				PERIMETRO	25.76	0.60		15.46
		EJE A ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1)				PERIMETRO	16.26	0.60		9.76
		EJE 1 ENTRE EJE A-E (VIGA V2)				PERIMETRO	23.30	0.55		12.82
		EJE 2 ENTRE EJE B-E (VIGA V2)				PERIMETRO	31.38	0.55		17.26
		EJE 3 ENTRE EJE A-E (VIGA V2)				PERIMETRO	23.30	0.55		12.82
		VIGAS DE CONCRETO - 2DO NIVEL - 7MO NIVEL	m2							
		EJE E ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1)		6.00		PERIMETRO	19.66	0.60		70.78
		EJE D ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1)		6.00		PERIMETRO	19.66	0.60		70.78
		EJE C ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1)		6.00		PERIMETRO	19.66	0.60		70.78
		EJE B ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1)		6.00		PERIMETRO	25.76	0.60		92.74
		EJE A ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1)		6.00		PERIMETRO	16.26	0.60		58.54
		EJE 1 ENTRE EJE A-E (VIGA V2)		6.00		PERIMETRO	23.30	0.55		76.89
		EJE 2 ENTRE EJE B-E (VIGA V2)		6.00		PERIMETRO	31.38	0.55		103.55
		EJE 3 ENTRE EJE A-E (VIGA V2)		6.00		PERIMETRO	23.30	0.55		76.89
		VIGAS DE CONCRETO - AZOTEA	m2							
		EJE E ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1)				PERIMETRO	19.66	0.60		11.80
		EJE D ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1)				PERIMETRO	19.66	0.60		11.80
		EJE C ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1)				PERIMETRO	19.66	0.60		11.80
		EJE B ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1)				PERIMETRO	25.76	0.60		15.46
		EJE A ENTRE EJE 1-3 (VIGA V1)				PERIMETRO	16.26	0.60		9.76
		EJE 1 ENTRE EJE A-E (VIGA V2)				PERIMETRO	23.30	0.55		12.82
EJE 2 ENTRE EJE B-E (VIGA V2)				PERIMETRO	31.38	0.55	17.26			
EJE 3 ENTRE EJE A-E (VIGA V2)				PERIMETRO	23.30	0.55	12.82			
1.01.01.03	ACERO GRADO 60 EN VIGAS							21351.49		
		VIGAS DE CONCRETO 1ER NIVEL	kg							
		VIGA V1 - EJE E	kg							
		Acero Long.Superior Ø1" _____		1	3.00	13.86	165.20			
		Acero Long.Superior Ø3/4" _____		3/4	2.00	13.51	60.39			
		Acero Long.Inferior Ø1" _____		1	3.00	13.86	165.20			
		Estribo Ø3/8": EJE B ENTRE 1-2		3/8	37.00	1.58	32.74			
		Estribo Ø3/8": EJE B ENTRE 2-3		3/8	30.00	1.58	26.54			
		VIGA V1 - EJE D								
		Acero Long.Superior Ø1" _____		1	2.00	13.86	110.13			
		Acero Long.Superior Ø3/4" _____		3/4	3.00	13.51	90.58			
		Acero Long.Inferior Ø3/4" _____		3/4	3.00	13.86	92.93			
		Acero Long.Inferior Ø5/8" _____		5/8	1.00	13.46	20.89			

Estribo Ø3/8": EJE D ENTRE 1-2	3/8	37.00	1.58	32.74
Estribo Ø3/8": EJE D ENTRE 2-3	3/8	30.00	1.58	26.54
VIGA V1 - EJE C				
Acero Long.Superior Ø1" _____	1	2.00	13.86	110.13
Acero Long.Superior Ø3/4" _____	3/4	3.00	13.51	90.58
Acero Long.Inferior Ø3/4" ____	3/4	3.00	13.86	92.93
Acero Long.Inferior Ø5/8" ____	5/8	1.00	13.46	20.89
Estribo Ø3/8": EJE C ENTRE 1-2	3/8	37.00	1.58	32.74
Estribo Ø3/8": EJE C ENTRE 2-3	3/8	30.00	1.58	26.54
VIGA V1 - EJE B				
Acero Long.Superior Ø1" _____	1	2.00	13.86	110.13
Acero Long.Superior Ø3/4" _____	3/4	3.00	13.51	90.58
Acero Long.Inferior Ø3/4" ____	3/4	3.00	13.86	92.93
Acero Long.Inferior Ø5/8" ____	5/8	1.00	13.46	20.89
Estribo Ø3/8": EJE B ENTRE 1-2	3/8	39.00	1.58	34.51
Estribo Ø3/8": EJE B ENTRE 2-3	3/8	44.00	1.58	38.93
VIGA V1 - EJE A				
Acero Long.Superior Ø1" _____	1	2.00	13.86	110.13
Acero Long.Superior Ø3/4" _____	3/4	3.00	13.51	90.58
Acero Long.Inferior Ø3/4" ____	3/4	3.00	13.86	92.93
Acero Long.Inferior Ø5/8" ____	5/8	1.00	13.46	20.89
Estribo Ø3/8": EJE A ENTRE 1-2	3/8	22.00	1.58	19.47
Estribo Ø3/8": EJE A ENTRE 2-3	3/8	37.00	1.58	32.74
VIGA V2 - EJE 1				
Acero Long.Superior Ø3/4" _____	3/4	3.00	18.54	124.31
Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00	18.49	57.39
Acero Long.Inferior Ø1/2" ____	1/2	2.00	18.29	36.36
Acero Long.Inferior Ø5/8" ____	5/8	3.00	18.49	86.09
Estribo Ø3/8": EJE 1 ENTRE B-C	3/8	28.00	1.48	23.21
Estribo Ø3/8": EJE 1 ENTRE C-D	3/8	29.00	1.48	24.04
Estribo Ø3/8": EJE 1 ENTRE D-E	3/8	29.00	1.48	24.04
VIGA V2 - EJE 2				
Acero Long.Superior Ø3/4" _____	3/4	3.00	15.75	105.60
Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00	15.70	48.73
Acero Long.Inferior Ø1/2" ____	1/2	2.00	15.50	30.81
Acero Long.Inferior Ø5/8" ____	5/8	3.00	15.70	73.10
Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE B-C	3/8	36.00	1.48	29.84
Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE C-D	3/8	36.00	1.48	29.84
Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE D-E	3/8	35.00	1.48	29.01
VIGA V2 - EJE 3				
Acero Long.Superior Ø3/4" _____	3/4	3.00	18.54	124.31
Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00	18.49	57.39
Acero Long.Inferior Ø1/2" ____	1/2	2.00	18.29	36.36
Acero Long.Inferior Ø5/8" ____	5/8	3.00	18.49	86.09
Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE B-C	3/8	28.00	1.48	23.21

Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE C-D	3/8	29.00	1.48	24.04
Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE D-E	3/8	29.00	1.48	24.04
VIGAS DE CONCRETO 2DO NIVEL				
VIGA V1 - EJE E				
Acero Long.Superior Ø1" _____	1	3.00	13.86	165.20
Acero Long.Superior Ø3/4" _____	3/4	2.00	13.51	60.39
Acero Long.Inferior Ø1" _____	1	3.00	13.86	165.20
Estribo Ø3/8": EJE B ENTRE 1-2	3/8	37.00	1.58	32.74
Estribo Ø3/8": EJE B ENTRE 2-3	3/8	30.00	1.58	26.54
VIGA V1 - EJE D				
Acero Long.Superior Ø1" _____	1	2.00	13.86	110.13
Acero Long.Superior Ø3/4" _____	3/4	3.00	13.51	90.58
Acero Long.Inferior Ø3/4" _____	3/4	3.00	13.86	92.93
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	1.00	13.46	20.89
Estribo Ø3/8": EJE D ENTRE 1-2	3/8	37.00	1.58	32.74
Estribo Ø3/8": EJE D ENTRE 2-3	3/8	30.00	1.58	26.54
VIGA V1 - EJE C				
Acero Long.Superior Ø1" _____	1	2.00	13.86	110.13
Acero Long.Superior Ø3/4" _____	3/4	3.00	13.51	90.58
Acero Long.Inferior Ø3/4" _____	3/4	3.00	13.86	92.93
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	1.00	13.46	20.89
Estribo Ø3/8": EJE C ENTRE 1-2	3/8	37.00	1.58	32.74
Estribo Ø3/8": EJE C ENTRE 2-3	3/8	30.00	1.58	26.54
VIGA V1 - EJE B				
Acero Long.Superior Ø1" _____	1	2.00	13.86	110.13
Acero Long.Superior Ø3/4" _____	3/4	3.00	13.51	90.58
Acero Long.Inferior Ø3/4" _____	3/4	3.00	13.86	92.93
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	1.00	13.46	20.89
Estribo Ø3/8": EJE B ENTRE 1-2	3/8	39.00	1.58	34.51
Estribo Ø3/8": EJE B ENTRE 2-3	3/8	44.00	1.58	38.93
VIGA V1 - EJE A				
Acero Long.Superior Ø1" _____	1	2.00	13.86	110.13
Acero Long.Superior Ø3/4" _____	3/4	3.00	13.51	90.58
Acero Long.Inferior Ø3/4" _____	3/4	3.00	13.86	92.93
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	1.00	13.46	20.89
Estribo Ø3/8": EJE A ENTRE 1-2	3/8	22.00	1.58	19.47
Estribo Ø3/8": EJE A ENTRE 2-3	3/8	37.00	1.58	32.74
VIGA V2 - EJE 1				
Acero Long.Superior Ø3/4" _____	3/4	3.00	18.54	124.31
Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00	18.49	57.39
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____	1/2	2.00	18.29	36.36
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	3.00	18.49	86.09
Estribo Ø3/8": EJE 1 ENTRE B-C	3/8	28.00	1.48	23.21
Estribo Ø3/8": EJE 1 ENTRE C-D	3/8	29.00	1.48	24.04
Estribo Ø3/8": EJE 1 ENTRE D-E	3/8	29.00	1.48	24.04

VIGA V2 - EJE 2						
Acero Long.Superior Ø3/4" _____	3/4	3.00	15.75	105.60		
Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00	15.70	48.73		
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____	1/2	2.00	15.50	30.81		
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	3.00	15.70	73.10		
Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE B-C	3/8	36.00	1.48	29.84		
Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE C-D	3/8	36.00	1.48	29.84		
Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE D-E	3/8	35.00	1.48	29.01		
VIGA V2 - EJE 3						
Acero Long.Superior Ø3/4" _____	3/4	3.00	18.54	124.31		
Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00	18.49	57.39		
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____	1/2	2.00	18.29	36.36		
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	3.00	18.49	86.09		
Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE B-C	3/8	28.00	1.48	23.21		
Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE C-D	3/8	29.00	1.48	24.04		
Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE D-E	3/8	29.00	1.48	24.04		
VIGAS DE CONCRETO 3ER NIVEL		kg				
VIGA V1 - EJE E		kg				
Acero Long.Superior Ø1" _____	1	3.00	13.86	165.20		
Acero Long.Superior Ø3/4" _____	3/4	2.00	13.51	60.39		
Acero Long.Inferior Ø1" _____	1	3.00	13.86	165.20		
Estribo Ø3/8": EJE B ENTRE 1-2	3/8	37.00	1.58	32.74		
Estribo Ø3/8": EJE B ENTRE 2-3	3/8	30.00	1.58	26.54		
VIGA V1 - EJE D						
Acero Long.Superior Ø1" _____	1	2.00	13.86	110.13		
Acero Long.Superior Ø3/4" _____	3/4	3.00	13.51	90.58		
Acero Long.Inferior Ø3/4" _____	3/4	3.00	13.86	92.93		
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	1.00	13.46	20.89		
Estribo Ø3/8": EJE D ENTRE 1-2	3/8	37.00	1.58	32.74		
Estribo Ø3/8": EJE D ENTRE 2-3	3/8	30.00	1.58	26.54		
VIGA V1 - EJE C						
Acero Long.Superior Ø1" _____	1	2.00	13.86	110.13		
Acero Long.Superior Ø3/4" _____	3/4	3.00	13.51	90.58		
Acero Long.Inferior Ø3/4" _____	3/4	3.00	13.86	92.93		
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	1.00	13.46	20.89		
Estribo Ø3/8": EJE C ENTRE 1-2	3/8	37.00	1.58	32.74		
Estribo Ø3/8": EJE C ENTRE 2-3	3/8	30.00	1.58	26.54		
VIGA V1 - EJE B						
Acero Long.Superior Ø1" _____	1	2.00	13.86	110.13		
Acero Long.Superior Ø3/4" _____	3/4	3.00	13.51	90.58		
Acero Long.Inferior Ø3/4" _____	3/4	3.00	13.86	92.93		
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	1.00	13.46	20.89		
Estribo Ø3/8": EJE B ENTRE 1-2	3/8	39.00	1.58	34.51		
Estribo Ø3/8": EJE B ENTRE 2-3	3/8	44.00	1.58	38.93		
VIGA V1 - EJE A						
Acero Long.Superior Ø1" _____	1	2.00	13.86	110.13		

Acero Long.Superior Ø3/4" _____	3/4	3.00	13.51	90.58
Acero Long.Inferior Ø3/4" _____	3/4	3.00	13.86	92.93
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	1.00	13.46	20.89
Estribo Ø3/8": EJE A ENTRE 1-2	3/8	22.00	1.58	19.47
Estribo Ø3/8": EJE A ENTRE 2-3	3/8	37.00	1.58	32.74
VIGA V2 - EJE 1				
Acero Long.Superior Ø3/4" _____	3/4	3.00	18.54	124.31
Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00	18.49	57.39
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____	1/2	2.00	18.29	36.36
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	3.00	18.49	86.09
Estribo Ø3/8": EJE 1 ENTRE B-C	3/8	28.00	1.48	23.21
Estribo Ø3/8": EJE 1 ENTRE C-D	3/8	29.00	1.48	24.04
Estribo Ø3/8": EJE 1 ENTRE D-E	3/8	29.00	1.48	24.04
VIGA V2 - EJE 2				
Acero Long.Superior Ø3/4" _____	3/4	3.00	15.75	105.60
Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00	15.70	48.73
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____	1/2	2.00	15.50	30.81
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	3.00	15.70	73.10
Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE B-C	3/8	36.00	1.48	29.84
Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE C-D	3/8	36.00	1.48	29.84
Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE D-E	3/8	35.00	1.48	29.01
VIGA V2 - EJE 3				
Acero Long.Superior Ø3/4" _____	3/4	3.00	18.54	124.31
Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00	18.49	57.39
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____	1/2	2.00	18.29	36.36
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	3.00	18.49	86.09
Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE B-C	3/8	28.00	1.48	23.21
Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE C-D	3/8	29.00	1.48	24.04
Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE D-E	3/8	29.00	1.48	24.04
VIGAS DE CONCRETO 4TO NIVEL	kg			
VIGA V1 - EJE E				
Acero Long.Superior Ø1" _____	1	3.00	13.86	165.20
Acero Long.Superior Ø3/4" _____	3/4	2.00	13.51	60.39
Acero Long.Inferior Ø1" _____	1	3.00	13.86	165.20
Estribo Ø3/8": EJE B ENTRE 1-2	3/8	37.00	1.58	32.74
Estribo Ø3/8": EJE B ENTRE 2-3	3/8	30.00	1.58	26.54
VIGA V1 - EJE D				
Acero Long.Superior Ø1" _____	1	2.00	13.86	110.13
Acero Long.Superior Ø3/4" _____	3/4	3.00	13.51	90.58
Acero Long.Inferior Ø3/4" _____	3/4	3.00	13.86	92.93
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	1.00	13.46	20.89
Estribo Ø3/8": EJE D ENTRE 1-2	3/8	37.00	1.58	32.74
Estribo Ø3/8": EJE D ENTRE 2-3	3/8	30.00	1.58	26.54
VIGA V1 - EJE C				
Acero Long.Superior Ø1" _____	1	2.00	13.86	110.13

Acero Long.Superior Ø3/4" _____	3/4	3.00	13.51	90.58
Acero Long.Inferior Ø3/4" _____	3/4	3.00	13.86	92.93
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	1.00	13.46	20.89
Estribo Ø3/8": EJE C ENTRE 1-2	3/8	37.00	1.58	32.74
Estribo Ø3/8": EJE C ENTRE 2-3	3/8	30.00	1.58	26.54
VIGA V1 - EJE B				
Acero Long.Superior Ø1" _____	1	2.00	13.86	110.13
Acero Long.Superior Ø3/4" _____	3/4	3.00	13.51	90.58
Acero Long.Inferior Ø3/4" _____	3/4	3.00	13.86	92.93
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	1.00	13.46	20.89
Estribo Ø3/8": EJE B ENTRE 1-2	3/8	39.00	1.58	34.51
Estribo Ø3/8": EJE B ENTRE 2-3	3/8	44.00	1.58	38.93
VIGA V1 - EJE A				
Acero Long.Superior Ø1" _____	1	2.00	13.86	110.13
Acero Long.Superior Ø3/4" _____	3/4	3.00	13.51	90.58
Acero Long.Inferior Ø3/4" _____	3/4	3.00	13.86	92.93
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	1.00	13.46	20.89
Estribo Ø3/8": EJE A ENTRE 1-2	3/8	22.00	1.58	19.47
Estribo Ø3/8": EJE A ENTRE 2-3	3/8	37.00	1.58	32.74
VIGA V2 - EJE 1				
Acero Long.Superior Ø3/4" _____	3/4	3.00	18.54	124.31
Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00	18.49	57.39
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____	1/2	2.00	18.29	36.36
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	3.00	18.49	86.09
Estribo Ø3/8": EJE 1 ENTRE B-C	3/8	28.00	1.48	23.21
Estribo Ø3/8": EJE 1 ENTRE C-D	3/8	29.00	1.48	24.04
Estribo Ø3/8": EJE 1 ENTRE D-E	3/8	29.00	1.48	24.04
VIGA V2 - EJE 2				
Acero Long.Superior Ø3/4" _____	3/4	3.00	15.75	105.60
Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00	15.70	48.73
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____	1/2	2.00	15.50	30.81
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	3.00	15.70	73.10
Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE B-C	3/8	36.00	1.48	29.84
Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE C-D	3/8	36.00	1.48	29.84
Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE D-E	3/8	35.00	1.48	29.01
VIGA V2 - EJE 3				
Acero Long.Superior Ø3/4" _____	3/4	3.00	18.54	124.31
Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00	18.49	57.39
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____	1/2	2.00	18.29	36.36
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	3.00	18.49	86.09
Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE B-C	3/8	28.00	1.48	23.21
Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE C-D	3/8	29.00	1.48	24.04
Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE D-E	3/8	29.00	1.48	24.04
VIGAS DE CONCRETO 5TO NIVEL				
VIGA V1 - EJE E				

Acero Long.Superior Ø1" _____	1	3.00	13.86	165.20
Acero Long.Superior Ø3/4" _____	3/4	2.00	13.51	60.39
Acero Long.Inferior Ø1" _____	1	3.00	13.86	165.20
Estribo Ø3/8": EJE B ENTRE 1-2	3/8	37.00	1.58	32.74
Estribo Ø3/8": EJE B ENTRE 2-3	3/8	30.00	1.58	26.54
VIGA V1 - EJE D				
Acero Long.Superior Ø1" _____	1	2.00	13.86	110.13
Acero Long.Superior Ø3/4" _____	3/4	3.00	13.51	90.58
Acero Long.Inferior Ø3/4" _____	3/4	3.00	13.86	92.93
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	1.00	13.46	20.89
Estribo Ø3/8": EJE D ENTRE 1-2	3/8	37.00	1.58	32.74
Estribo Ø3/8": EJE D ENTRE 2-3	3/8	30.00	1.58	26.54
VIGA V1 - EJE C				
Acero Long.Superior Ø1" _____	1	2.00	13.86	110.13
Acero Long.Superior Ø3/4" _____	3/4	3.00	13.51	90.58
Acero Long.Inferior Ø3/4" _____	3/4	3.00	13.86	92.93
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	1.00	13.46	20.89
Estribo Ø3/8": EJE C ENTRE 1-2	3/8	37.00	1.58	32.74
Estribo Ø3/8": EJE C ENTRE 2-3	3/8	30.00	1.58	26.54
VIGA V1 - EJE B				
Acero Long.Superior Ø1" _____	1	2.00	13.86	110.13
Acero Long.Superior Ø3/4" _____	3/4	3.00	13.51	90.58
Acero Long.Inferior Ø3/4" _____	3/4	3.00	13.86	92.93
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	1.00	13.46	20.89
Estribo Ø3/8": EJE B ENTRE 1-2	3/8	39.00	1.58	34.51
Estribo Ø3/8": EJE B ENTRE 2-3	3/8	44.00	1.58	38.93
VIGA V1 - EJE A				
Acero Long.Superior Ø1" _____	1	2.00	13.86	110.13
Acero Long.Superior Ø3/4" _____	3/4	3.00	13.51	90.58
Acero Long.Inferior Ø3/4" _____	3/4	3.00	13.86	92.93
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	1.00	13.46	20.89
Estribo Ø3/8": EJE A ENTRE 1-2	3/8	22.00	1.58	19.47
Estribo Ø3/8": EJE A ENTRE 2-3	3/8	37.00	1.58	32.74
VIGA V2 - EJE 1				
Acero Long.Superior Ø3/4" _____	3/4	3.00	18.54	124.31
Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00	18.49	57.39
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____	1/2	2.00	18.29	36.36
Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	3.00	18.49	86.09
Estribo Ø3/8": EJE 1 ENTRE B-C	3/8	28.00	1.48	23.21
Estribo Ø3/8": EJE 1 ENTRE C-D	3/8	29.00	1.48	24.04
Estribo Ø3/8": EJE 1 ENTRE D-E	3/8	29.00	1.48	24.04
VIGA V2 - EJE 2				
Acero Long.Superior Ø3/4" _____	3/4	3.00	15.75	105.60
Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00	15.70	48.73
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____	1/2	2.00	15.50	30.81

Acero Long.Inferior Ø5/8" ____	5/8	3.00	15.70	73.10
Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE B-C	3/8	36.00	1.48	29.84
Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE C-D	3/8	36.00	1.48	29.84
Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE D-E	3/8	35.00	1.48	29.01
VIGA V2 - EJE 3				
Acero Long.Superior Ø3/4" ____	3/4	3.00	18.54	124.31
Acero Long.Superior Ø5/8" ____	5/8	2.00	18.49	57.39
Acero Long.Inferior Ø1/2" ____	1/2	2.00	18.29	36.36
Acero Long.Inferior Ø5/8" ____	5/8	3.00	18.49	86.09
Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE B-C	3/8	28.00	1.48	23.21
Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE C-D	3/8	29.00	1.48	24.04
Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE D-E	3/8	29.00	1.48	24.04
VIGAS DE CONCRETO 6TO NIVEL kg				
VIGA V1 - EJE E kg				
Acero Long.Superior Ø1" ____	1	3.00	13.86	165.20
Acero Long.Superior Ø3/4" ____	3/4	2.00	13.51	60.39
Acero Long.Inferior Ø1" ____	1	3.00	13.86	165.20
Estribo Ø3/8": EJE B ENTRE 1-2	3/8	37.00	1.58	32.74
Estribo Ø3/8": EJE B ENTRE 2-3	3/8	30.00	1.58	26.54
VIGA V1 - EJE D				
Acero Long.Superior Ø1" ____	1	2.00	13.86	110.13
Acero Long.Superior Ø3/4" ____	3/4	3.00	13.51	90.58
Acero Long.Inferior Ø3/4" ____	3/4	3.00	13.86	92.93
Acero Long.Inferior Ø5/8" ____	5/8	1.00	13.46	20.89
Estribo Ø3/8": EJE D ENTRE 1-2	3/8	37.00	1.58	32.74
Estribo Ø3/8": EJE D ENTRE 2-3	3/8	30.00	1.58	26.54
VIGA V1 - EJE C				
Acero Long.Superior Ø1" ____	1	2.00	13.86	110.13
Acero Long.Superior Ø3/4" ____	3/4	3.00	13.51	90.58
Acero Long.Inferior Ø3/4" ____	3/4	3.00	13.86	92.93
Acero Long.Inferior Ø5/8" ____	5/8	1.00	13.46	20.89
Estribo Ø3/8": EJE C ENTRE 1-2	3/8	37.00	1.58	32.74
Estribo Ø3/8": EJE C ENTRE 2-3	3/8	30.00	1.58	26.54
VIGA V1 - EJE B				
Acero Long.Superior Ø1" ____	1	2.00	13.86	110.13
Acero Long.Superior Ø3/4" ____	3/4	3.00	13.51	90.58
Acero Long.Inferior Ø3/4" ____	3/4	3.00	13.86	92.93
Acero Long.Inferior Ø5/8" ____	5/8	1.00	13.46	20.89
Estribo Ø3/8": EJE B ENTRE 1-2	3/8	39.00	1.58	34.51
Estribo Ø3/8": EJE B ENTRE 2-3	3/8	44.00	1.58	38.93
VIGA V1 - EJE A				
Acero Long.Superior Ø1" ____	1	2.00	13.86	110.13
Acero Long.Superior Ø3/4" ____	3/4	3.00	13.51	90.58
Acero Long.Inferior Ø3/4" ____	3/4	3.00	13.86	92.93
Acero Long.Inferior Ø5/8" ____	5/8	1.00	13.46	20.89
Estribo Ø3/8": EJE A ENTRE 1-2	3/8	22.00	1.58	19.47

Estribo Ø3/8": EJE A ENTRE 2-3	3/8	37.00	1.58	32.74
VIGA V2 - EJE 1				
Acero Long.Superior Ø3/4" _____	3/4	3.00	18.54	124.31
Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00	18.49	57.39
Acero Long.Inferior Ø1/2" ____	1/2	2.00	18.29	36.36
Acero Long.Inferior Ø5/8" ____	5/8	3.00	18.49	86.09
Estribo Ø3/8": EJE 1 ENTRE B-C	3/8	28.00	1.48	23.21
Estribo Ø3/8": EJE 1 ENTRE C-D	3/8	29.00	1.48	24.04
Estribo Ø3/8": EJE 1 ENTRE D-E	3/8	29.00	1.48	24.04
VIGA V2 - EJE 2				
Acero Long.Superior Ø3/4" _____	3/4	3.00	15.75	105.60
Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00	15.70	48.73
Acero Long.Inferior Ø1/2" ____	1/2	2.00	15.50	30.81
Acero Long.Inferior Ø5/8" ____	5/8	3.00	15.70	73.10
Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE B-C	3/8	36.00	1.48	29.84
Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE C-D	3/8	36.00	1.48	29.84
Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE D-E	3/8	35.00	1.48	29.01
VIGA V2 - EJE 3				
Acero Long.Superior Ø3/4" _____	3/4	3.00	18.54	124.31
Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00	18.49	57.39
Acero Long.Inferior Ø1/2" ____	1/2	2.00	18.29	36.36
Acero Long.Inferior Ø5/8" ____	5/8	3.00	18.49	86.09
Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE B-C	3/8	28.00	1.48	23.21
Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE C-D	3/8	29.00	1.48	24.04
Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE D-E	3/8	29.00	1.48	24.04
VIGAS DE CONCRETO 7MO - AZOTEA	kg			
VIGA V1 - EJE E				
Acero Long.Superior Ø1" _____	1	3.00	13.86	165.20
Acero Long.Superior Ø3/4" _____	3/4	2.00	13.51	60.39
Acero Long.Inferior Ø1" ____	1	3.00	13.86	165.20
Estribo Ø3/8": EJE B ENTRE 1-2	3/8	37.00	1.58	32.74
Estribo Ø3/8": EJE B ENTRE 2-3	3/8	30.00	1.58	26.54
VIGA V1 - EJE D				
Acero Long.Superior Ø1" _____	1	2.00	13.86	110.13
Acero Long.Superior Ø3/4" _____	3/4	3.00	13.51	90.58
Acero Long.Inferior Ø3/4" ____	3/4	3.00	13.86	92.93
Acero Long.Inferior Ø5/8" ____	5/8	1.00	13.46	20.89
Estribo Ø3/8": EJE D ENTRE 1-2	3/8	37.00	1.58	32.74
Estribo Ø3/8": EJE D ENTRE 2-3	3/8	30.00	1.58	26.54
VIGA V1 - EJE C				
Acero Long.Superior Ø1" _____	1	2.00	13.86	110.13
Acero Long.Superior Ø3/4" _____	3/4	3.00	13.51	90.58
Acero Long.Inferior Ø3/4" ____	3/4	3.00	13.86	92.93
Acero Long.Inferior Ø5/8" ____	5/8	1.00	13.46	20.89
Estribo Ø3/8": EJE C ENTRE 1-2	3/8	37.00	1.58	32.74

		Estribo Ø3/8": EJE C ENTRE 2-3	3/8	30.00		1.58	26.54		
		VIGA V1 - EJE B							
		Acero Long.Superior Ø1" _____	1	2.00		13.86	110.13		
		Acero Long.Superior Ø3/4" _____	3/4	3.00		13.51	90.58		
		Acero Long.Inferior Ø3/4" _____	3/4	3.00		13.86	92.93		
		Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	1.00		13.46	20.89		
		Estribo Ø3/8": EJE B ENTRE 1-2	3/8	39.00		1.58	34.51		
		Estribo Ø3/8": EJE B ENTRE 2-3	3/8	44.00		1.58	38.93		
		VIGA V1 - EJE A							
		Acero Long.Superior Ø1" _____	1	2.00		13.86	110.13		
		Acero Long.Superior Ø3/4" _____	3/4	3.00		13.51	90.58		
		Acero Long.Inferior Ø3/4" _____	3/4	3.00		13.86	92.93		
		Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	1.00		13.46	20.89		
		Estribo Ø3/8": EJE A ENTRE 1-2	3/8	22.00		1.58	19.47		
		Estribo Ø3/8": EJE A ENTRE 2-3	3/8	37.00		1.58	32.74		
		VIGA V2 - EJE 1							
		Acero Long.Superior Ø3/4" _____	3/4	3.00		18.54	124.31		
		Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00		18.49	57.39		
		Acero Long.Inferior Ø1/2" _____	1/2	2.00		18.29	36.36		
		Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	3.00		18.49	86.09		
		Estribo Ø3/8": EJE 1 ENTRE B-C	3/8	28.00		1.48	23.21		
		Estribo Ø3/8": EJE 1 ENTRE C-D	3/8	29.00		1.48	24.04		
		Estribo Ø3/8": EJE 1 ENTRE D-E	3/8	29.00		1.48	24.04		
		VIGA V2 - EJE 2							
		Acero Long.Superior Ø3/4" _____	3/4	3.00		15.75	105.60		
		Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00		15.70	48.73		
		Acero Long.Inferior Ø1/2" _____	1/2	2.00		15.50	30.81		
		Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	3.00		15.70	73.10		
		Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE B-C	3/8	36.00		1.48	29.84		
		Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE C-D	3/8	36.00		1.48	29.84		
		Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE D-E	3/8	35.00		1.48	29.01		
		VIGA V2 - EJE 3							
		Acero Long.Superior Ø3/4" _____	3/4	3.00		18.54	124.31		
		Acero Long.Superior Ø5/8" _____	5/8	2.00		18.49	57.39		
		Acero Long.Inferior Ø1/2" _____	1/2	2.00		18.29	36.36		
		Acero Long.Inferior Ø5/8" _____	5/8	3.00		18.49	86.09		
		Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE B-C	3/8	28.00		1.48	23.21		
		Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE C-D	3/8	29.00		1.48	24.04		
		Estribo Ø3/8": EJE 2 ENTRE D-E	3/8	29.00		1.48	24.04		
1.01.02	PLACAS								
1.01.02.01	CONCRETO F'C=210 KG/CM2 EN PLACAS		m3						432.44
		PLACAS - 1ER NIVEL							
		PL- 01 (0.25X1.50)	m3						
		PL-01 (0.25X1.50)		6.00	3.10	1.50	0.25	6.98	

1.01.02.03	ACERO GRADO 60, EN PLACAS	PLACAS - 1ER NIVEL	m2										
		P- 04 (PLACA ASCENSOR)											
		P- 04				Perimetro	14.84	3.10				46.00	
		PLACAS (2DO NIVEL-TECHO)	m2										
		P- 04 (PLACA ASCENSOR)											
		P- 04		6.00		Perimetro	14.84	2.60				231.50	
			kg										9901.35
		PLACAS DE CONCRETO 1ER NIVEL-7MO NIVEL	kg			Ø		#varillas		Longitud		Peso	
		PL- 01 (0.25X1.00)	kg										
		Acero Long Ø5/8" _____			5/8		12.00			23.91		445.30	
		Acero Long.Ø1/2" _____			1/2		8.00			23.41		186.16	
		Estribo Ø3/8": Tramo 1ER NIVEL			3/8		48.00			1.08		29.03	
		Estribo Ø3/8": Tramo 2DO NIVEL			3/8		44.00			1.08		26.61	
		Estribo Ø3/8": Tramo 3ER NIVEL			3/8		44.00			1.08		26.61	
		Estribo Ø3/8": Tramo 4TO NIVEL			3/8		44.00			1.08		26.61	
		Estribo Ø3/8": Tramo 5TO NIVEL			3/8		44.00			1.08		26.61	
		Estribo Ø3/8": Tramo 6TO NIVEL			3/8		44.00			1.08		26.61	
		Estribo Ø3/8": Tramo 7MO NIVEL- AZOTEA			3/8		44.00			1.08		26.61	
		Estribo Ø3/8": REFUERZO TRANSVERSAL PLACAS			3/8		21.00			1.08		12.70	
		TRABAS Ø1/4": EJE X			1/4		28.00			0.35		2.18	
		TRABAS Ø1/4": EJE Y			1/4		28.00			0.35		2.18	
		PL- 02 (0.25X3.30)											
		Acero Long Ø5/8" _____			5/8		20.00			23.91		742.17	
		Acero Long Ø3/8" _____			3/8		22.00			22.91		282.25	
		Acero Long.REFUERZO HORIZONTAL Ø1/2" _____			1/2		16.00			23.41		372.31	
		Estribo Ø3/8": Tramo 1ER NIVEL			3/8		96.00			1.08		58.06	
		Estribo Ø3/8": Tramo 2DO NIVEL			3/8		88.00			1.08		53.22	
		Estribo Ø3/8": Tramo 3ER NIVEL			3/8		88.00			1.08		53.22	
		Estribo Ø3/8": Tramo 4TO NIVEL			3/8		88.00			1.08		53.22	
		Estribo Ø3/8": Tramo 5TO NIVEL			3/8		88.00			1.08		53.22	
		Estribo Ø3/8": Tramo 6TO NIVEL			3/8		88.00			1.08		53.22	
		Estribo Ø3/8": Tramo 7MO NIVEL- AZOTEA			3/8		88.00			1.08		53.22	
		Estribo Ø3/8": REFUERZO TRANSVERSAL PLACAS			3/8		21.00			1.08		12.70	
		TRABAS Ø1/4": EJE X			1/4		28.00			0.35		2.18	
		TRABAS Ø1/4": EJE Y			1/4		56.00			0.35		4.35	
		PL- 03 (TIPO L)											
		PIEZA 01(0.25X3.00)											
		Acero Long Ø3/4" _____			3/4		10.00			24.41		545.56	
		Acero Long Ø5/8" _____			5/8		22.00			23.91		816.38	
		Acero Long Ø1/2" _____			1/2		14.00			23.41		325.77	
		Acero Long.REFUERZO HORIZONTAL Ø3/8" _____			3/8		20.00			22.91		256.59	

Estribo Ø3/8": Tramo 1ER NIVEL	3/8	96.00	1.08	58.06
Estribo Ø3/8": Tramo 2DO NIVEL	3/8	88.00	1.08	53.22
Estribo Ø3/8": Tramo 3ER NIVEL	3/8	88.00	1.08	53.22
Estribo Ø3/8": Tramo 4TO NIVEL	3/8	88.00	1.08	53.22
Estribo Ø3/8": Tramo 5TO NIVEL	3/8	88.00	1.08	53.22
Estribo Ø3/8": Tramo 6TO NIVEL	3/8	88.00	1.08	53.22
Estribo Ø3/8": Tramo 7MO NIVEL- AZOTEA	3/8	88.00	1.08	53.22
Estribo Ø3/8": REFUERZO TRANSVERSAL PLACAS	3/8	21.00	1.08	12.70
TRABAS Ø1/4": EJE X	1/4	28.00	0.35	2.18
TRABAS Ø1/4": EJE Y	1/4	56.00	0.35	4.35
PIEZA 02(0.25X1.60)				
Acero Long Ø3/4" _____	3/4	10.00	24.41	545.56
Acero Long Ø5/8" _____	5/8	22.00	23.91	816.38
Acero Long Ø1/2" _____	1/2	8.00	23.41	186.16
Estribo Ø3/8": Tramo 1ER NIVEL	3/8	96.00	1.08	58.06
Estribo Ø3/8": Tramo 2DO NIVEL	3/8	88.00	1.08	53.22
Estribo Ø3/8": Tramo 3ER NIVEL	3/8	88.00	1.08	53.22
Estribo Ø3/8": Tramo 4TO NIVEL	3/8	88.00	1.08	53.22
Estribo Ø3/8": Tramo 5TO NIVEL	3/8	88.00	1.08	53.22
Estribo Ø3/8": Tramo 6TO NIVEL	3/8	88.00	1.08	53.22
Estribo Ø3/8": Tramo 7MO NIVEL- AZOTEA	3/8	88.00	1.08	53.22
Estribo Ø3/8": REFUERZO TRANSVERSAL PLACAS	3/8	21.00	1.08	12.70
TRABAS Ø1/4": EJE X	1/4	28.00	0.35	2.18
TRABAS Ø1/4": EJE Y	1/4	56.00	0.35	4.35
PLACAS (ASCENSOR)				
P4 - PIEZA 01(0.25X2.40)				
Acero Long Ø5/8" _____	5/8	14.00	18.60	404.14
Acero Long Ø3/8" _____	3/8	16.00	18.30	163.97
Acero Long Ø1/2" _____	1/2	12.00	18.80	224.25
Estribo Ø3/8": Tramo 1ER NIVEL	3/8	48.00	1.08	29.03
Estribo Ø3/8": Tramo 2DO NIVEL	3/8	44.00	1.08	26.61
Estribo Ø3/8": Tramo 3ER NIVEL	3/8	44.00	1.08	26.61
Estribo Ø3/8": Tramo 4TO NIVEL	3/8	44.00	1.08	26.61
Estribo Ø3/8": Tramo 5TO NIVEL	3/8	44.00	1.08	26.61
Estribo Ø3/8": Tramo 6TO NIVEL	3/8	44.00	1.08	26.61
Estribo Ø3/8": Tramo 7MO NIVEL- AZOTEA	3/8	44.00	1.08	26.61
Estribo Ø3/8": REFUERZO TRANSVERSAL PLACAS	3/8	21.00	1.08	12.70
TRABAS Ø1/4": EJE X	1/4	28.00	0.35	2.18
TRABAS Ø1/4": EJE Y	1/4	28.00	0.35	2.18
P4 - PIEZA 02(0.25X2.30)				
Acero Long Ø5/8" _____	5/8	16.00	18.60	461.88
Acero Long Ø1/2" _____	1/2	12.00	18.80	224.25
Estribo Ø3/8": Tramo 1ER NIVEL	3/8	48.00	1.08	29.03

		Estribo Ø3/8": Tramo 2DO NIVEL		3/8	44.00		1.08	26.61		
		Estribo Ø3/8": Tramo 3ER NIVEL		3/8	44.00		1.08	26.61		
		Estribo Ø3/8": Tramo 4TO NIVEL		3/8	44.00		1.08	26.61		
		Estribo Ø3/8": Tramo 5TO NIVEL		3/8	44.00		1.08	26.61		
		Estribo Ø3/8": Tramo 6TO NIVEL		3/8	44.00		1.08	26.61		
		Estribo Ø3/8": Tramo 7MO NIVEL- AZOTEA		3/8	44.00		1.08	26.61		
		Estribo Ø3/8': REFUERZO TRANSVERSAL PLACAS		3/8	21.00		1.08	12.70		
		TRABAS Ø1/4': EJE X		1/4	28.00		0.35	2.18		
		TRABAS Ø1/4': EJE Y		1/4	28.00		0.35	2.18		
		P4 - PIEZA 03(0.25X3.00)								
		Acero Long Ø5/8" _____		5/8	14.00		18.60	404.14		
		Acero Long Ø3/8" _____		3/8	20.00		18.30	204.96		
		Acero Long Ø1/2" _____		1/2	15.00		18.80	280.31		
		Estribo Ø3/8": Tramo 1ER NIVEL		3/8	48.00		1.08	29.03		
		Estribo Ø3/8": Tramo 2DO NIVEL		3/8	44.00		1.08	26.61		
		Estribo Ø3/8": Tramo 3ER NIVEL		3/8	44.00		1.08	26.61		
		Estribo Ø3/8": Tramo 4TO NIVEL		3/8	44.00		1.08	26.61		
		Estribo Ø3/8": Tramo 5TO NIVEL		3/8	44.00		1.08	26.61		
		Estribo Ø3/8": Tramo 6TO NIVEL		3/8	44.00		1.08	26.61		
		Estribo Ø3/8": Tramo 7MO NIVEL- AZOTEA		3/8	44.00		1.08	26.61		
		Estribo Ø3/8': REFUERZO TRANSVERSAL PLACAS		3/8	21.00		1.08	12.70		
		TRABAS Ø1/4': EJE X		1/4	28.00		0.35	2.18		
		TRABAS Ø1/4': EJE Y		1/4	28.00		0.35	2.18		
1.01.03	LOSA ALIGERADA		m3							266.74
1.01.03.01	CONCRETO F'C=210 KG/CM2									
		LOSA ALIGERADA - 1ER NIVEL	m3						FACTOR	1.0000
		EJE A-B	m3							
		ENTRE EJE 1-2					0.20	13.10	2.62	
		CAJA DE ASCENSOR		-1.00		DESCUENTO	0.20	4.55	-0.91	
		EJE B-C	m3							
		ENTRE EJE 1-2					0.20	27.66	5.53	
		ENTRE EJE 2-3					0.20	23.80	4.76	
		EJE C-D	m3							
		ENTRE EJE 1-2					0.20	29.24	5.85	
		ENTRE EJE 2-3					0.20	25.19	5.04	
		DUCTO		-1.00		DESCUENTO	0.20	1.31	-0.26	
		EJE D-E	m3							
		ENTRE EJE 1-2					0.20	28.77	5.75	
		ENTRE EJE 2-3					0.20	24.81	4.96	
		LOSA ALIGERADA - 2DO NIVEL	m3							
		EJE A-B	m3							
		ENTRE EJE 1-2					0.20	13.10	2.62	
		CAJA DE ASCENSOR		-1.00		DESCUENTO	0.20	4.55	-0.91	

EJE B-C	m3							
ENTRE EJE 1-2						0.20	27.66	5.53
ENTRE EJE 2-3						0.20	23.80	4.76
EJE C-D	m3							
ENTRE EJE 1-2						0.20	29.24	5.85
ENTRE EJE 2-3						0.20	25.19	5.04
DUCTO		-1.00			DESCUENTO	0.20	1.31	-0.26
EJE D-E	m3							
ENTRE EJE 1-2						0.20	28.77	5.75
ENTRE EJE 2-3						0.20	24.81	4.96
LOSA ALIGERADA - 3ER NIVEL	m3							
EJE A-B	m3							
ENTRE EJE 1-2						0.20	13.10	2.62
CAJA DE ASCENSOR		-1.00			DESCUENTO	0.20	4.55	-0.91
EJE B-C	m3							
ENTRE EJE 1-2						0.20	27.66	5.53
ENTRE EJE 2-3						0.20	23.80	4.76
EJE C-D	m3							
ENTRE EJE 1-2						0.20	29.24	5.85
ENTRE EJE 2-3						0.20	25.19	5.04
DUCTO		-1.00			DESCUENTO	0.20	1.31	-0.26
EJE D-E	m3							
ENTRE EJE 1-2						0.20	28.77	5.75
ENTRE EJE 2-3						0.20	24.81	4.96
LOSA ALIGERADA - 4TO NIVEL	m3							
EJE A-B	m3							
ENTRE EJE 1-2						0.20	13.10	2.62
CAJA DE ASCENSOR		-1.00			DESCUENTO	0.20	4.55	-0.91
EJE B-C	m3							
ENTRE EJE 1-2						0.20	27.66	5.53
ENTRE EJE 2-3						0.20	23.80	4.76
EJE C-D	m3							
ENTRE EJE 1-2						0.20	29.24	5.85
ENTRE EJE 2-3						0.20	25.19	5.04
DUCTO		-1.00			DESCUENTO	0.20	1.31	-0.26
EJE D-E	m3							
ENTRE EJE 1-2						0.20	28.77	5.75
ENTRE EJE 2-3						0.20	24.81	4.96
LOSA ALIGERADA - 5TO NIVEL	m3							
EJE A-B	m3							
ENTRE EJE 1-2						0.20	13.10	2.62
CAJA DE ASCENSOR		-1.00			DESCUENTO	0.20	4.55	-0.91
EJE B-C	m3							
ENTRE EJE 1-2						0.20	27.66	5.53
ENTRE EJE 2-3						0.20	23.80	4.76
EJE C-D	m3							

ENTRE EJE 1-2				0.20	29.24	5.85	
ENTRE EJE 2-3				0.20	25.19	5.04	
DUCTO	-1.00			DESCUENTO	0.20	1.31	-0.26
EJE D-E	m3						
ENTRE EJE 1-2				0.20	28.77	5.75	
ENTRE EJE 2-3				0.20	24.81	4.96	
LOSA ALIGERADA - 6TO NIVEL	m3						
EJE A-B	m3						
ENTRE EJE 1-2				0.20	13.10	2.62	
CAJA DE ASCENSOR	-1.00			DESCUENTO	0.20	4.55	-0.91
EJE B-C	m3						
ENTRE EJE 1-2				0.20	27.66	5.53	
ENTRE EJE 2-3				0.20	23.80	4.76	
EJE C-D	m3						
ENTRE EJE 1-2				0.20	29.24	5.85	
ENTRE EJE 2-3				0.20	25.19	5.04	
DUCTO	-1.00			DESCUENTO	0.20	1.31	-0.26
EJE D-E	m3						
ENTRE EJE 1-2				0.20	28.77	5.75	
ENTRE EJE 2-3				0.20	24.81	4.96	
LOSA ALIGERADA - 7MO NIVEL	m3						
EJE A-B	m3						
ENTRE EJE 1-2				0.20	13.10	2.62	
CAJA DE ASCENSOR	-1.00			DESCUENTO	0.20	4.55	-0.91
EJE B-C	m3						
ENTRE EJE 1-2				0.20	27.66	5.53	
ENTRE EJE 2-3				0.20	23.80	4.76	
EJE C-D	m3						
ENTRE EJE 1-2				0.20	29.24	5.85	
ENTRE EJE 2-3				0.20	25.19	5.04	
DUCTO	-1.00			DESCUENTO	0.20	1.31	-0.26
EJE D-E	m3						
ENTRE EJE 1-2				0.20	28.77	5.75	
ENTRE EJE 2-3				0.20	24.81	4.96	
LOSA ALIGERADA - AZOTEA	m3						
EJE A-B	m3						
ENTRE EJE 1-2				0.20	13.10	2.62	
CAJA DE ASCENSOR	-1.00			DESCUENTO	0.20	4.55	-0.91
EJE B-C	m3						
ENTRE EJE 1-2				0.20	27.66	5.53	
ENTRE EJE 2-3				0.20	23.80	4.76	
EJE C-D	m3						
ENTRE EJE 1-2				0.20	29.24	5.85	
ENTRE EJE 2-3				0.20	25.19	5.04	
DUCTO	-1.00			DESCUENTO	0.20	1.31	-0.26
EJE D-E	m3						

1.01.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSA ALIGERADA	ENTRE EJE 1-2					0.20	28.77	5.75	1377.00
		ENTRE EJE 2-3					0.20	24.81	4.96	
		LOSA ALIGERADA - 1ER NIVEL	m2							
		EJE A-B	m2							
		ENTRE EJE 1-2			5.27	2.50			13.18	
		EJE B-C	m2							
		ENTRE EJE 1-2			6.21	4.45			27.63	
		ENTRE EJE 2-3			5.35	4.45			23.81	
		EJE C-D	m2							
		ENTRE EJE 1-2			6.21	4.70			29.19	
		ENTRE EJE 2-3			5.35	4.70			25.15	
		EJE D-E	m2							
		ENTRE EJE 1-2			6.21	4.60			28.57	
		ENTRE EJE 2-3			5.35	4.60			24.61	
		LOSA ALIGERADA - (2DO NIVEL - 7MO NIVEL)	m2							
		EJE A-B	m2							
		ENTRE EJE 1-2		6.00	5.27	2.50			79.05	
		EJE B-C	m2							
		ENTRE EJE 1-2		6.00	6.21	4.45			165.81	
		ENTRE EJE 2-3		6.00	5.35	4.45			142.85	
		EJE C-D	m2							
		ENTRE EJE 1-2		6.00	6.21	4.70			175.12	
		ENTRE EJE 2-3		6.00	5.35	4.70			150.87	
		EJE D-E	m2							
		ENTRE EJE 1-2		6.00	6.21	4.60			171.40	
		ENTRE EJE 2-3		6.00	5.35	4.60			147.66	
		LOSA ALIGERADA - AZOTEA	m2							
		EJE A-B	m2							
		ENTRE EJE 1-2			5.27	2.50			13.18	
		EJE B-C	m2							
		ENTRE EJE 1-2			6.21	4.45			27.63	
		ENTRE EJE 2-3			5.35	4.45			23.81	
		EJE C-D	m2							
		ENTRE EJE 1-2			6.21	4.70			29.19	
		ENTRE EJE 2-3			5.35	4.70			25.15	
		EJE D-E	m2							
		ENTRE EJE 1-2			6.21	4.60			28.57	
		ENTRE EJE 2-3			5.35	4.60			24.61	
1.01.03.03	ACERO GRADO 60 EN LOSA ALIGERADA		kg							9117.73
		VIGUETAS 1ER NIVEL	kg		Ø	#varillas		Longitud	Peso	
		EJE A-B ENTRE EJE 1-2	kg							
		Acero Long.Superior Ø1/2"		1/2	13.00		2.70	34.89		

Acero Long.Inferior Ø1/2" ____		1/2	13.00		2.70	34.89
EJE B-C ENTRE EJE 1-2	kg					
Acero Long.Superior Ø1/2" ____		1/2	16.00		4.65	73.95
Acero Long.Inferior Ø1/2" ____		1/2	16.00		4.65	73.95
EJE B-C ENTRE EJE 2-3	kg					
Acero Long.Superior Ø1/2" ____		1/2	14.00		4.65	64.71
Acero Long.Inferior Ø1/2" ____		1/2	14.00		4.65	64.71
EJE C-D ENTRE EJE 1-2	kg					
Acero Long.Superior Ø1/2" ____		1/2	16.00		4.90	77.93
Acero Long.Inferior Ø1/2" ____		1/2	16.00		4.90	77.93
EJE C-D ENTRE EJE 2-3	kg					
Acero Long.Superior Ø1/2" ____		1/2	14.00		4.90	68.19
Acero Long.Inferior Ø1/2" ____		1/2	14.00		4.90	68.19
EJE D-E ENTRE EJE 1-2	kg					
Acero Long.Superior Ø1/2" ____		1/2	16.00		4.80	76.34
Acero Long.Inferior Ø1/2" ____		1/2	16.00		4.80	76.34
EJE D-E ENTRE EJE 2-3	kg					
Acero Long.Superior Ø1/2" ____		1/2	14.00		4.80	66.80
Acero Long.Inferior Ø1/2" ____		1/2	14.00		4.80	66.80
VIGUETAS 2DO NIVEL	kg					
EJE A-B ENTRE EJE 1-2	kg					
Acero Long.Superior Ø1/2" ____		1/2	13.00		2.70	34.89
Acero Long.Inferior Ø1/2" ____		1/2	13.00		2.70	34.89
EJE B-C ENTRE EJE 1-2	kg					
Acero Long.Superior Ø1/2" ____		1/2	16.00		4.65	73.95
Acero Long.Inferior Ø1/2" ____		1/2	16.00		4.65	73.95
EJE B-C ENTRE EJE 2-3	kg					
Acero Long.Superior Ø1/2" ____		1/2	14.00		4.65	64.71
Acero Long.Inferior Ø1/2" ____		1/2	14.00		4.65	64.71
EJE C-D ENTRE EJE 1-2	kg					
Acero Long.Superior Ø1/2" ____		1/2	16.00		4.90	77.93
Acero Long.Inferior Ø1/2" ____		1/2	16.00		4.90	77.93
EJE C-D ENTRE EJE 2-3	kg					
Acero Long.Superior Ø1/2" ____		1/2	14.00		4.90	68.19
Acero Long.Inferior Ø1/2" ____		1/2	14.00		4.90	68.19
EJE D-E ENTRE EJE 1-2	kg					
Acero Long.Superior Ø1/2" ____		1/2	16.00		4.80	76.34
Acero Long.Inferior Ø1/2" ____		1/2	16.00		4.80	76.34
EJE D-E ENTRE EJE 2-3	kg					
Acero Long.Superior Ø1/2" ____		1/2	14.00		4.80	66.80
Acero Long.Inferior Ø1/2" ____		1/2	14.00		4.80	66.80
VIGUETAS 3ER NIVEL	kg					
EJE A-B ENTRE EJE 1-2	kg					
Acero Long.Superior Ø1/2" ____		1/2	13.00		2.70	34.89
Acero Long.Inferior Ø1/2" ____		1/2	13.00		2.70	34.89
EJE B-C ENTRE EJE 1-2	kg					

Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	16.00	4.65	73.95
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	16.00	4.65	73.95
EJE B-C ENTRE EJE 2-3	kg				
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	14.00	4.65	64.71
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	14.00	4.65	64.71
EJE C-D ENTRE EJE 1-2	kg				
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	16.00	4.90	77.93
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	16.00	4.90	77.93
EJE C-D ENTRE EJE 2-3	kg				
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	14.00	4.90	68.19
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	14.00	4.90	68.19
EJE D-E ENTRE EJE 1-2	kg				
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	16.00	4.80	76.34
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	16.00	4.80	76.34
EJE D-E ENTRE EJE 2-3	kg				
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	14.00	4.80	66.80
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	14.00	4.80	66.80
VIGUETAS 4TO NIVEL	kg				
EJE A-B ENTRE EJE 1-2	kg				
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	13.00	2.70	34.89
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	13.00	2.70	34.89
EJE B-C ENTRE EJE 1-2	kg				
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	16.00	4.65	73.95
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	16.00	4.65	73.95
EJE B-C ENTRE EJE 2-3	kg				
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	14.00	4.65	64.71
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	14.00	4.65	64.71
EJE C-D ENTRE EJE 1-2	kg				
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	16.00	4.90	77.93
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	16.00	4.90	77.93
EJE C-D ENTRE EJE 2-3	kg				
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	14.00	4.90	68.19
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	14.00	4.90	68.19
EJE D-E ENTRE EJE 1-2	kg				
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	16.00	4.80	76.34
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	16.00	4.80	76.34
EJE D-E ENTRE EJE 2-3	kg				
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	14.00	4.80	66.80
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	14.00	4.80	66.80
VIGUETAS 5TO NIVEL	kg				
EJE A-B ENTRE EJE 1-2	kg				
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	13.00	2.70	34.89
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	13.00	2.70	34.89
EJE B-C ENTRE EJE 1-2	kg				
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	16.00	4.65	73.95
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	16.00	4.65	73.95

EJE B-C ENTRE EJE 2-3	kg						
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	14.00		4.65	64.71	
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	14.00		4.65	64.71	
EJE C-D ENTRE EJE 1-2	kg						
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	16.00		4.90	77.93	
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	16.00		4.90	77.93	
EJE C-D ENTRE EJE 2-3	kg						
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	14.00		4.90	68.19	
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	14.00		4.90	68.19	
EJE D-E ENTRE EJE 1-2	kg						
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	16.00		4.80	76.34	
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	16.00		4.80	76.34	
EJE D-E ENTRE EJE 2-3	kg						
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	14.00		4.80	66.80	
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	14.00		4.80	66.80	
VIGUETAS 6TO NIVEL	kg						
EJE A-B ENTRE EJE 1-2	kg						
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	13.00		2.70	34.89	
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	13.00		2.70	34.89	
EJE B-C ENTRE EJE 1-2	kg						
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	16.00		4.65	73.95	
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	16.00		4.65	73.95	
EJE B-C ENTRE EJE 2-3	kg						
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	14.00		4.65	64.71	
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	14.00		4.65	64.71	
EJE C-D ENTRE EJE 1-2	kg						
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	16.00		4.90	77.93	
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	16.00		4.90	77.93	
EJE C-D ENTRE EJE 2-3	kg						
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	14.00		4.90	68.19	
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	14.00		4.90	68.19	
EJE D-E ENTRE EJE 1-2	kg						
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	16.00		4.80	76.34	
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	16.00		4.80	76.34	
EJE D-E ENTRE EJE 2-3	kg						
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	14.00		4.80	66.80	
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	14.00		4.80	66.80	
VIGUETAS 7MO NIVEL - AZOTEA	kg						
EJE A-B ENTRE EJE 1-2	kg						
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	13.00		2.70	34.89	
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	13.00		2.70	34.89	
EJE B-C ENTRE EJE 1-2	kg						
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	16.00		4.65	73.95	
Acero Long.Inferior Ø1/2" _____		1/2	16.00		4.65	73.95	
EJE B-C ENTRE EJE 2-3	kg						
Acero Long.Superior Ø1/2" _____		1/2	14.00		4.65	64.71	

Acero Long.Inferior Ø1/2" ____		1/2	14.00		4.65	64.71
EJE C-D ENTRE EJE 1-2	kg					
Acero Long.Superior Ø1/2" ____		1/2	16.00		4.90	77.93
Acero Long.Inferior Ø1/2" ____		1/2	16.00		4.90	77.93
EJE C-D ENTRE EJE 2-3	kg					
Acero Long.Superior Ø1/2" ____		1/2	14.00		4.90	68.19
Acero Long.Inferior Ø1/2" ____		1/2	14.00		4.90	68.19
EJE D-E ENTRE EJE 1-2	kg					
Acero Long.Superior Ø1/2" ____		1/2	16.00		4.80	76.34
Acero Long.Inferior Ø1/2" ____		1/2	16.00		4.80	76.34
EJE D-E ENTRE EJE 2-3	kg					
Acero Long.Superior Ø1/2" ____		1/2	14.00		4.80	66.80
Acero Long.Inferior Ø1/2" ____		1/2	14.00		4.80	66.80
		Ø	#varillas		Longitud	Peso
ACERO DE TEMPERATURA 1ER NIVEL	kg					
EJE A-B ENTRE EJE 1-2	kg					
As temperatura en X - Ø1/4" ____		1/4	23.00		5.47	27.93
As temperatura en Y - Ø1/4" ____		1/4	11.00		2.70	6.59
EJE B-C ENTRE EJE 1-2	kg					
As temperatura en X - Ø1/4" ____		1/4	26.00		6.41	37.00
As temperatura en Y - Ø1/4" ____		1/4	19.00		4.65	19.61
EJE B-C ENTRE EJE 2-3	kg					
As temperatura en X - Ø1/4" ____		1/4	23.00		5.55	28.34
As temperatura en Y - Ø1/4" ____		1/4	19.00		4.65	19.61
EJE C-D ENTRE EJE 1-2	kg					
As temperatura en X - Ø1/4" ____		1/4	26.00		6.41	37.00
As temperatura en Y - Ø1/4" ____		1/4	20.00		4.90	21.76
EJE C-D ENTRE EJE 2-3	kg					
As temperatura en X - Ø1/4" ____		1/4	23.00		5.55	28.34
As temperatura en Y - Ø1/4" ____		1/4	20.00		4.90	21.76
EJE D-E ENTRE EJE 1-2	kg					
As temperatura en X - Ø1/4" ____		1/4	26.00		6.41	37.00
As temperatura en Y - Ø1/4" ____		1/4	23.00		4.80	24.51
EJE D-E ENTRE EJE 2-3	kg					
As temperatura en X - Ø1/4" ____		1/4	31.00		5.55	38.20
As temperatura en Y - Ø1/4" ____		1/4	23.00		4.80	24.51
ACERO DE TEMPERATURA 2DO NIVEL	kg					
EJE A-B ENTRE EJE 1-2	kg					
As temperatura en X - Ø1/4" ____		1/4	23.00		5.47	27.93
As temperatura en Y - Ø1/4" ____		1/4	11.00		2.70	6.59
EJE B-C ENTRE EJE 1-2	kg					
As temperatura en X - Ø1/4" ____		1/4	26.00		6.41	37.00
As temperatura en Y - Ø1/4" ____		1/4	19.00		4.65	19.61
EJE B-C ENTRE EJE 2-3	kg					
As temperatura en X - Ø1/4" ____		1/4	23.00		5.55	28.34

As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	19.00	4.65	19.61
EJE C-D ENTRE EJE 1-2	kg				
As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	26.00	6.41	37.00
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	20.00	4.90	21.76
EJE C-D ENTRE EJE 2-3	kg				
As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	23.00	5.55	28.34
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	20.00	4.90	21.76
EJE D-E ENTRE EJE 1-2	kg				
As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	26.00	6.41	37.00
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	23.00	4.80	24.51
EJE D-E ENTRE EJE 2-3	kg				
As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	31.00	5.55	38.20
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	23.00	4.80	24.51
ACERO DE TEMPERATURA 3ER NIVEL	kg				
EJE A-B ENTRE EJE 1-2	kg				
As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	23.00	5.47	27.93
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	11.00	2.70	6.59
EJE B-C ENTRE EJE 1-2	kg				
As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	26.00	6.41	37.00
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	19.00	4.65	19.61
EJE B-C ENTRE EJE 2-3	kg				
As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	23.00	5.55	28.34
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	19.00	4.65	19.61
EJE C-D ENTRE EJE 1-2	kg				
As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	26.00	6.41	37.00
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	20.00	4.90	21.76
EJE C-D ENTRE EJE 2-3	kg				
As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	23.00	5.55	28.34
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	20.00	4.90	21.76
EJE D-E ENTRE EJE 1-2	kg				
As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	26.00	6.41	37.00
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	23.00	4.80	24.51
EJE D-E ENTRE EJE 2-3	kg				
As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	31.00	5.55	38.20
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	23.00	4.80	24.51
ACERO DE TEMPERATURA 4TO NIVEL	kg				
EJE A-B ENTRE EJE 1-2	kg				
As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	23.00	5.47	27.93
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	11.00	2.70	6.59
EJE B-C ENTRE EJE 1-2	kg				
As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	26.00	6.41	37.00
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	19.00	4.65	19.61
EJE B-C ENTRE EJE 2-3	kg				
As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	23.00	5.55	28.34
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	19.00	4.65	19.61
EJE C-D ENTRE EJE 1-2	kg				

As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	26.00	6.41	37.00
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	20.00	4.90	21.76
EJE C-D ENTRE EJE 2-3	kg				
As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	23.00	5.55	28.34
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	20.00	4.90	21.76
EJE D-E ENTRE EJE 1-2	kg				
As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	26.00	6.41	37.00
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	23.00	4.80	24.51
EJE D-E ENTRE EJE 2-3	kg				
As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	31.00	5.55	38.20
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	23.00	4.80	24.51
ACERO DE TEMPERATURA 5TO NIVEL	kg				
EJE A-B ENTRE EJE 1-2	kg				
As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	23.00	5.47	27.93
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	11.00	2.70	6.59
EJE B-C ENTRE EJE 1-2	kg				
As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	26.00	6.41	37.00
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	19.00	4.65	19.61
EJE B-C ENTRE EJE 2-3	kg				
As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	23.00	5.55	28.34
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	19.00	4.65	19.61
EJE C-D ENTRE EJE 1-2	kg				
As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	26.00	6.41	37.00
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	20.00	4.90	21.76
EJE C-D ENTRE EJE 2-3	kg				
As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	23.00	5.55	28.34
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	20.00	4.90	21.76
EJE D-E ENTRE EJE 1-2	kg				
As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	26.00	6.41	37.00
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	23.00	4.80	24.51
EJE D-E ENTRE EJE 2-3	kg				
As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	31.00	5.55	38.20
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	23.00	4.80	24.51
ACERO DE TEMPERATURA 6TO NIVEL	kg				
EJE A-B ENTRE EJE 1-2	kg				
As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	23.00	5.47	27.93
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	11.00	2.70	6.59
EJE B-C ENTRE EJE 1-2	kg				
As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	26.00	6.41	37.00
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	19.00	4.65	19.61
EJE B-C ENTRE EJE 2-3	kg				
As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	23.00	5.55	28.34
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	19.00	4.65	19.61
EJE C-D ENTRE EJE 1-2	kg				
As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	26.00	6.41	37.00
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	20.00	4.90	21.76

EJE C-D ENTRE EJE 2-3	kg						
As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	23.00		5.55	28.34	
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	20.00		4.90	21.76	
EJE D-E ENTRE EJE 1-2	kg						
As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	26.00		6.41	37.00	
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	23.00		4.80	24.51	
EJE D-E ENTRE EJE 2-3	kg						
As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	31.00		5.55	38.20	
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	23.00		4.80	24.51	
ACERO DE TEMPERATURA 7MO NIVEL - AZOTEA	kg						
EJE A-B ENTRE EJE 1-2	kg						
As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	23.00		5.47	27.93	
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	11.00		2.70	6.59	
EJE B-C ENTRE EJE 1-2	kg						
As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	26.00		6.41	37.00	
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	19.00		4.65	19.61	
EJE B-C ENTRE EJE 2-3	kg						
As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	23.00		5.55	28.34	
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	19.00		4.65	19.61	
EJE C-D ENTRE EJE 1-2	kg						
As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	26.00		6.41	37.00	
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	20.00		4.90	21.76	
EJE C-D ENTRE EJE 2-3	kg						
As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	23.00		5.55	28.34	
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	20.00		4.90	21.76	
EJE D-E ENTRE EJE 1-2	kg						
As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	26.00		6.41	37.00	
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	23.00		4.80	24.51	
EJE D-E ENTRE EJE 2-3	kg						
As temperatura en X - Ø1/4" _____		1/4	31.00		5.55	38.20	
As temperatura en Y - Ø1/4" _____		1/4	23.00		4.80	24.51	
GANCHOS 6mm PRIMER NIVEL - AZOTEA		Ø	#varillas		Longitud	Peso	
EJE A-B ENTRE EJE 1-2							
Acero Long Ø1/4" _____		1/4	56.00		0.25	3.11	
EJE B-C ENTRE EJE 1-2							
Acero Long Ø1/4" _____		1/4	91.00		0.25	5.05	
EJE B-C ENTRE EJE 2-3							
Acero Long Ø1/4" _____		1/4	91.00		0.25	5.05	
EJE C-D ENTRE EJE 1-2							
Acero Long Ø1/4" _____		1/4	91.00		0.25	5.05	
EJE C-D ENTRE EJE 2-3							
Acero Long Ø1/4" _____		1/4	91.00		0.25	5.05	
EJE D-E ENTRE EJE 1-2							
Acero Long Ø1/4" _____		1/4	91.00		0.25	5.05	

		EJE D-E ENTRE EJE 2-3 Acero Long Ø1/4" _____			1/4	91.00		0.25	5.05		
1.01.05	LOSA SOLIDA										
1.01.05.01	CONCRETO F'C=210 KG/CM2	LOSA SOLIDA 1ER NIVEL - AZOTEA	m3								7.69
		LOSA SOLIDA - ESCALERAS		1.00	7.00		AREA CAD	0.175	6.28	7.69	
1.01.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA SOLIDA	LOSA SOLIDA 1ER NIVEL - AZOTEA	m2								70.28
		LOSA SOLIDA - ESCALERAS		1.00	7.00			PERIMETRO	10.04	70.28	
1.01.06	ESCALERAS										
1.01.04.01	CONCRETO F'C=210 KG/CM2	ESCALERAS 1ER NIVEL - AZOTEA	m3								48.01
		Tramo 1			6.00			1.44	2.60	22.46	
		Descanso			6.00			0.17	3.02	3.08	
		Tramo 2			6.00			1.44	2.60	22.46	
1.01.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESCALERA	ESCALERA 1ER NIVEL - AZOTEA	m2								166.92
		Tramo 1			6.00			PERIMETRO	10.04	60.24	
		Descanso			6.00			PERIMETRO	7.38	44.28	
		Tramo 2			6.00			PERIMETRO	10.40	62.40	

8.5. Análisis de Precios Unitarios

8.5.1. Edificio Aporticado

Presupuesto 0103001 SISTEMA APORTICADO

Subpresupuesto 001 SISTEMA APORTICADO

Partida	01.01.01.01	(010105010502-0103001-04)	CONCRETO VIGAS Fc=210 kg/cm2	Costo unitario directo por:	m3	466.76
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Subcontratos						
0400010002	SC MANO DE OBRA CONCRETO Fc=210 KG/CM2 EN VIGAS		qb	1.0000	151.28	151.28
0400010005	SC DE MATERIALES EN CONCRETO Fc 210 KG/CM2		qb	1.0000	294.45	294.45
0400010006	SC DE EQUIPOS EN CONCRETO Fc 210 KG/CM2		qb	1.0000	21.03	21.03
						466.76
Partida	01.01.01.02	(010106060112-0103001-03)	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS	Costo unitario directo por:	m2	80.19
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Subcontratos						
0400010003	SC MANO DE OBRA ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS		glb	1.0000	45.11	45.11
0400010007	SC DE EQUIPOS EN ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS		glb	1.0000	2.26	2.26
0400010008	SC DE MATERIALES EN ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS		glb	1.0000	32.82	32.82
						80.19
Partida	01.01.01.03	(010714000001-0103001-03)	ACERO GRADO 60 EN VIGAS	Costo unitario directo por:	kg	110.09
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Materiales						
02040300010001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60 DE 3/8" X 9 m		var	1.0000	19.34	19.34
02040300010002	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60 DE 1/2" X 9 m		var	1.0000	34.73	34.73
02040300010006	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60 DE 5/8" X 9 m		var	1.0000	53.69	53.69
						107.76
Subcontratos						
0400010009	SC MANO DE OBRA ACERO GRADO 60 EN VIGAS		qb	1.0000	2.11	2.11
0400010011	SC EQUIPOS ACERO GRADO 60 EN VIGAS		qb	1.0000	0.22	0.22
						2.33
Partida	01.01.02.01	(010105010402-0103001-04)	CONCRETO COLUMNAS Fc=210 kg/cm2	Costo unitario directo por:	m3	642.02
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Subcontratos						
0400010012	SC MANO DE OBRA CONCRETO Fc=210 KG/CM2 EN COLUMNAS		glb	1.0000	302.55	302.55
0400010013	SC MATERIALES CONCRETO Fc=210 KG/CM2 EN COLUMNAS		glb	1.0000	297.39	297.39
0400010014	SC EQUIPOS CONCRETO Fc=210 KG/CM2 EN COLUMNAS		qb	1.0000	42.08	42.08
						642.02
Partida	01.01.02.02	(010106040113-0103001-02)	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN COLUMNAS	Costo unitario directo por:	m2	71.43
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Subcontratos						
0400010015	SC MANO DE OBRA ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN COLUMNAS		qb	1.0000	42.26	42.26
0400010016	SC MATERIALES ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN COLUMNAS		qb	1.0000	27.06	27.06
0400010017	SC EQUIPO ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN COLUMNAS		qb	1.0000	2.11	2.11
						71.43
Partida	01.01.02.03	(010714000002-0103001-02)	ACERO GRADO 60 EN COLUMNAS	Costo unitario directo por:	kg	75.36
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Materiales						
02040300010001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60 DE 3/8" X 9 m		var	1.0000	19.34	19.34
02040300010006	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60 DE 5/8" X 9 m		var	1.0000	53.69	53.69
						73.03
Subcontratos						
0400010018	SC MANO DE OBRA ACERO GRADO 60 EN COLUMNAS		qb	1.0000	2.11	2.11
0400010019	SC EQUIPOS ACERO GRADO 60 EN COLUMNAS		qb	1.0000	0.22	0.22
						2.33

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0103001 SISTEMA APORTICADO

Subpresupuesto 001 SISTEMA APORTICADO

Partida	01.01.03.01	(010105011802-0103001-02)	CONCRETO LOSAS Fc= 210 kg/cm2			
				Costo unitario directo por:	m3	439.25

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Subcontratos					
0400010020	SC MANO DE OBRA CONCRETO FC=210 KG/CM2 - LOSA ALIGERADA	qb	1.0000	128.00	128.00
0400010021	SC MATERIALES CONCRETO FC=210 KG/CM2 - LOSA ALIGERADA	qb	1.0000	294.07	294.07
0400010022	SC EQUIPOS CONCRETO FC=210 KG/CM2 - LOSA ALIGERADA	qb	1.0000	17.18	17.18
					439.25

Partida	01.01.03.02	(010106020205-0103001-02)	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSA ALIGERADA			
				Costo unitario directo por:	m2	50.86

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Subcontratos					
0400010023	SC MANO DE OBRA ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSA ALIGERADA	gb	1.0000	28.17	28.17
0400010024	SC MATERIALES ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSA ALIGERADA	gb	1.0000	21.28	21.28
0400010025	SC EQUIPOS ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSA ALIGERADA	gb	1.0000	1.41	1.41
					50.86

Partida	01.01.03.03	(010714000003-0103001-02)	ACERO GRADO EN LOSA ALIGERADA			
				Costo unitario directo por:	kg	44.85

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Materiales					
02040300010002	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60 DE 1/2" X 9 m	var	1.0000	34.73	34.73
02040300010043	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60 DE 1/4" X 9 m	var	1.0000	7.79	7.79
					42.52
Subcontratos					
0400010026	SC MANO DE OBRA ACERO GRADO 60 EN LOSA ALIGERADA	qb	1.0000	2.11	2.11
0400010027	SC EQUIPOS ACERO GRADO 60 EN LOSA ALIGERADA	qb	1.0000	0.22	0.22
					2.33

Partida	01.01.04.01	(010105012301-0103001-02)	CONCRETO ESCALERAS Fc=210 kg/cm2			
				Costo unitario directo por:	m3	660.32

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Subcontratos					
0400010028	SC MANO DE OBRA CONCRETO FC=210 KG/CM2	gb	1.0000	319.98	319.98
0400010029	SC MATERIALES CONCRETO FC=210 KG/CM2	gb	1.0000	297.39	297.39
0400010030	SC EQUIPOS CONCRETO FC=210 KG/CM2	gb	1.0000	42.95	42.95
					660.32

Partida	01.01.04.02	(010106070304-0103001-02)	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESCALERA			
				Costo unitario directo por:	m2	108.33

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Subcontratos					
0400010031	SC MANO DE OBRA ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESCALERA	qb	1.0000	70.43	70.43
0400010032	SC MATERIALES ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESCALERA	qb	1.0000	34.38	34.38
0400010033	SC EQUIPOS ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESCALERA	qb	1.0000	3.52	3.52
					108.33

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0103001 SISTEMA APORTICADO

Subpresupuesto 001 SISTEMA APORTICADO

Partida	01.02.01	(011101010101-0103001-02)	REFUERZO DE CFRP EN VIGAS	Costo unitario directo por:	m2	3,848.92
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	0.0800	80.00	6.40
0101010004	OFICIAL		hh	0.8000	70.00	56.00
0101010005	PEON		hh	0.8000	60.00	48.00
						110.40
Materiales						
0293010001	MASTERBRACE® P3500 (PRIMER)		gal	0.1600	1,155.00	184.80
0293010002	MASTERBRACE® F2000 (PUTTY)		gal	0.1600	941.25	150.60
0293010003	MASTERBRACE® SAT 4500 (SATURANT)		gal	0.1600	1,230.00	196.80
0293010004	REFUERZOS DE FIBRAS MASTERBRACE®CF130		rl	0.1300	24,626.25	3,201.41
						3,733.61
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.31	3.31
0301290004	MEZCLADOR 400 rpm		hm	0.8000	2.00	1.60
						4.91



8.5.2. Edificio Dual

Presupuesto 0103002 SISTEMA DUAL

Subpresupuesto 001 SISTEMA DUAL

Partida	01.01.01.01	(010105010502-0103002-02)	CONCRETO VIGAS Fc=210 kg/cm2	Costo unitario directo por:	m3	466.76	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Subcontratos							
0400010002	SC MANO DE OBRA CONCRETO Fc=210 KG/CM2 EN VIGAS			qlb	1.0000	151.28	151.28
0400010005	SC DE MATERIALES EN CONCRETO FC 210 KG/CM2			qlb	1.0000	294.45	294.45
0400010006	SC DE EQUIPOS EN CONCRETO FC 210 KG/CM2			qlb	1.0000	21.03	21.03
							466.76
Partida	01.01.01.02	(010106060112-0103002-02)	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS	Costo unitario directo por:	m2	80.19	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Subcontratos							
0400010003	SC MANO DE OBRA ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS			glb	1.0000	45.11	45.11
0400010007	SC DE EQUIPOS EN ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS			glb	1.0000	2.26	2.26
0400010008	SC DE MATERIALES EN ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS			glb	1.0000	32.82	32.82
							80.19
Partida	01.01.01.03	(010714000001-0103002-02)	ACERO GRADO 60 EN VIGAS	Costo unitario directo por:	kg	110.09	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Materiales							
02040300010001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60 DE 3/8" X 9 m			var	1.0000	19.34	19.34
02040300010002	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60 DE 1/2" X 9 m			var	1.0000	34.73	34.73
02040300010006	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60 DE 5/8" X 9 m			var	1.0000	53.69	53.69
							107.76
Subcontratos							
0400010009	SC MANO DE OBRA ACERO GRADO 60 EN VIGAS			qlb	1.0000	2.11	2.11
0400010011	SC EQUIPOS ACERO GRADO 60 EN VIGAS			qlb	1.0000	0.22	0.22
							2.33
Partida	01.01.02.01	(010105010402-0103002-02)	CONCRETO COLUMNAS Fc=210 kg/cm2	Costo unitario directo por:	m3	642.02	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Subcontratos							
0400010012	SC MANO DE OBRA CONCRETO Fc=210 KG/CM2 EN COLUMNAS			glb	1.0000	302.55	302.55
0400010013	SC MATERIALES CONCRETO FC=210 KG/CM2 EN COLUMNAS			glb	1.0000	297.39	297.39
0400010014	SC EQUIPOS CONCRETO FC=210 KG/CM2 EN COLUMNAS			qlb	1.0000	42.08	42.08
							642.02
Partida	01.01.02.02	(010106040113-0103002-02)	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN COLUMNAS	Costo unitario directo por:	m2	71.43	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Subcontratos							
0400010015	SC MANO DE OBRA ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN COLUMNAS			qlb	1.0000	42.26	42.26
0400010016	SC MATERIALES ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN COLUMNAS			qlb	1.0000	27.06	27.06
0400010017	SC EQUIPO ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN COLUMNAS			qlb	1.0000	2.11	2.11
							71.43
Partida	01.01.02.03	(010714000002-0103002-02)	ACERO GRADO 60 EN COLUMNAS	Costo unitario directo por:	kg	75.36	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Materiales							
02040300010001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60 DE 3/8" X 9 m			var	1.0000	19.34	19.34
02040300010006	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60 DE 5/8" X 9 m			var	1.0000	53.69	53.69
							73.03
Subcontratos							
0400010018	SC MANO DE OBRA ACERO GRADO 60 EN COLUMNAS			qlb	1.0000	2.11	2.11
0400010019	SC EQUIPOS ACERO GRADO 60 EN COLUMNAS			qlb	1.0000	0.22	0.22
							2.33

Presupuesto 0103002 SISTEMA DUAL

Subpresupuesto 001 SISTEMA DUAL

Partida	01.01.03.01	(010105010503-0103002-02)	CONCRETO F'c=210 KG/CM2 EN PLACAS	Costo unitario directo por:	m3	729.64
---------	-------------	---------------------------	-----------------------------------	-----------------------------	----	--------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Subcontratos					
0400010034	SC MANO DE OBRA CONCRETO F'c=210 KG/CM2 EN PLACAS	qlb	1.0000	378.18	378.18
0400010035	SC MATERIALES CONCRETO F'c=210 KG/CM2 EN PLACAS	qlb	1.0000	298.86	298.86
0400010036	SC EQUIPOS CONCRETO F'c=210 KG/CM2 EN PLACAS	qlb	1.0000	52.60	52.60
					729.64

Partida	01.01.03.02	(010105010504-0103002-02)	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN PLACAS	Costo unitario directo por:	m2	70.45
---------	-------------	---------------------------	------------------------------------	-----------------------------	----	-------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Subcontratos					
0400010037	SC MANO DE OBRA ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN PLACAS	glb	1.0000	42.26	42.26
0400010038	SC MATERIALES ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN PLACAS	glb	1.0000	26.08	26.08
0400010039	SC EQUIPOS ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN PLACAS	glb	1.0000	2.11	2.11
					70.45

Partida	01.01.03.03	(010107010103-0103002-02)	ACERO GRADO 60 EN PLACAS	Costo unitario directo por:	kg	83.15
---------	-------------	---------------------------	--------------------------	-----------------------------	----	-------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Materiales					
02040300010001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60 DE 3/8" X 9 m	var	1.0000	19.34	19.34
02040300010006	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60 DE 5/8" X 9 m	var	1.0000	53.69	53.69
02040300010043	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60 DE 1/4" X 9 m	var	1.0000	7.79	7.79
					80.82
Subcontratos					
0400010040	SC MANO DE OBRA ACERO GRADO 60 EN PLACAS	qlb	1.0000	2.11	2.11
0400010041	SC EQUIPOS ACERO GRADO 60 EN PLACAS	qlb	1.0000	0.22	0.22
					2.33

Partida	01.01.04.01	(010105011802-0103002-02)	CONCRETO LOSAS Fc= 210 kg/cm2	Costo unitario directo por:	m3	439.25
---------	-------------	---------------------------	-------------------------------	-----------------------------	----	--------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Subcontratos					
0400010020	SC MANO DE OBRA CONCRETO F'c=210 KG/CM2 - LOSA ALIGERADA	glb	1.0000	128.00	128.00
0400010021	SC MATERIALES CONCRETO F'c=210 KG/CM2 - LOSA ALIGERADA	glb	1.0000	294.07	294.07
0400010022	SC EQUIPOS CONCRETO F'c=210 KG/CM2 - LOSA ALIGERADA	qlb	1.0000	17.18	17.18
					439.25

Partida	01.01.04.02	(010106020205-0103002-02)	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSA ALIGERADA	Costo unitario directo por:	m2	50.86
---------	-------------	---------------------------	--------------------------------------------	-----------------------------	----	-------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Subcontratos					
0400010023	SC MANO DE OBRA ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSA ALIGERADA	qlb	1.0000	28.17	28.17
0400010024	SC MATERIALES ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSA ALIGERADA	qlb	1.0000	21.28	21.28
0400010025	SC EQUIPOS ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSA ALIGERADA	qlb	1.0000	1.41	1.41
					50.86

Partida	01.01.04.03	(010714000003-0103002-02)	ACERO GRADO EN LOSA ALIGERADA	Costo unitario directo por:	kg	44.85
---------	-------------	---------------------------	-------------------------------	-----------------------------	----	-------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Materiales					
02040300010002	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60 DE 1/2" X 9 m	var	1.0000	34.73	34.73
02040300010043	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60 DE 1/4" X 9 m	var	1.0000	7.79	7.79
					42.52
Subcontratos					
0400010026	SC MANO DE OBRA ACERO GRADO 60 EN LOSA ALIGERADA	qlb	1.0000	2.11	2.11
0400010027	SC EQUIPOS ACERO GRADO 60 EN LOSA ALIGERADA	qlb	1.0000	0.22	0.22
					2.33

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0103002 SISTEMA DUAL

Subpresupuesto 001 SISTEMA DUAL

Partida 01.01.05.01 (010105010505-0103002-02) CONCRETO F'c=210 KG/CM2

Costo unitario directo por: m3 **466.76**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Subcontratos					
0400010042	SC MANO DE OBRA CONCRETO F'c=210 KG/CM2 LOSA SOLIDA	qtb	1.0000	151.28	151.28
0400010043	SC MATERIALES CONCRETO F'c=210 KG/CM2 LOSA SOLIDA	qtb	1.0000	294.45	294.45
0400010044	SC EQUIPOS CONCRETO F'c=210 KG/CM2 LOSA SOLIDA	qtb	1.0000	21.03	21.03
					466.76

Partida 01.01.05.02 (010105010506-0103002-02) ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA SOLIDA

Costo unitario directo por: m2 **61.69**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Subcontratos					
0400010045	SC MANO DE OBRA ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA SOLIDA	qtb	1.0000	35.22	35.22
0400010046	SC MATERIALES ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA SOLIDA	qtb	1.0000	24.71	24.71
0400010047	SC EQUIPOS ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA SOLIDA	qtb	1.0000	1.76	1.76
					61.69

Partida 01.01.06.01 (010105012301-0103002-02) CONCRETO ESCALERAS f'c=210 kg/cm2

Costo unitario directo por: m3 **660.32**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Subcontratos					
0400010028	SC MANO DE OBRA CONCRETO F'c=210 KG/CM2	qtb	1.0000	319.98	319.98
0400010029	SC MATERIALES CONCRETO F'c=210 KG/CM2	qtb	1.0000	297.39	297.39
0400010030	SC EQUIPOS CONCRETO F'c=210 KG/CM2	qtb	1.0000	42.95	42.95
					660.32

Partida 01.01.06.02 (010106070304-0103002-02) ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESCALERA

Costo unitario directo por: m2 **108.33**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Subcontratos					
0400010031	SC MANO DE OBRA ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESCALERA	qtb	1.0000	70.43	70.43
0400010032	SC MATERIALES ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESCALERA	qtb	1.0000	34.38	34.38
0400010033	SC EQUIPOS ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESCALERA	qtb	1.0000	3.52	3.52
					108.33

Partida 01.02.01 (011101010101-0103002-02) REFUERZO DE CFRP EN VIGAS

Costo unitario directo por: m2 **9,292.95**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO	hh	0.0800	80.00	6.40
0101010004	OFICIAL	hh	0.8000	70.00	56.00
0101010005	PEON	hh	0.8000	60.00	48.00
					110.40
Materiales					
0293010001	MASTERBRACE® P3500 (PRIMER)	qal	0.3900	1,155.00	450.45
0293010002	MASTERBRACE® F2000 (PUTTY)	qal	0.3900	941.25	367.09
0293010003	MASTERBRACE® SAT 4500 (SATURANT)	qal	0.3900	1,230.00	479.70
0293010004	REFUERZOS DE FIBRAS MASTERBRACE®CF130	rfi	0.3200	24,626.25	7,880.40
					9,177.64
Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.31	3.31
0301290004	MEZCLADOR 400 rpm	hm	0.8000	2.00	1.60
					4.91

8.5.3. Edificio de Muros Estructurales

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0103003 SISTEMA MUROS ESTRUCTURALES

Subpresupuesto 001 SISTEMA MUROS ESTRUCTURALES

Partida	01.01.01.01	(010105010502-0103003-01)	CONCRETO VIGAS Fc=210 kg/cm2	Costo unitario directo por:		m3	466.76
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Subcontratos							
0400010002	SC MANO DE OBRA CONCRETO FC=210 KG/CM2 EN VIGAS		qlb	1.0000	151.28	151.28	
0400010005	SC DE MATERIALES EN CONCRETO FC 210 KG/CM2		qlb	1.0000	294.45	294.45	
0400010006	SC DE EQUIPOS EN CONCRETO FC 210 KG/CM2		qlb	1.0000	21.03	21.03	
						466.76	
Partida	01.01.01.02	(010106060112-0103003-01)	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS	Costo unitario directo por:		m2	80.19
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Subcontratos							
0400010003	SC MANO DE OBRA ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS		glb	1.0000	45.11	45.11	
0400010007	SC DE EQUIPOS EN ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS		glb	1.0000	2.26	2.26	
0400010008	SC DE MATERIALES EN ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS		glb	1.0000	32.82	32.82	
						80.19	
Partida	01.01.01.03	(010714000001-0103003-01)	ACERO GRADO 60 EN VIGAS	Costo unitario directo por:		kg	131.86
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Materiales							
02040300010001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60 DE 3/8" X 9 m		var	1.0000	19.34	19.34	
02040300010002	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60 DE 1/2" X 9 m		var	1.0000	34.73	34.73	
02040300010006	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60 DE 5/8" X 9 m		var	1.0000	53.69	53.69	
02040300010007	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60 DE 3/4" X 9 m		var	0.1000	78.92	7.89	
02040300010011	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60 DE 1" X 9 m		var	0.1000	138.81	13.88	
						129.53	
Subcontratos							
0400010009	SC MANO DE OBRA ACERO GRADO 60 EN VIGAS		qlb	1.0000	2.11	2.11	
0400010011	SC EQUIPOS ACERO GRADO 60 EN VIGAS		glb	1.0000	0.22	0.22	
						2.33	
Partida	01.01.02.01	(010105010503-0103003-01)	CONCRETO F'c=210 KG/CM2 EN PLACAS	Costo unitario directo por:		m3	729.64
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Subcontratos							
0400010034	SC MANO DE OBRA CONCRETO FC=210 KG/CM2 EN PLACAS		qlb	1.0000	378.18	378.18	
0400010035	SC MATERIALES CONCRETO FC=210 KG/CM2 EN PLACAS		qlb	1.0000	298.86	298.86	
0400010036	SC EQUIPOS CONCRETO FC=210 KG/CM2 EN PLACAS		qlb	1.0000	52.60	52.60	
						729.64	
Partida	01.01.02.02	(010105010504-0103003-01)	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN PLACAS	Costo unitario directo por:		m2	70.45
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Subcontratos							
0400010037	SC MANO DE OBRA ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN PLACAS		qlb	1.0000	42.26	42.26	
0400010038	SC MATERIALES ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN PLACAS		qlb	1.0000	26.08	26.08	
0400010039	SC EQUIPOS ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN PLACAS		qlb	1.0000	2.11	2.11	
						70.45	

Subpresupuesto 001 SISTEMA MUROS ESTRUCTURALES

Partida	01.01.02.03	(010107010103-0103003-01)	ACERO GRADO 60 EN PLACAS	Costo unitario directo por:		kg	108.41
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Materiales							
02040300010001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60 DE 3/8" X 9 m		var	1.0000	19.34	19.34	
02040300010002	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60 DE 1/2" X 9 m		var	0.5000	34.73	17.37	
02040300010006	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60 DE 5/8" X 9 m		var	1.0000	53.69	53.69	
02040300010007	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60 DE 3/4" X 9 m		var	0.1000	78.92	7.89	
02040300010043	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60 DE 1/4" X 9 m		var	1.0000	7.79	7.79	
							106.08
Subcontratos							
0400010040	SC MANO DE OBRA ACERO GRADO 60 EN PLACAS		glb	1.0000	2.11	2.11	
0400010041	SC EQUIPOS ACERO GRADO 60 EN PLACAS		glb	1.0000	0.22	0.22	
							2.33

Partida	01.01.03.01	(010105011802-0103003-01)	CONCRETO LOSAS Fc= 210 kg/cm2	Costo unitario directo por:		m3	439.25
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Subcontratos							
0400010020	SC MANO DE OBRA CONCRETO Fc=210 KG/CM2 - LOSA ALIGERADA		qtb	1.0000	128.00	128.00	
0400010021	SC MATERIALES CONCRETO Fc=210 KG/CM2 - LOSA ALIGERADA		qtb	1.0000	294.07	294.07	
0400010022	SC EQUIPOS CONCRETO Fc=210 KG/CM2 - LOSA ALIGERADA		qtb	1.0000	17.18	17.18	
							439.25

Partida	01.01.03.02	(010106020205-0103003-01)	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSA ALIGERADA	Costo unitario directo por:		m2	50.86
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Subcontratos							
0400010023	SC MANO DE OBRA ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSA ALIGERADA		qtb	1.0000	28.17	28.17	
0400010024	SC MATERIALES ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSA ALIGERADA		qtb	1.0000	21.28	21.28	
0400010025	SC EQUIPOS ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSA ALIGERADA		qtb	1.0000	1.41	1.41	
							50.86

Partida	01.01.03.03	(010714000003-0103003-01)	ACERO GRADO EN LOSA ALIGERADA	Costo unitario directo por:		kg	44.85
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Materiales							
02040300010002	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60 DE 1/2" X 9 m		var	1.0000	34.73	34.73	
02040300010043	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60 DE 1/4" X 9 m		var	1.0000	7.79	7.79	
							42.52
Subcontratos							
0400010026	SC MANO DE OBRA ACERO GRADO 60 EN LOSA ALIGERADA		qtb	1.0000	2.11	2.11	
0400010027	SC EQUIPOS ACERO GRADO 60 EN LOSA ALIGERADA		qtb	1.0000	0.22	0.22	
							2.33

Partida	01.01.04.01	(010105010505-0103003-01)	CONCRETO Fc=210 KG/CM2	Costo unitario directo por:		m3	466.76
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Subcontratos							
0400010042	SC MANO DE OBRA CONCRETO Fc=210 KG/CM2 LOSA SOLIDA		qtb	1.0000	151.28	151.28	
0400010043	SC MATERIALES CONCRETO Fc=210 KG/CM2 LOSA SOLIDA		qtb	1.0000	294.45	294.45	
0400010044	SC EQUIPOS CONCRETO Fc=210 KG/CM2 LOSA SOLIDA		qtb	1.0000	21.03	21.03	
							466.76

Partida	01.01.04.02	(010105010506-0103003-01)	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA SOLIDA	Costo unitario directo por:		m2	61.69
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Subcontratos							
0400010045	SC MANO DE OBRA ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA SOLIDA		qtb	1.0000	35.22	35.22	
0400010046	SC MATERIALES ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA SOLIDA		qtb	1.0000	24.71	24.71	
0400010047	SC EQUIPOS ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA SOLIDA		qtb	1.0000	1.76	1.76	
							61.69

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0103003 SISTEMA MUROS ESTRUCTURALES

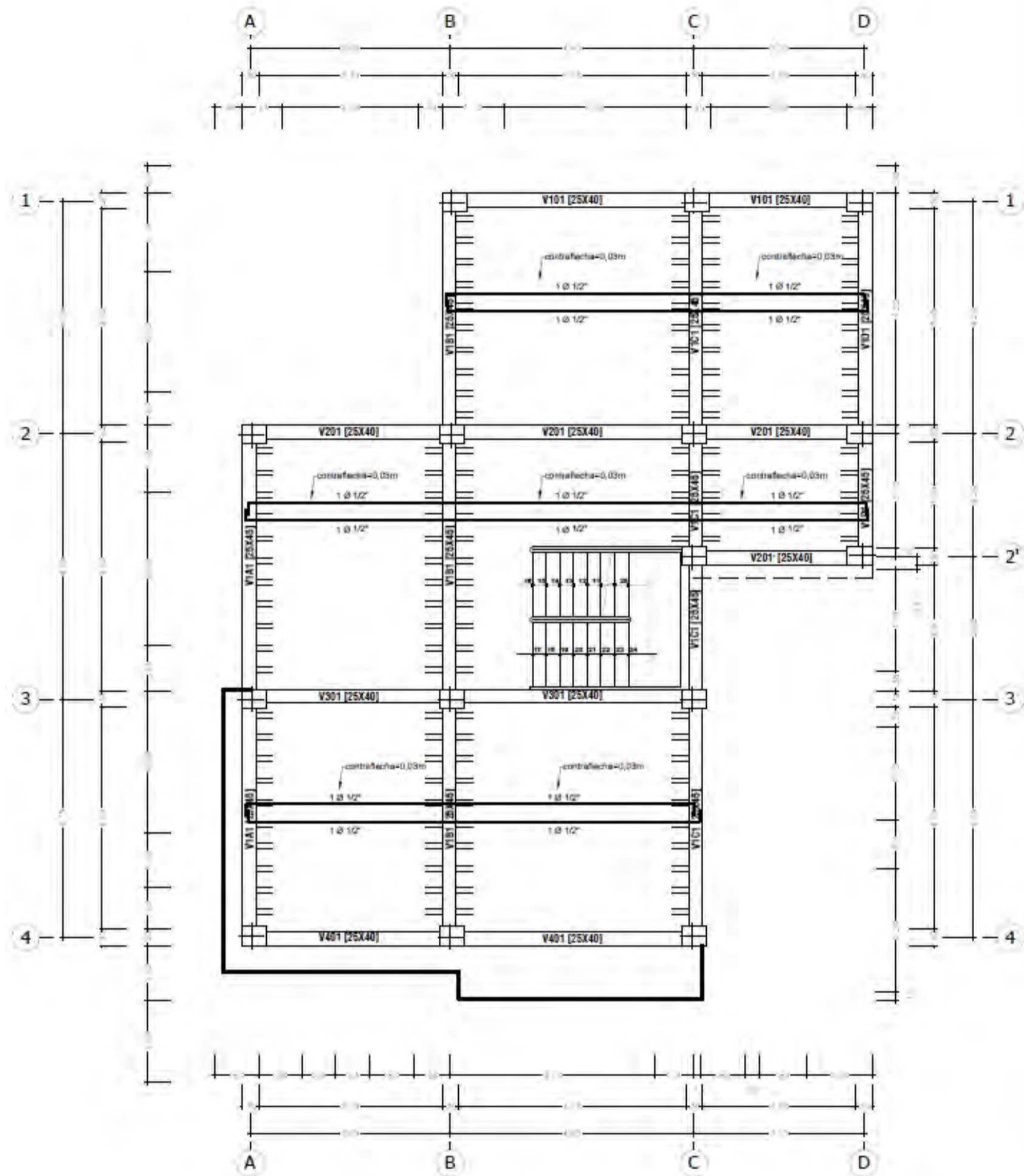
Subpresupuesto 001 SISTEMA MUROS ESTRUCTURALES

Partida	01.01.05.01	(010105012301-0103003-01)	CONCRETO ESCALERAS f'c=210 kg/cm2	Costo unitario directo por:		m3	660.32
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Subcontratos							
0400010028	SC MANO DE OBRA CONCRETO FC=210 KG/CM2		qb	1.0000	319.98	319.98	
0400010029	SC MATERIALES CONCRETO FC=210 KG/CM2		qb	1.0000	297.39	297.39	
0400010030	SC EQUIPOS CONCRETO FC=210 KG/CM2		qb	1.0000	42.95	42.95	
						660.32	
Partida	01.01.05.02	(010106070304-0103003-01)	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESCALERA	Costo unitario directo por:		m2	108.33
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Subcontratos							
0400010031	SC MANO DE OBRA ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESCALERA		gb	1.0000	70.43	70.43	
0400010032	SC MATERIALES ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESCALERA		gb	1.0000	34.38	34.38	
0400010033	SC EQUIPOS ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESCALERA		gb	1.0000	3.52	3.52	
						108.33	
Partida	01.02.01	(011101010101-0103003-03)	REFUERZO DE CFRP EN VIGAS	Costo unitario directo por:		m2	6,431.18
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	0.0800	80.00	6.40	
0101010004	OFICIAL		hh	0.8000	70.00	56.00	
0101010005	PEON		hh	0.8000	60.00	48.00	
						110.40	
Materiales							
0293010001	MASTERBRACE® P3500 (PRIMER)		qal	0.2700	1,155.00	311.85	
0293010002	MASTERBRACE® F2000 (PUTTY)		qal	0.2700	941.25	254.14	
0293010003	MASTERBRACE® SAT 4500 (SATURANT)		qal	0.2700	1,230.00	332.10	
0293010004	REFUERZOS DE FIBRAS MASTERBRACE®CF130		rl	0.2200	24,626.25	5,417.78	
						6,315.87	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.31	3.31	
0301290004	MEZCLADOR 400 rpm		hm	0.8000	2.00	1.60	
						4.91	



8.6. Planos

8.6.1. Edificio Aporticado

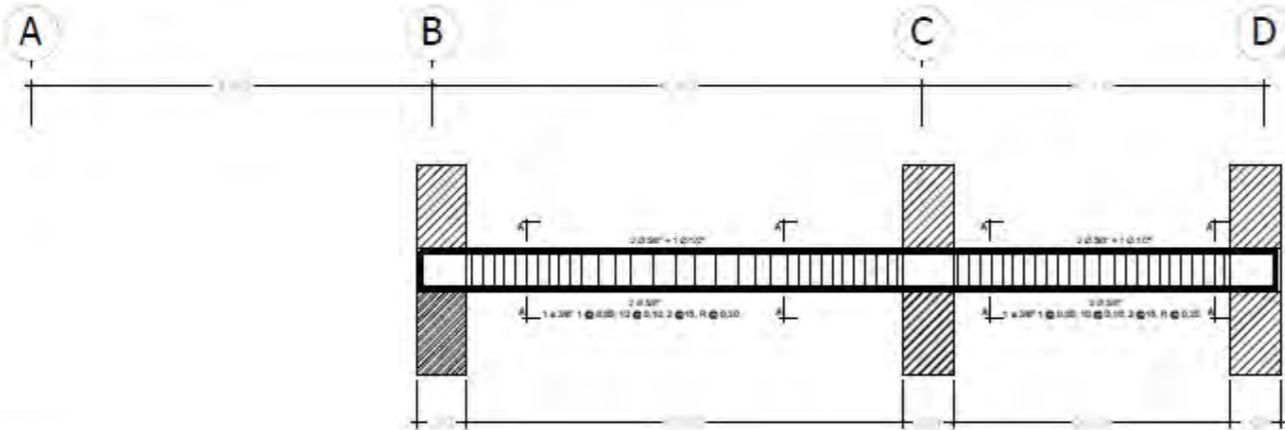


PLANTA TIPO 1era, 2da y 3era LOSA

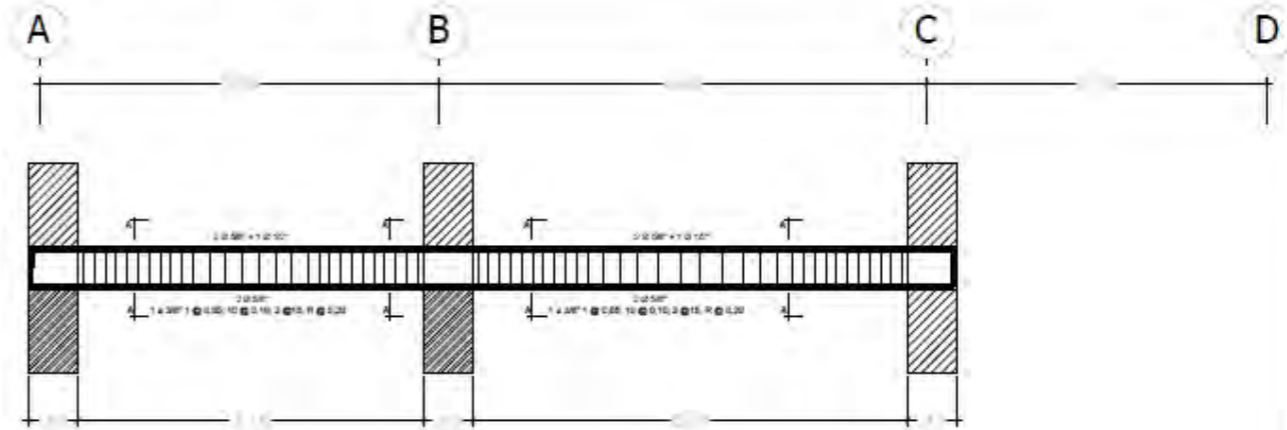


JOSE ALEJANDRO AGUILAR AMPUERO <small>ESC: 1/50</small>	
PLANTA ESTRUCTURAS EDIFICACIÓN APORTICADA	
	PROFESOR: _____ ASISTENTE: _____ ALUMNO: _____
	DISCIPLINA: _____ FICHERO: _____ CÓDIGO: _____
ES - 1	

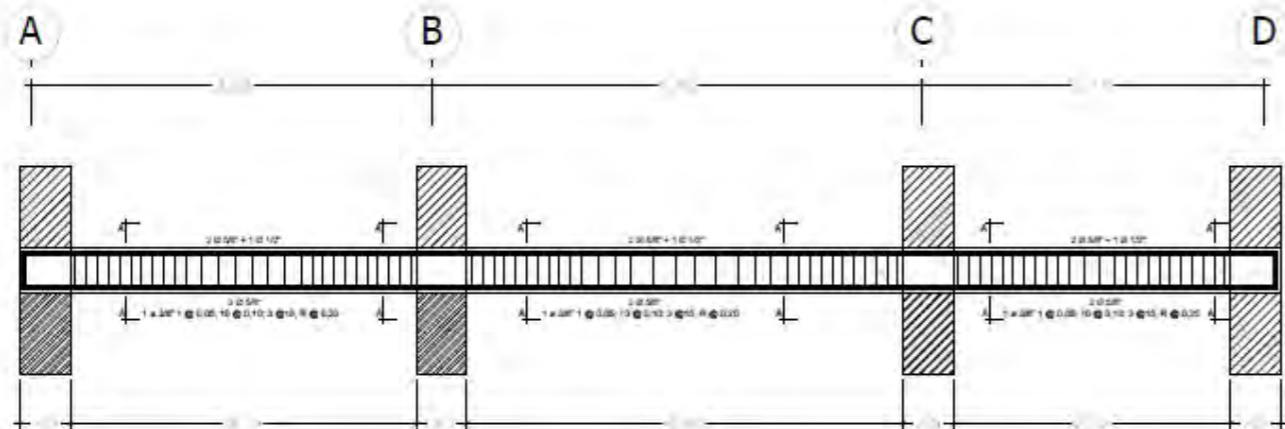
Viga V101 (0.25 X 0.40)m.
Escala: 1/20



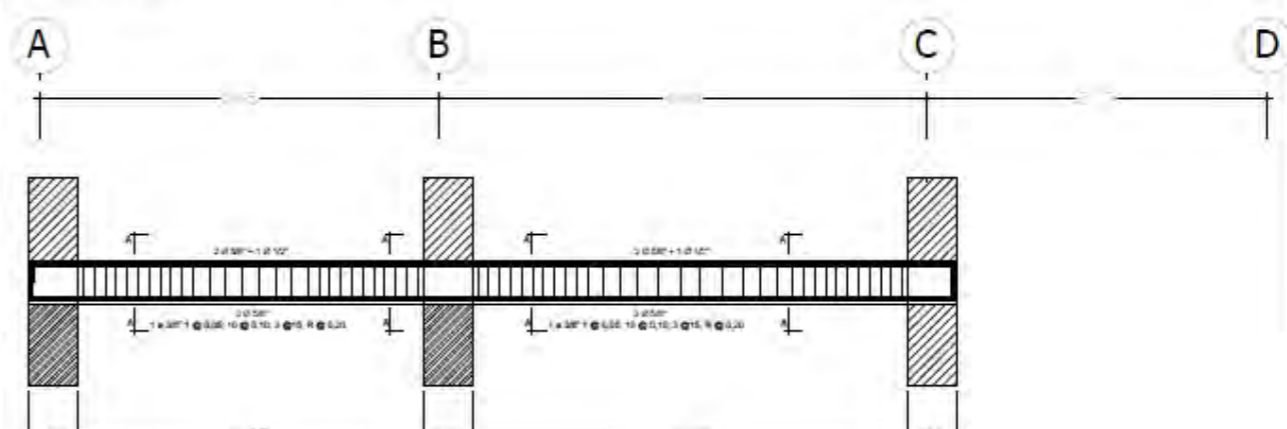
Viga V301 (0.25 X 0.40)m.
Escala: 1/20



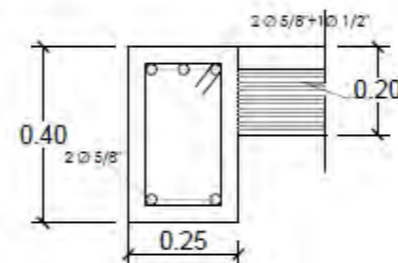
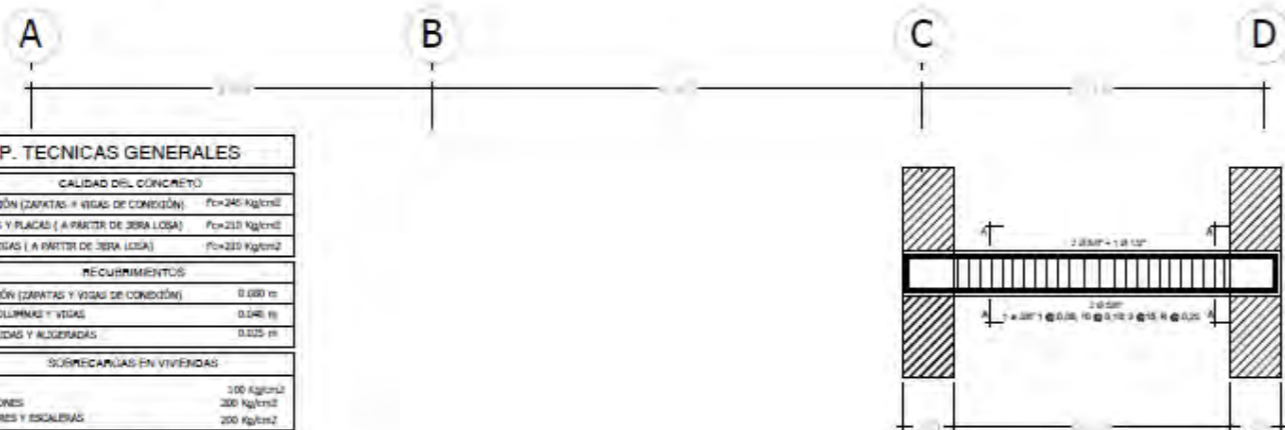
Viga V201 (0.25 X 0.40)m.
Escala: 1/20



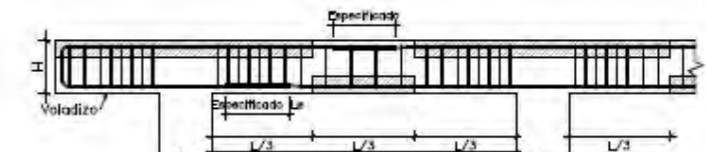
Viga V401 (0.25 X 0.40)m.
Escala: 1/20



Viga V201' (0.25 X 0.40)m.
Escala: 1/20



CORTE A-A
ESC: 1/10



Detalle de empalmes por trasape en losas y vigas
No empalmar en zonas de máximo esfuerzo (zonas rayadas). No deben hacerse empalmes traslapados dentro de una zona localizada a dos veces el peralte del elemento, medida desde la cara del nudo.
Los empalmes deberán hacerse abrumadidos, como máximo debe traslaparse 50% de la armadura en cada sección y separados 20 diámetros de otros (di = mayor diámetro de las barras que se empalman).

ESP. TECNICAS GENERALES

CALIDAD DEL CONCRETO	
ORIENTACIÓN (ZAFATAS Y VIGAS DE CONDICIÓN)	$f_c=240 \text{ kg/cm}^2$
COLUMNAS Y PLACAS (A PARTIR DE 3ERA LOSA)	$f_c=210 \text{ kg/cm}^2$
LOSAS Y VIGAS (A PARTIR DE 3ERA LOSA)	$f_c=200 \text{ kg/cm}^2$
RECURRIMIENTOS	
ORIENTACIÓN (ZAFATAS Y VIGAS DE CONDICIÓN)	0.090 m
PLACAS, COLUMNAS Y VIGAS	0.045 m
LOSAS SÓLIDAS Y ALZARADAS	0.025 m
SOPRECARILAS EN VIVIENDAS	
AZOTEA	100 kg/cm ²
HABITACIONES	200 kg/cm ²
CORRIDORES Y ESCALERAS	200 kg/cm ²

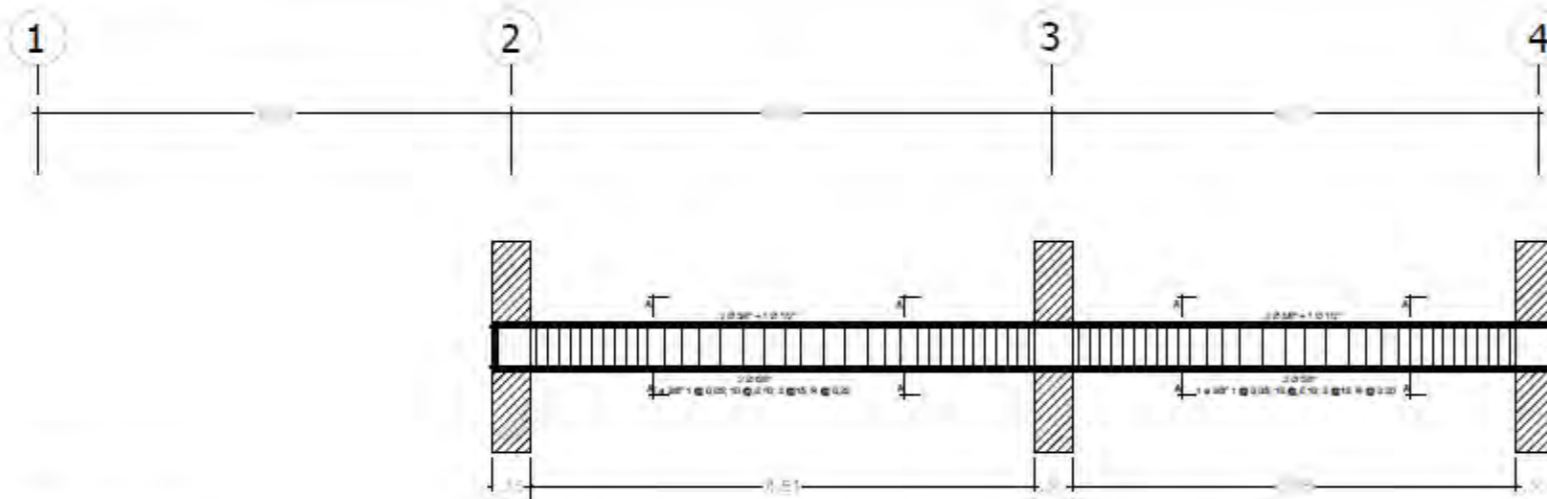
ESP. TECNICAS DEL ACERO

EMPALMES (Ld) Y ANCLAJES (Ldg DE ACERO)			
ACERO N.T.M. 340.031 $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$ (en metros)			
ϕ	le1	le2	Ldg
3/8"	0.30	0.30	0.20
1/2"	0.45	0.40	0.25
5/8"	0.60	0.50	0.30
3/4"	0.75	0.60	0.40
1"	1.00	1.00	0.50

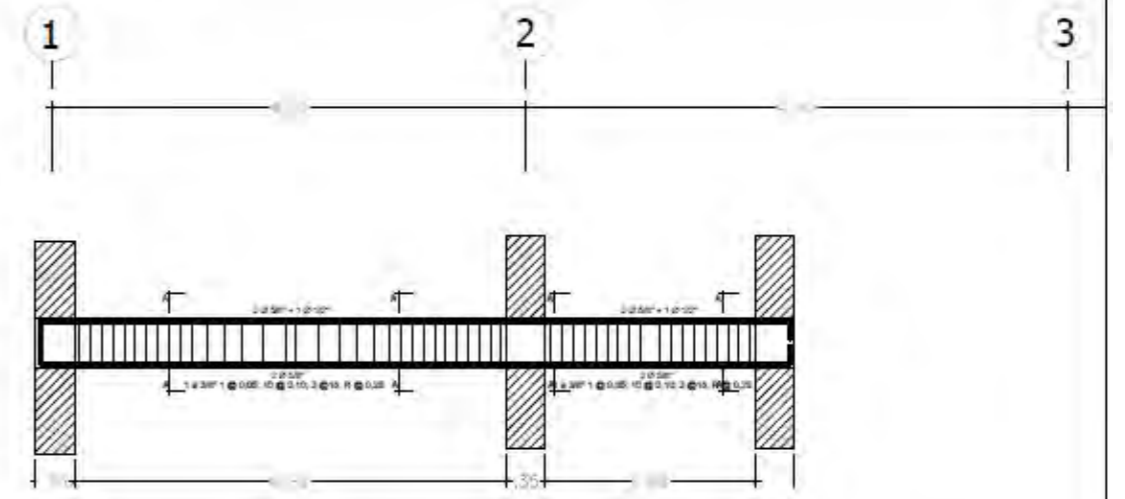
le1: longitud de empalme en vigas y losas
le2: longitud de empalme en columnas y placas
Ldg: longitud de desarrollo en vigas (según 907)

AUTOR: JOSE ALEJANDRO AGUILAR AMPUERO	
TÍTULO: DETALLE VIGAS EDIFICACIÓN APORTICADA	
	DEPARTAMENTO: Lima PROVINCIA: Lima DISTRITO: Miraflores
ESCALA: Octubre 2007	ES -2

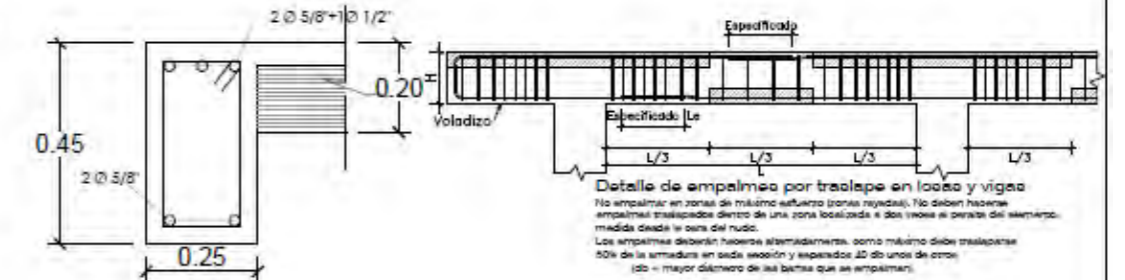
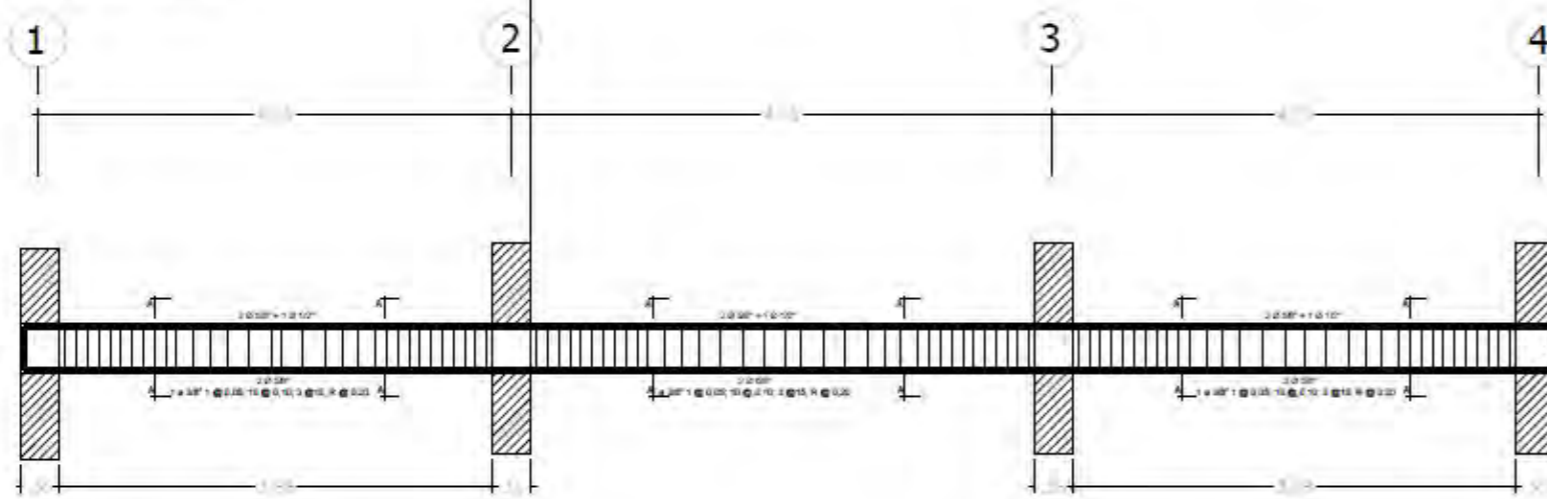
Viga V1C1 (0.25 X 0.45)m.
ESC: 1/20



Viga V1C1 (0.25 X 0.45)m.
ESC: 1/20



Viga V1B1 (0.25 X 0.45)m.
ESC: 1/20



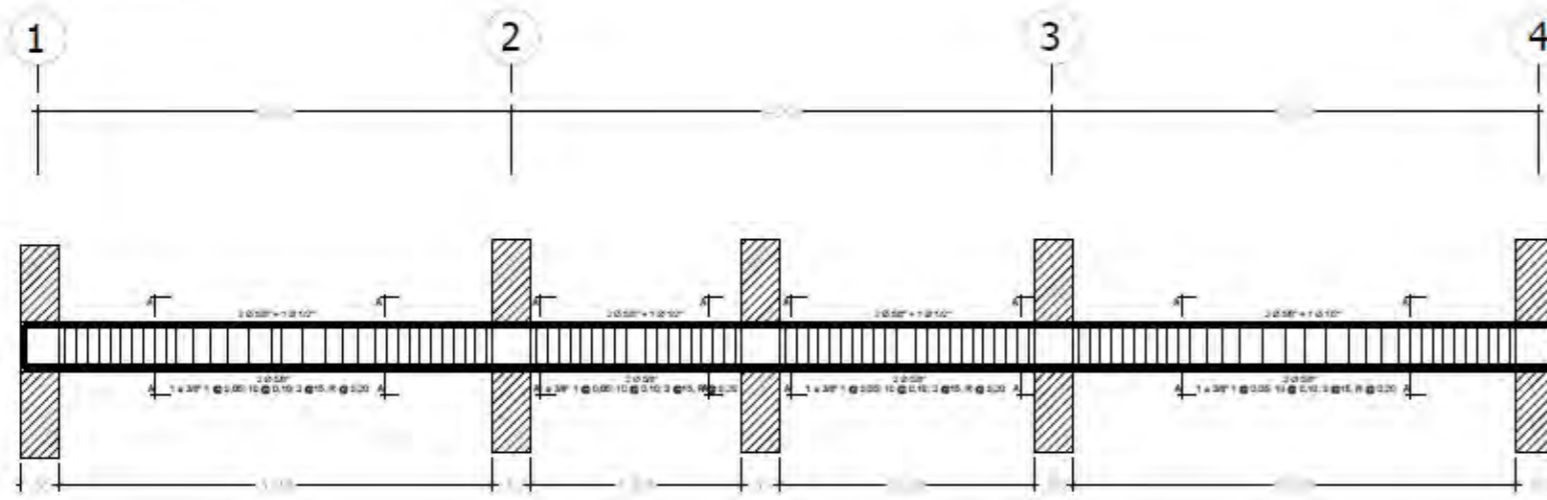
Detalle de empalme por traspase en losas y vigas
 No empalmar en zonas de máximo esfuerzo (zonas rayadas). No deben hacerse empalmes traspasados dentro de una zona localizada a dos veces el periodo de desarrollo de la armadura en cada sección y espaciados 2D de uno de ellos. Los empalmes deberán hacerse alternadamente, como máximo debe traspasarse 50% de la armadura en cada sección y espaciados 2D de uno de ellos. (D = mayor diámetro de las barras que se empalman).

CORTE A-A
ESC: 1/10

ESP. TECNICAS GENERALES	
CALIDAD DEL CONCRETO	
CEMENTACIÓN (ZAPATAS Y VIGAS DE CONEXIÓN)	Fc=245 Kg/cm ²
COLUMNAS Y PLACAS (A PARTIR DE 3RA LOSA)	Fc=230 Kg/cm ²
LOSAS Y VIGAS (A PARTIR DE 3RA LOSA)	Fc=210 Kg/cm ²
RECURRIMIENTOS	
CEMENTACIÓN (ZAPATAS Y VIGAS DE CONEXIÓN)	0.280 m
PLACAS, COLUMNAS Y VIGAS	0.040 m
LOSAS SÓLIDAS Y ALERIAS	0.025 m
SOBRECARGAS EN VIVIENDAS	
AZOTEA	100 Kg/cm ²
HABITACIONES	300 Kg/cm ²
CORRIDORES Y ESCALERAS	300 Kg/cm ²

ESP. TECNICAS DEL ACERO			
EMPALMES (Le) Y ANCLAJES (Ldg) DE ACERO			
ACERO N.T.P. 340.031 fy=4200 Kg/cm ² (en metal)			
Ø	le1	le2	Ldg
3/8"	0.50	0.30	0.20
1/2"	0.65	0.40	0.25
5/8"	0.80	0.50	0.30
3/4"	0.95	0.60	0.40
1"	1.30	1.00	0.50
le1: Longitud de empalme en vigas y losas le2: longitud de empalme en columnas y placas Ldg: longitud de desarrollo en vigas (gancho 90°)			

Viga V1C1 (0.25 X 0.45)m.
ESC: 1/20



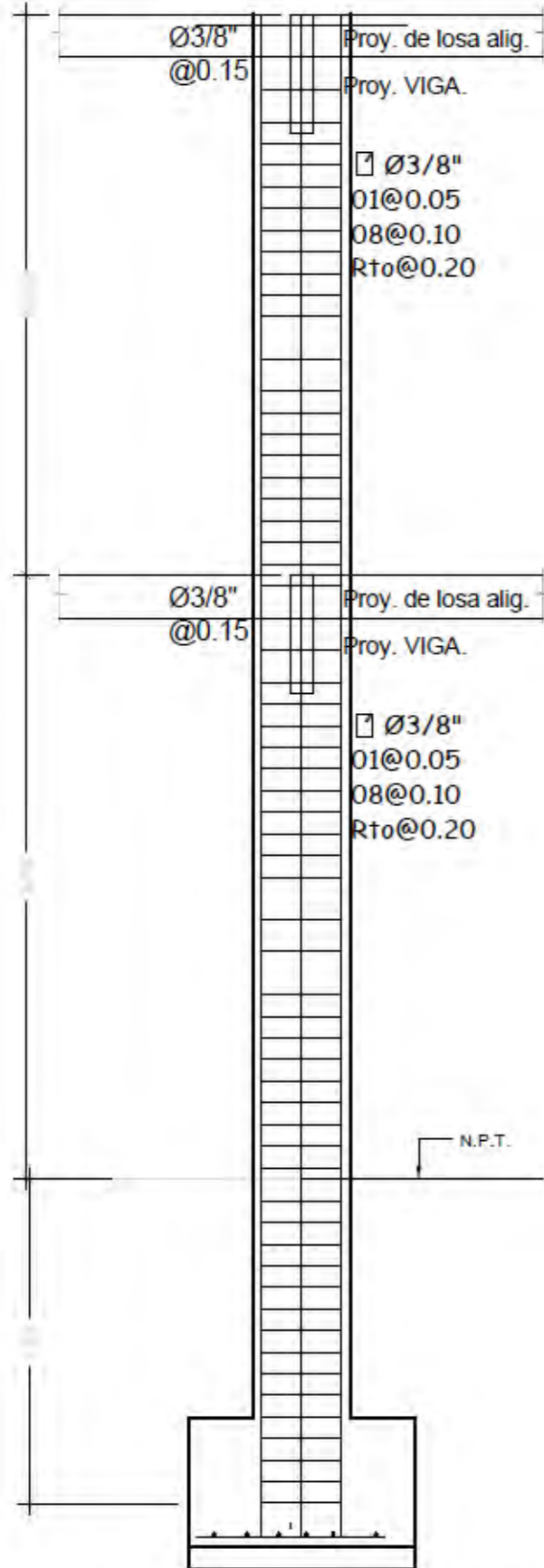
Viga V1C1 (0.25 X 0.45)m.
ESC: 1/20

JOSE ALEJANDRO AGUILAR AMPUERO

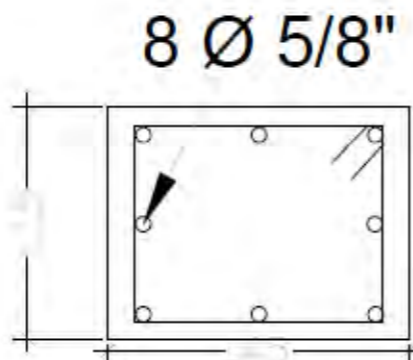
DETALLE VIGAS EDIFICACIÓN APORTICADA

	Fecha: _____	DEPARTAMENTO: _____	URB: _____
	Fecha: Octubre 2021	PROVINCIA: _____	URB: _____
		DISTRITO: _____	Alcaldía: _____

ES -3



C-01 (0.35 X 0.45)
Esc: 1/25

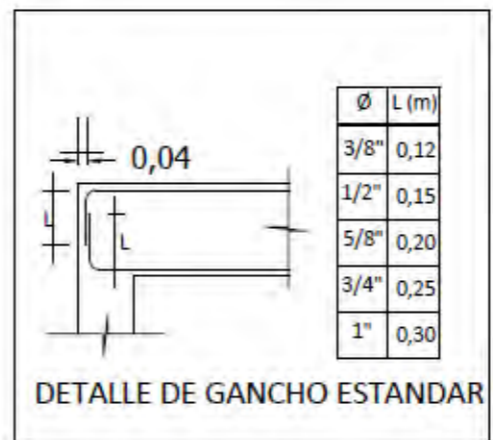


Ø3/8": 1@ 0.05, 8@ 0.10
Resto @ 0.20

ESP. TECNICAS GENERALES		
CALIDAD DEL CONCRETO		
ORIENTACIÓN (ZAFATAS Y VIGAS DE CONEXIÓN)	$f_c=245$ Kg/cm ²	
COLUMNAS Y PLACAS (A PARTIR DE SERA LOSA)	$f_c=210$ Kg/cm ²	
LOSAS Y VIGAS (A PARTIR DE SERA LOSA)	$f_c=210$ Kg/cm ²	
RECURRIMIENTOS		
ORIENTACIÓN (ZAFATAS Y VIGAS DE CONEXIÓN)	0.080 m	
PLACAS, COLUMNAS Y VIGAS	0.040 m	
LOSAS SÓLIDAS Y ALJORADAS	0.025 m	
SOBRECARGAS EN VIVIENDAS		
AZOTEA	100 Kg/m ²	
HABITACIONES	200 Kg/m ²	
CORRIDORES Y ESCALERAS	300 Kg/m ²	

ESP. TECNICAS DEL ACERO			
EMPALMES (L _e) Y ANCLAJES (L _d) DE ACERO			
ACERO N.T.P. 340.031 $f_y=4200$ Kg/cm ² (en metros)			
Ø	le1	le2	L _d
3/8"	0.30	0.30	0.30
1/2"	0.45	0.40	0.35
5/8"	0.60	0.50	0.30
3/4"	0.75	0.60	0.40
1"	1.10	1.00	0.50

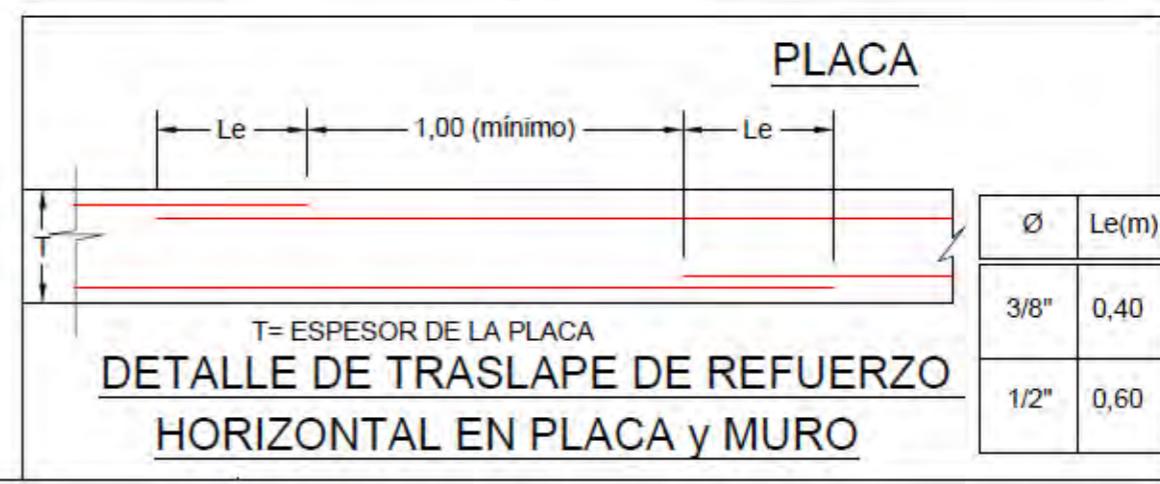
le1: Longitud de empalme en vigas y losas
le2: longitud de empalme en columnas y placas
L_d: longitud de desarrollo en vigas (gancho 90°)



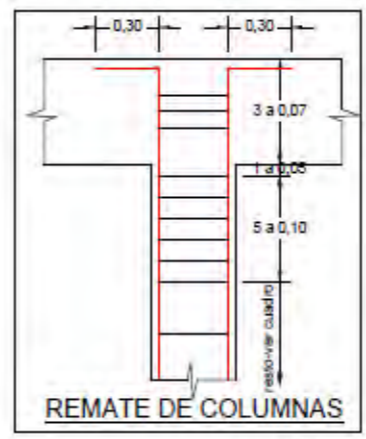
DETALLE DE GANCHO ESTANDAR



DETALLE DE DOBLADO DE ESTRIBOS EN COLUMNAS y VIGAS



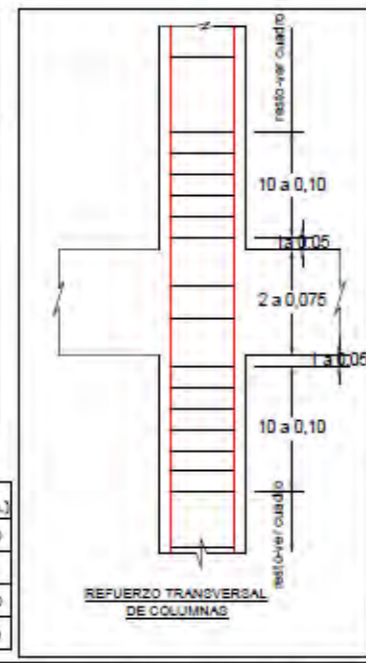
DETALLE DE TRASLAPE DE REFUERZO HORIZONTAL EN PLACA y MURO



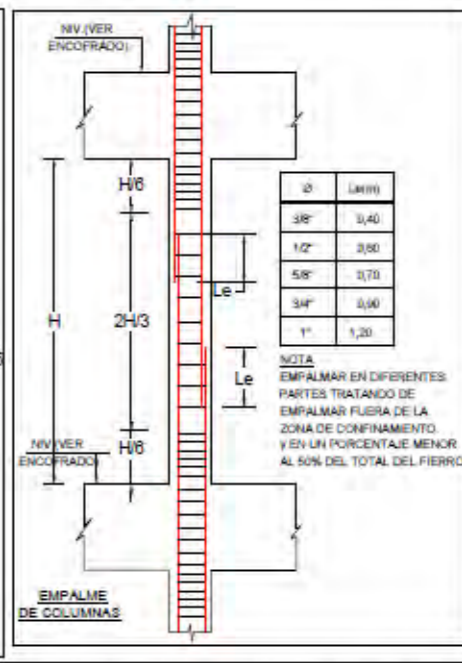
REMATE DE COLUMNAS



GANCHO 135°



REFUERZO TRANSVERSAL DE COLUMNAS



NOTA
EMPALMAR EN DIFERENTES PARTES TRATANDO DE EMPALMAR FUERA DE LA ZONA DE CONFINAMIENTO Y EN UN PORCENTAJE MENOR AL 50% DEL TOTAL DEL FIERRO

JOSE ALEJANDRO AGUILAR AMPUERO

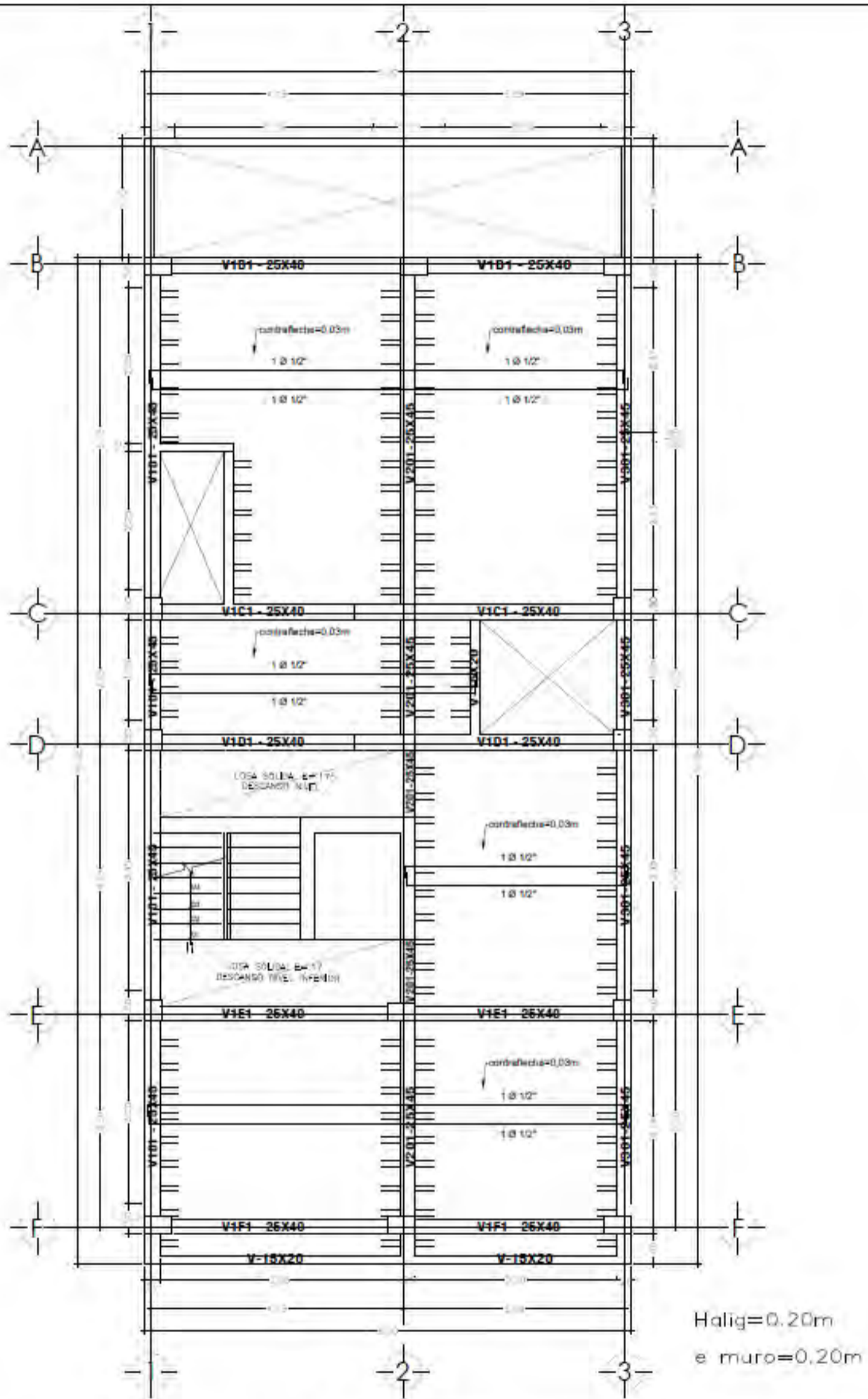
DETALLE COLUMNAS EDIFICACIÓN APORTICADA



Nombre	Indicada	DEPARTAMENTO	Uma
Provincia	Distrito 204	PROVINCIA	Uma
		CORRICO	Miraflores

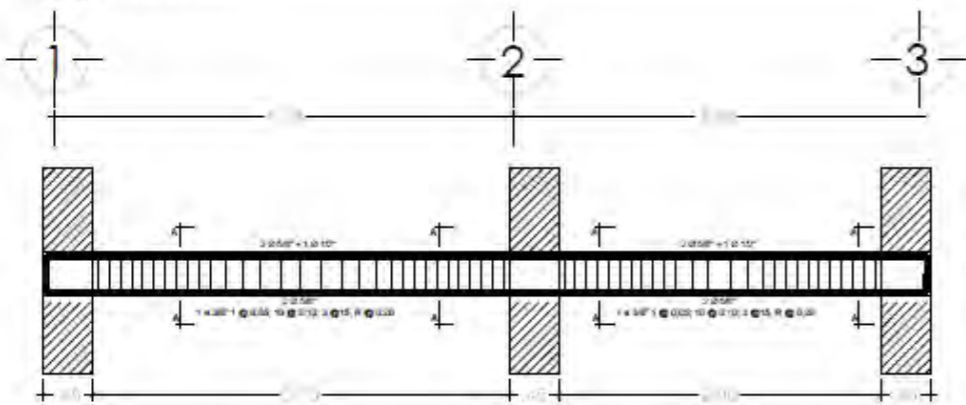
ES -4

8.6.2. Edificio Dual

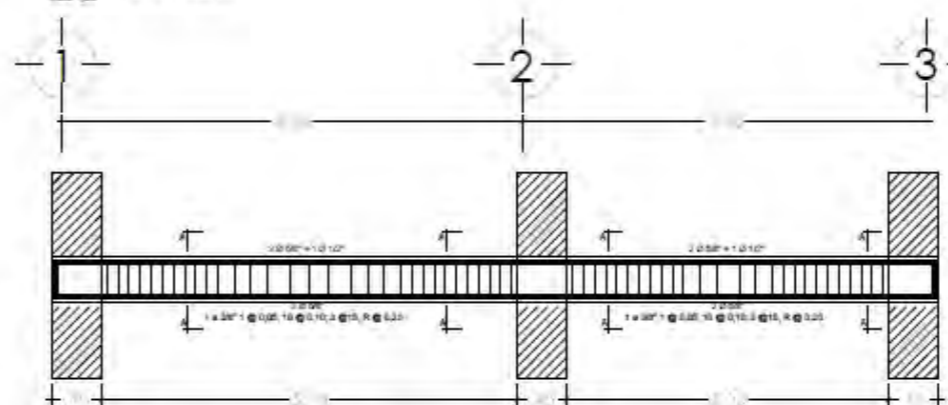


JOSE ALEJANDRO AGUILAR AMPUERO		
PLANTA ESTRUCTURAS EDIFICACIÓN DUAL		
	DE DISEÑO: _____ DE REVISIÓN: _____ DE APROBACIÓN: _____	FECHA: _____ ESCALA: _____
	ES - 1	

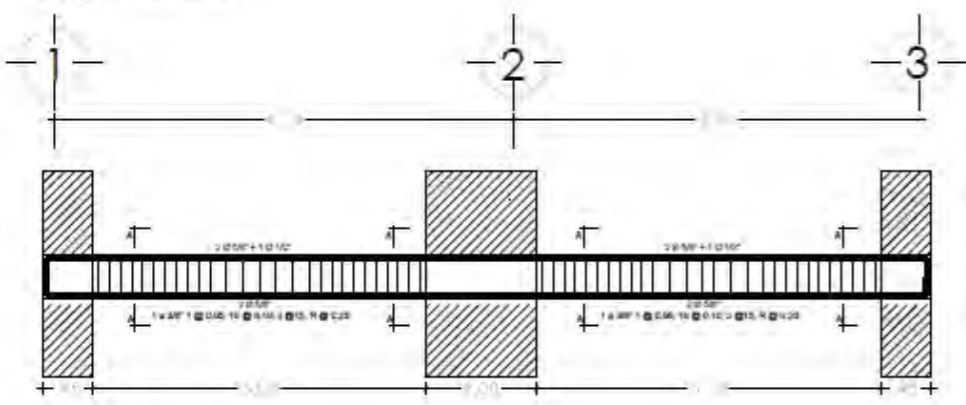
Viga VB1B (0.25 x 0.40)m.
ESC: 1/20



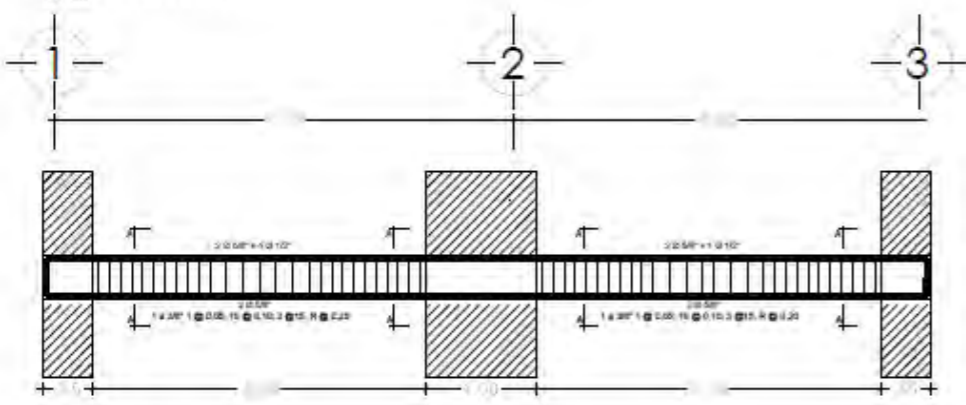
Viga VF1F (0.25 x 0.40)m.
ESC: 1/20



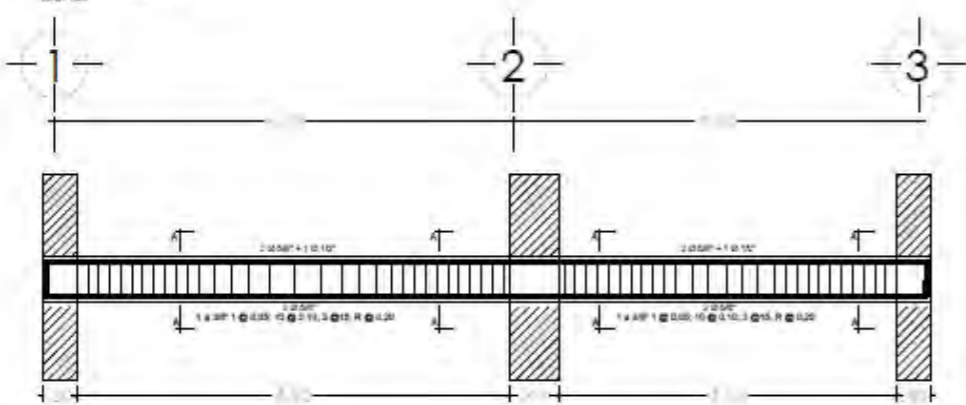
Viga VC1C (0.25 x 0.40)m.
ESC: 1/20



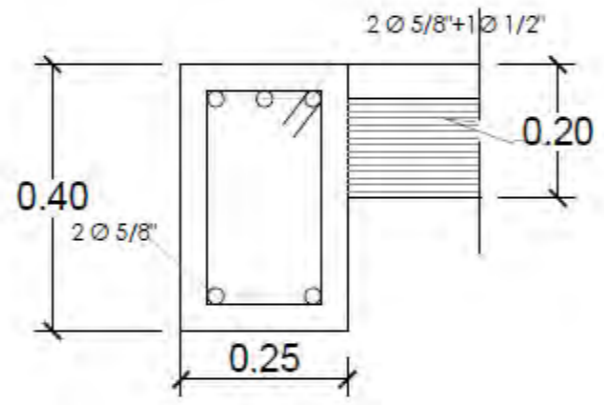
Viga VD1D (0.25 x 0.40)m.
ESC: 1/20



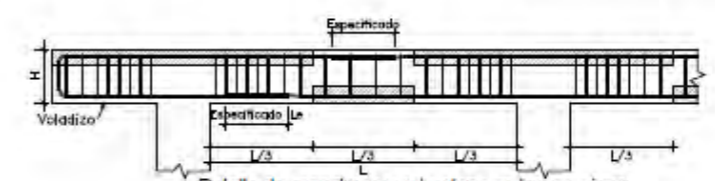
Viga VE1E (0.25 x 0.40)m.
ESC: 1/20



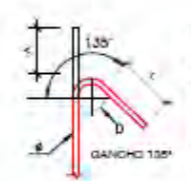
ESP. TECNICAS GENERALES			
CALIDAD DEL CONCRETO:			
CONCRETO (ZANJAS Y VIGAS DE CONEXION)	f _c =245 Kg/cm ²		
COLUMNAS Y PLACAS (A PARTIR DE 3ERA LOSA)	f _c =233 Kg/cm ²		
LOSAS Y VIGAS (A PARTIR DE 3ERA LOSA)	f _c =233 Kg/cm ²		
RECURSIVIDADES:			
CONCRETO (ZANJAS Y VIGAS DE CONEXION)	0.085 m		
PLACAS, COLUMNAS Y VIGAS	0.040 m		
LOSAS SOLIDAS Y ALIBRADAS	0.025 m		
CORRECCIONES EN VIGAS:			
ACOTIA	100 Kg/cm ²		
HABITACIONES	200 Kg/cm ²		
CORREDORES Y ESCALERAS	200 Kg/cm ²		
ESP. TECNICAS DEL ACERO			
EMPALMES (L _e) Y ANCLAJES (L _a) DE ACERO:			
ACI/FIBR N.T.P. 240.021 f _y =4200 Kg/cm ² (en metros)			
Ø	l _{e1}	l _{e2}	L ₀₃
3/8"	0.20	0.20	0.20
1/2"	0.25	0.40	0.25
5/8"	0.25	0.50	0.30
3/4"	0.25	0.50	0.40
1"	0.30	0.60	0.50
* l ₁ : longitud de empalme en vigas y losas * l ₂ : longitud de empalme en columnas y placas * l ₀₃ : longitud de desarrollo en vigas (paralelo a l ₁)			



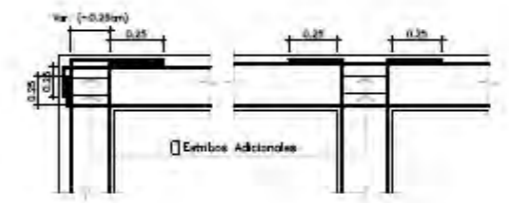
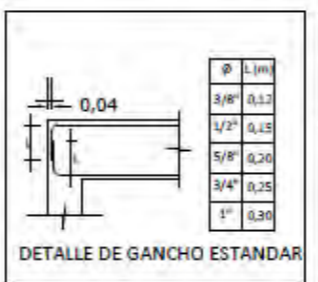
CORTE A-A
ESC: 1/10



Detalle de empalmes por solape en losas y vigas
 No empalmar en zonas de máximo esfuerzo (zonas rayadas). No deben hacerse empalmes solapados dentro de una zona localizada a dos veces el peralte del elemento medida desde la cara del nudo.
 Los empalmes deberán hacerse abanqueados, como máximo debe excederarse 50% de la armadura en cada sección y adems 20 de una de caras (d₀ = mayor diámetro de las barras que se empalman)



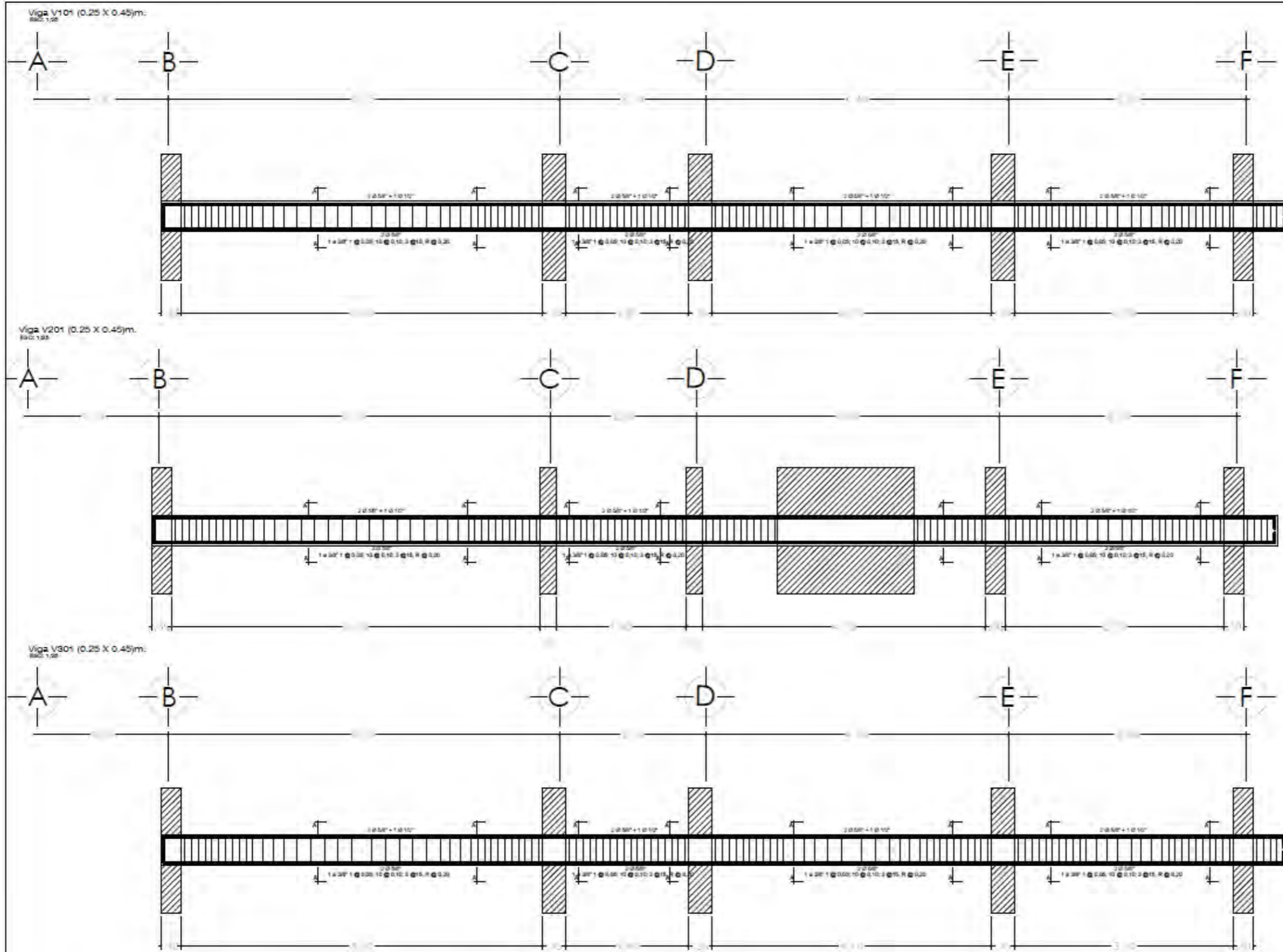
GANCHO 135°				
#	Ø (mm)	L (mm)	A (mm)	B (mm)
2	1/4"	40	75	110
3	3/8"	60	75	130
4	1/2"	75	75	160
5	5/8"	100	100	240



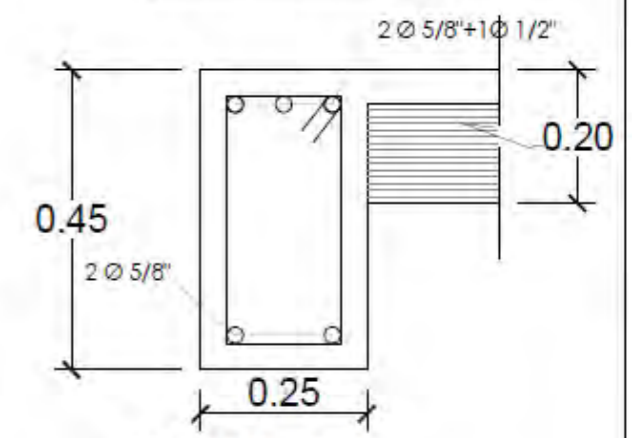
JOSE ALEJANDRO AGUILAR AMPUERO

DETALLE VIGAS EDIFICACIÓN DUAL

	Estado: Ica Fecha: Octubre 2024	DEPARTAMENTO: IYCA PROVINCIA: IYCA DISTRITO: Miraflores	ES -2



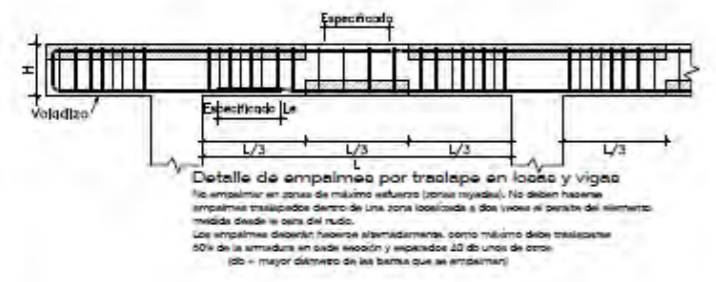
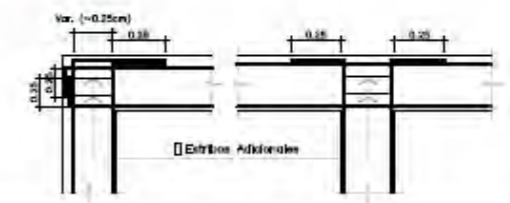
ESP. TÉCNICAS GENERALES			
CALIDAD DEL CONCRETO:			
CEMENTACIÓN (ZAPATAS Y VIGAS DE CONEXIÓN)	Fc=245 kg/cm ²		
COLUMNAS Y PLACAS (A PARTIR DE 3ERA LOSA)	Fc=210 kg/cm ²		
LOSAS Y VIGAS (A PARTIR DE 3ERA LOSA)	Fc=210 kg/cm ²		
RECURSIVOS:			
CEMENTACIÓN (ZAPATAS Y VIGAS DE CONEXIÓN)	0.090 m		
PLACAS COLUMNAS Y VIGAS	0.040 m		
LOSAS SOLIDAS Y ALBERCICAS	0.035 m		
SOBRECARGAS EN VIVIENDAS:			
ACOTSA	130 kg/m ²		
VESTITACIONES	200 kg/m ²		
COMBUSTORES Y ESCALERAS	200 kg/m ²		
ESP. TÉCNICAS DEL ACERO			
EMPALMES (Lap) Y ANCLAJES (Lap) DE ACERO			
ACERO H.T.P. 245.021 fy=4200 kg/cm ² (en metros)			
Ø	le1	le2	LOG
3/8"	0.30	0.30	0.30
1/2"	0.35	0.40	0.25
3/4"	0.50	0.50	0.30
1"	0.60	0.60	0.40
1 1/4"	0.70	0.70	0.50



CORTE A-A
ESC: 1/10

GANCHO 135°

#	Ø	D	L	A
	(mm.)	(mm.)	(mm.)	(mm.)
2	1/4"	40	75	110
3	3/8"	60	75	130
4	1/2"	75	75	180
5	5/8"	100	100	240



Ø	L (mm)
3/8"	0.12
1/2"	0.15
5/8"	0.20
3/4"	0.25
1"	0.30

DETALLE DE GANCHO ESTANDAR

Ø	L (mm)	Ø' (mm)
1/4"	1.3	6.5
3/8"	2.0	10.0
1/2"	2.5	12.5

DETALLE DE DOBLADO DE ESTRIBOS EN COLUMNAS Y VIGAS

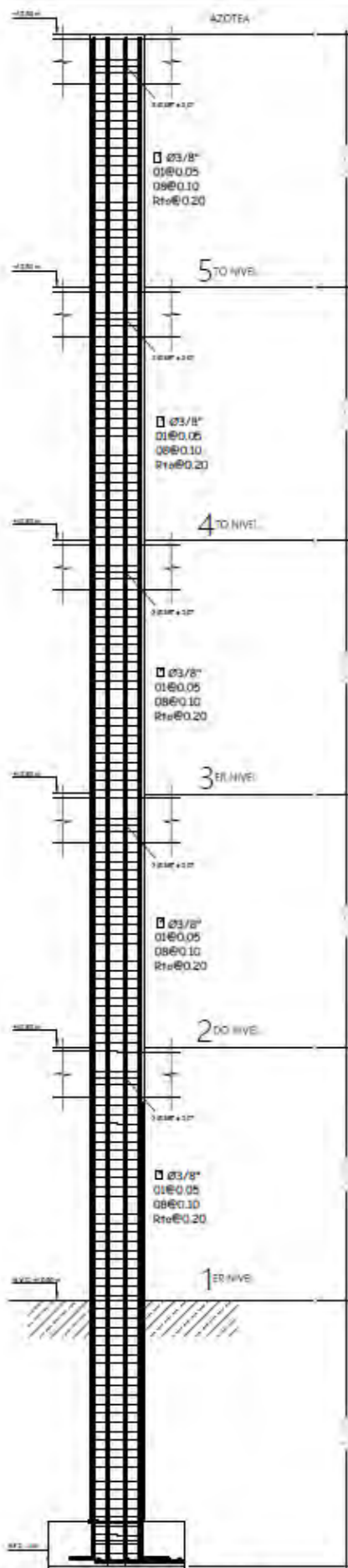
JOSE ALEJANDRO AGUILAR AMPUERO

DETALLE VIGAS EDIFICACIÓN DUAL

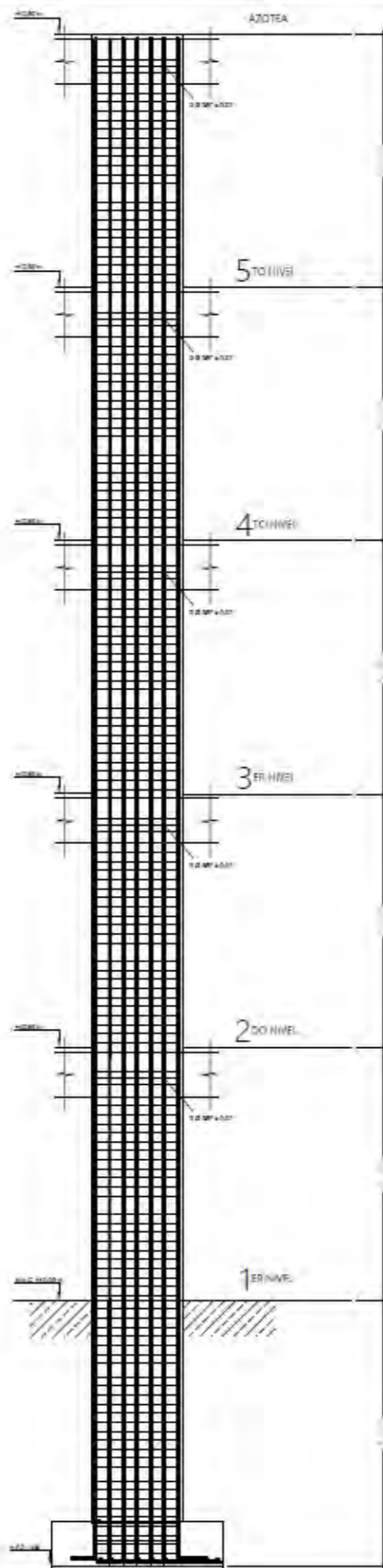
Fecha: 14-03-2024
Revisión: Octubre 2024

DEPARTAMENTO: Lima
PROVINCIA: Lima
DISTRITO: Miraflores

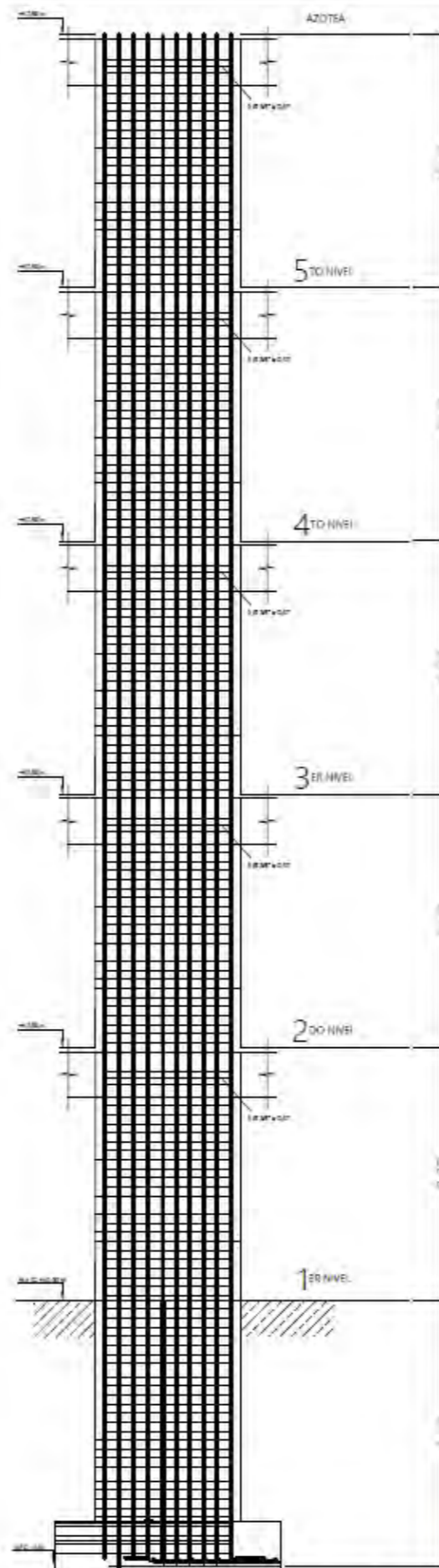
ES - 3



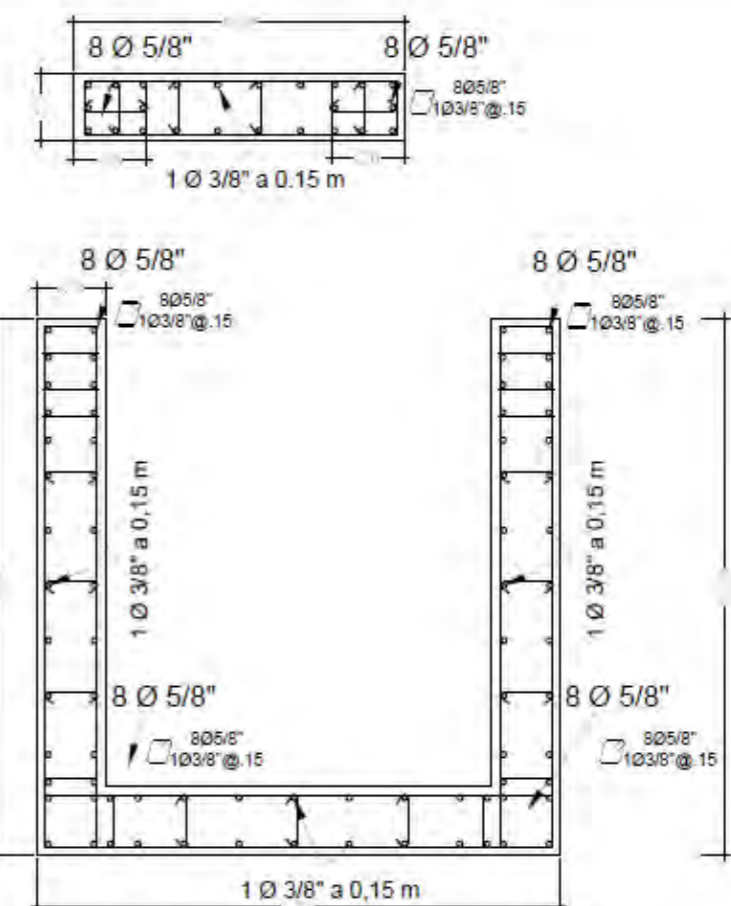
ELEVACION DE COLUMNAS - TIPICA
ESC. 1/25



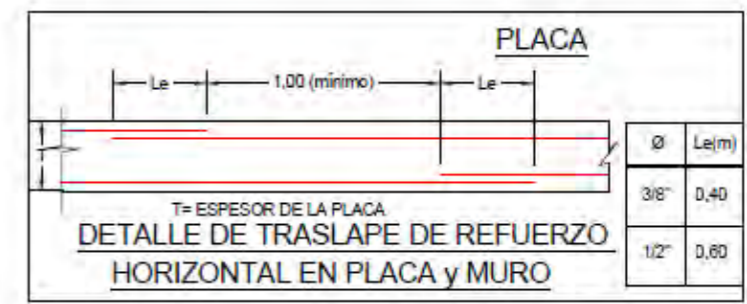
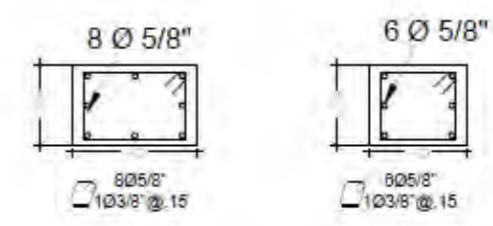
ELEVACION DE PLACAS - TIPICA
ESC. 1/25



ELEVACION DE PLACAS - P4 (ASCENSOR)
ESC. 1/25



REFUERZO HORIZONTAL: Ø3/8" 1 a 0,05; Resto a 0,15 m



JOSE ALEJANDRO AGUILAR AMPUERO

DETALLE PLACAS Y COLUMNAS EDIFICACIÓN DUAL

PUCP

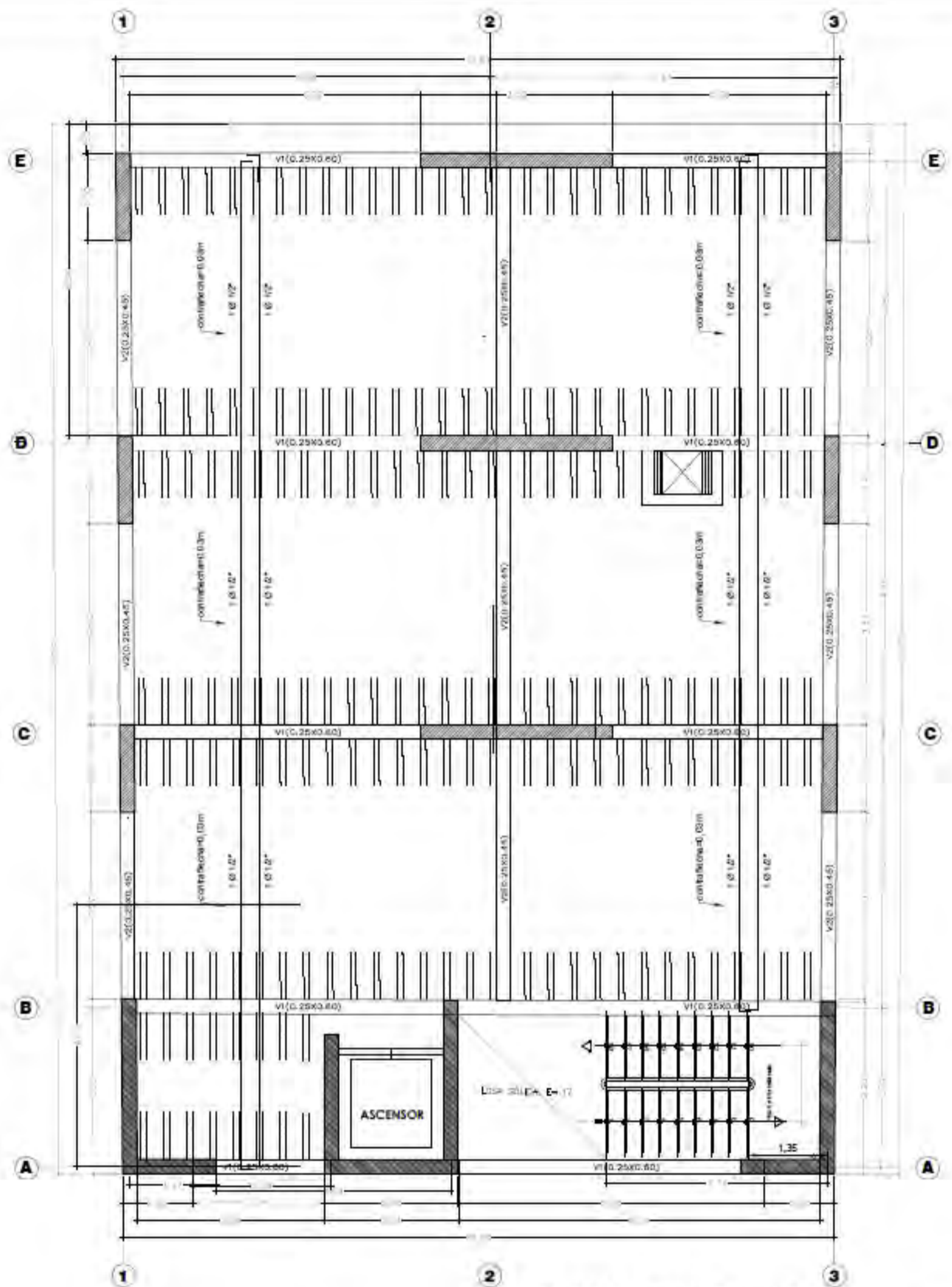
DEPARTAMENTO: Lima

PROVINCIA: Lima

DISTRITO: Miraflores

ES - 4

8.6.3. Edificio de Muros Estructurales



PLANTA TIPO 1era a 7ma LOSA

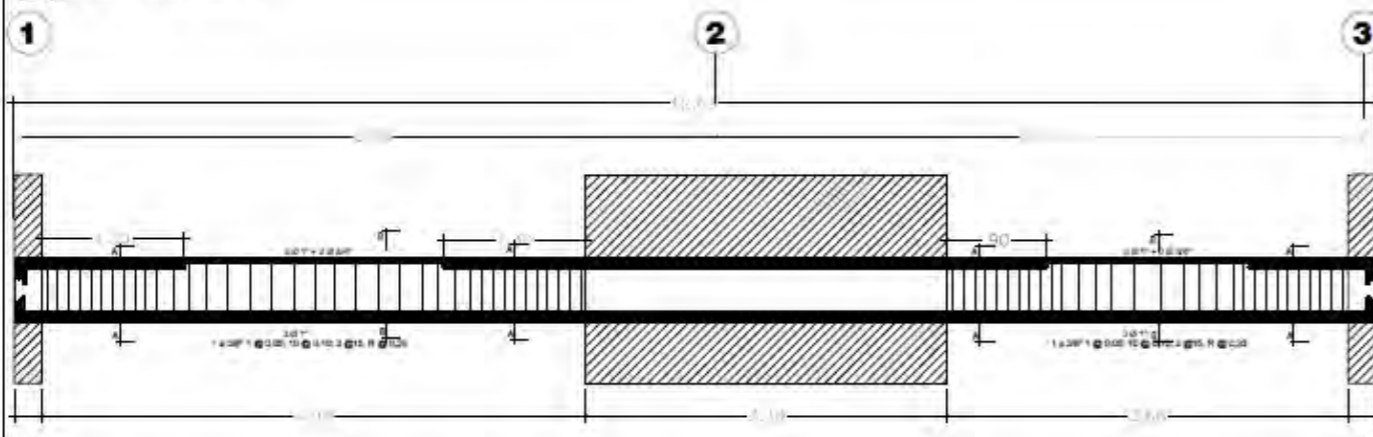
ESC: 1/50

Hallig=0.20m

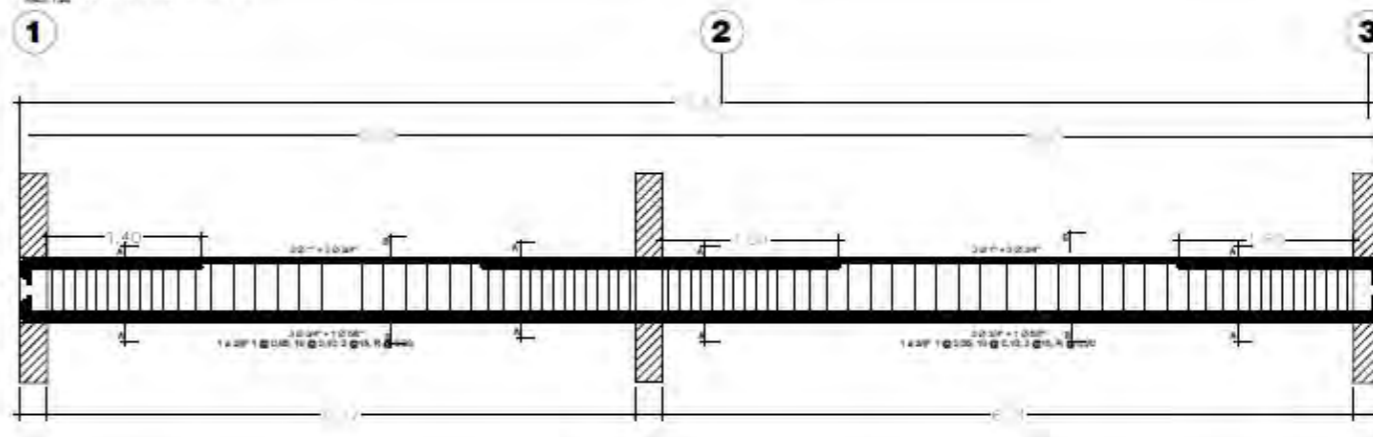


<p>JOSE ALEJANDRO AGUILAR AMPUERO</p>	
<p>PLANTA ESTRUCTURAS EDIFICACION MUROS ESTRUCTURALES</p>	
<p>PUCP</p>	<p>DEPARTAMENTO: _____</p> <p>PROVINCIA: _____</p> <p>DISTRITO: _____</p>
	<p>ES - 1</p>

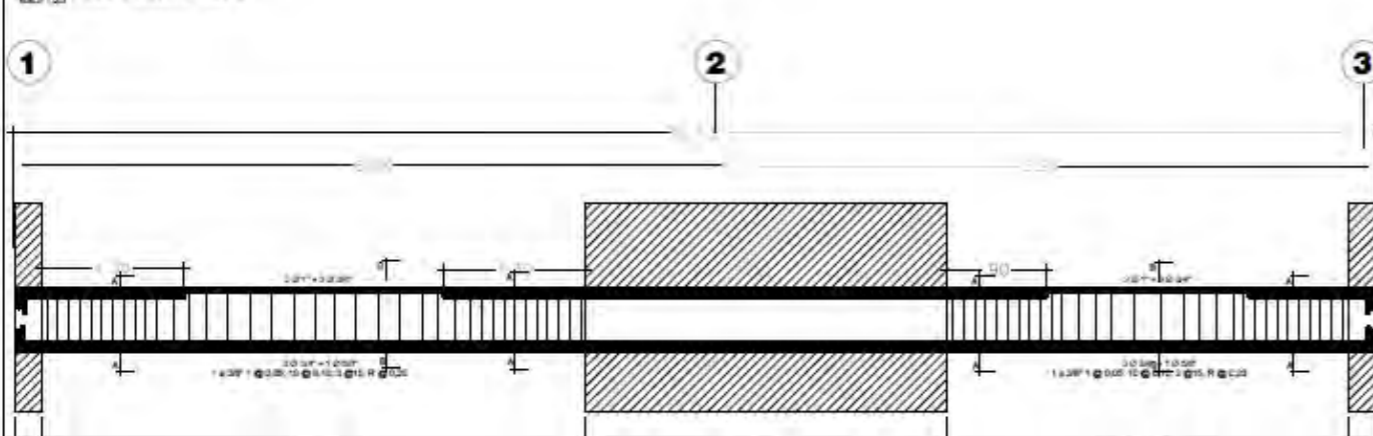
Viga V1 (0,25 X 0,60)m. - EJE E
Escala: 1/20



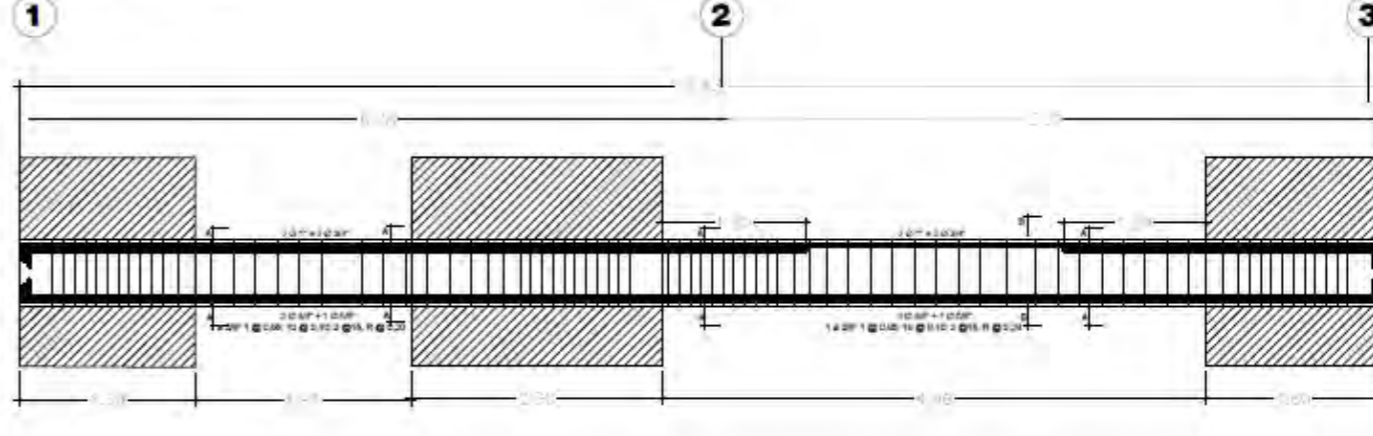
Viga V1 (0,25 X 0,60)m. - EJE B
Escala: 1/20



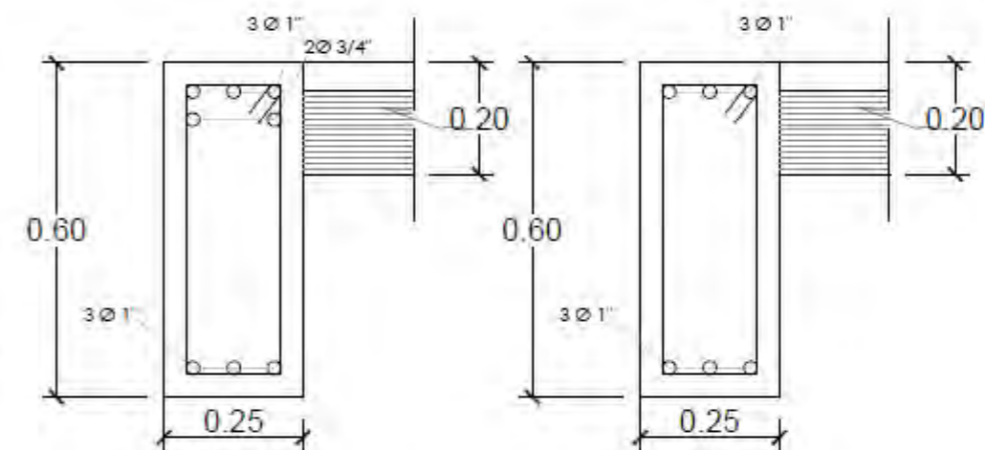
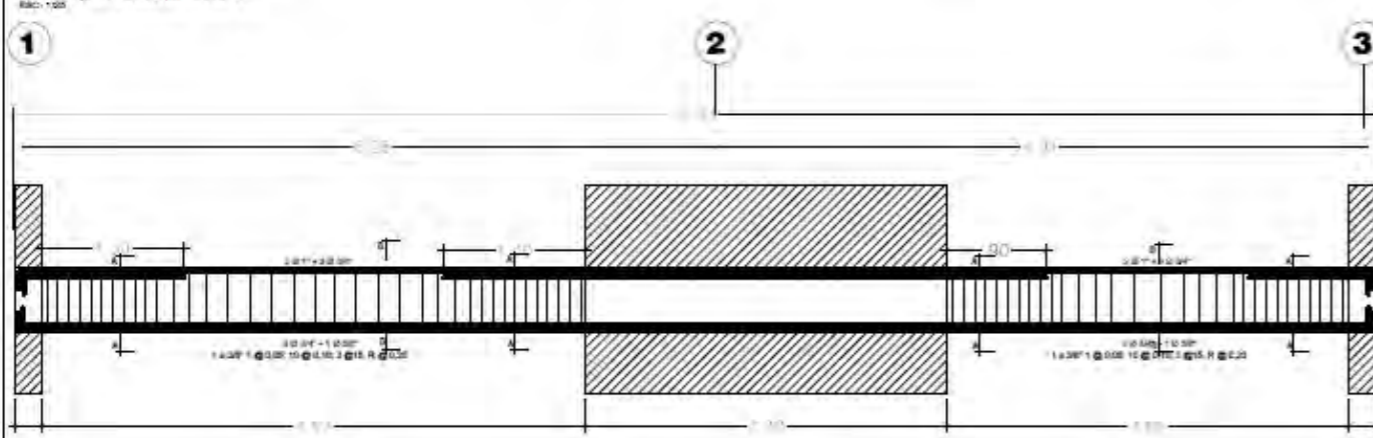
Viga V1 (0,25 X 0,60)m. - EJE D
Escala: 1/20



Viga V1 (0,25 X 0,60)m. - EJE A
Escala: 1/20



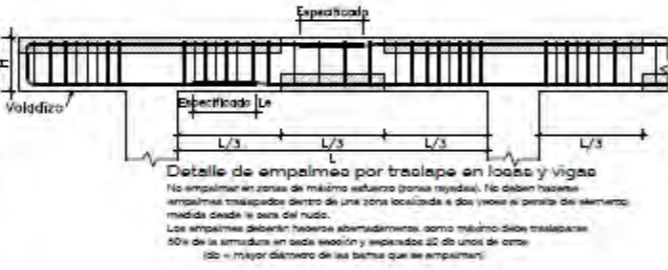
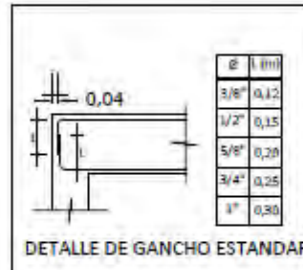
Viga V1 (0,25 X 0,60)m. - EJE C
Escala: 1/20



CORTE A-A
ESC: 1/10

CORTE B-B
ESC: 1/10

ESP. TECNICAS GENERALES			
CALIDAD DEL CONCRETO			
ORIENTACIÓN (CAPITOS Y VIGAS DE COMBÓN)	$f_c = 245 \text{ kg/cm}^2$		
COLUMNAS Y PLACAS (A PARTIR DE 3ERA LUGA)	$f_c = 230 \text{ kg/cm}^2$		
LOSAS Y VIGAS (A PARTIR DE 3ERA LUGA)	$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$		
RECUBRIMIENTO:			
ORIENTACIÓN (CAPITOS Y VIGAS DE COMBÓN)	0,030 m		
PLACAS, COLUMNAS Y VIGAS	0,040 m		
LOSAS SOLIDAS Y VALERANDAS	0,025 m		
CARGAS EN VIVIENDAS:			
ACOTA	100 kg/m ²		
HABITACIONES	200 kg/m ²		
CORREDORES Y ESCALERAS	300 kg/m ²		
ESP. TECNICAS DEL ACERO			
EMPALMES (L ₁) Y ANCLAJES (L ₂) DE ACERO			
ACERO N.T.P. 340.021 $f_y = 4000 \text{ kg/cm}^2$ (en mesas)			
Ø	le1	le2	LOG
3/8"	0,50	0,20	0,20
1/2"	0,60	0,40	0,20
5/8"	0,80	0,70	0,30
3/4"	0,90	0,80	0,40
1"	1,20	0,90	0,50
L ₁ : Longitud de empalme en vigas y joles L ₂ : Longitud de empalme en columnas y placas LOG: longitud de desarrollo en vigas (gancho 90°)			



JOSE ALEJANDRO AGUILAR AMPUERO

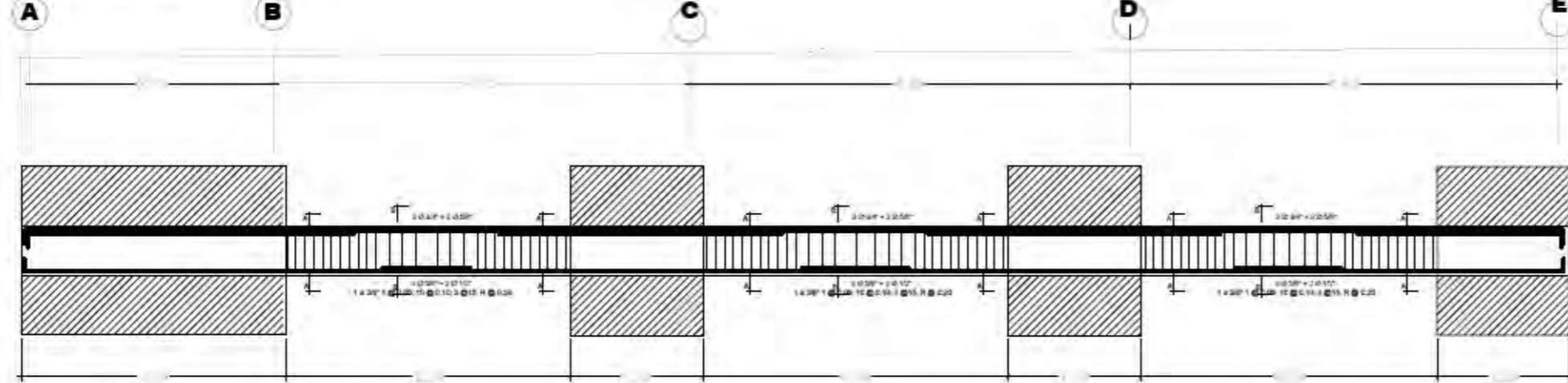
PUCP

DETALLE VIGAS EDIFICACIÓN MUROS ESTRUCTURALES

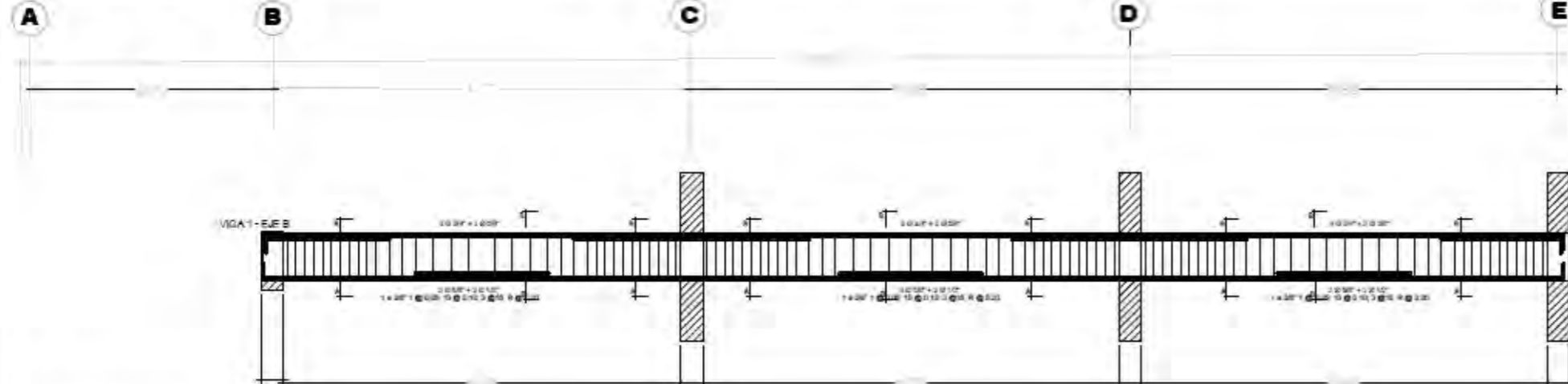
Escuela: Ingeniería
 Carrera: Ingeniería Civil
 Asesor: Msc. José Alejandro Aguilar Ampuero

ES - 2

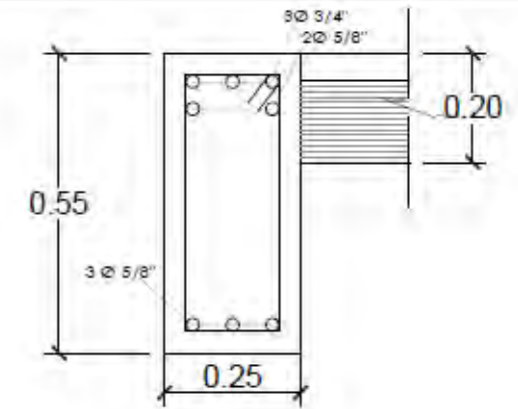
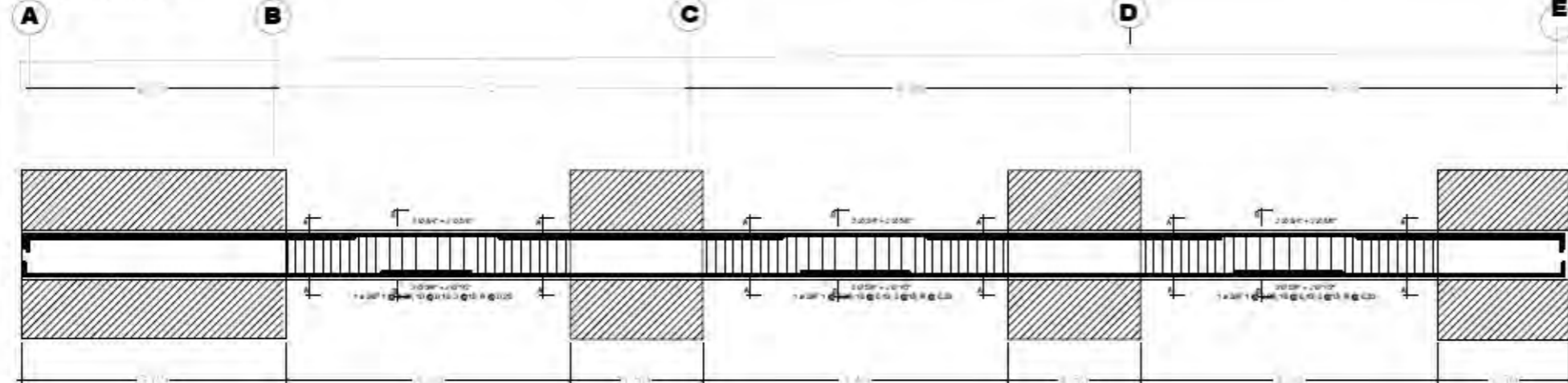
Viga V2 (0.25 X 0.55)m. - EJE 1
Escala: 1/20



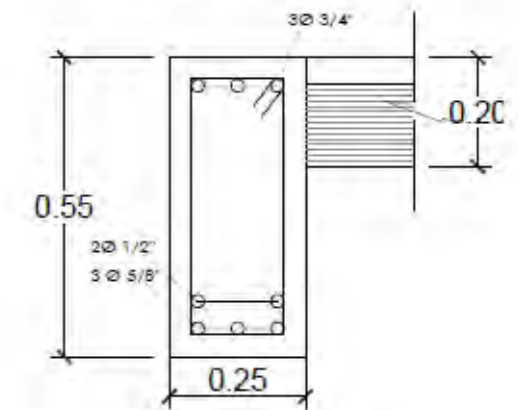
Viga V2 (0.25 X 0.55)m. - EJE 2
Escala: 1/20



Viga V2 (0.25 X 0.55)m. - EJE 3
Escala: 1/20



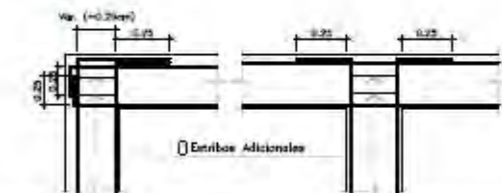
CORTE A-A
ESC: 1/10



CORTE B-B
ESC: 1/10

GANCHO 135°

#	Ø (mm)	L (mm)	A (mm)
2	1/4"	40	75
3	3/8"	60	75
4	1/2"	75	75
5	5/8"	100	100

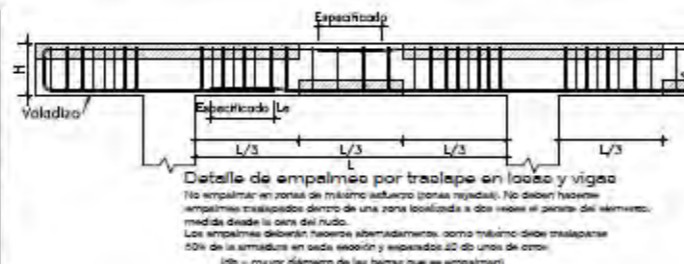


DETALLE DE GANCHO ESTANDAR

Ø	L (m)
3/8"	0.17
1/2"	0.15
5/8"	0.20
3/4"	0.25
1"	0.30

DETALLE DE DOBLADO DE ESTRIBOS EN COLUMNAS Y VIGAS

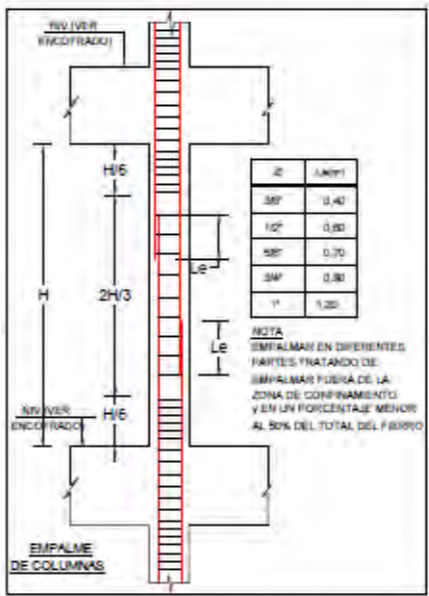
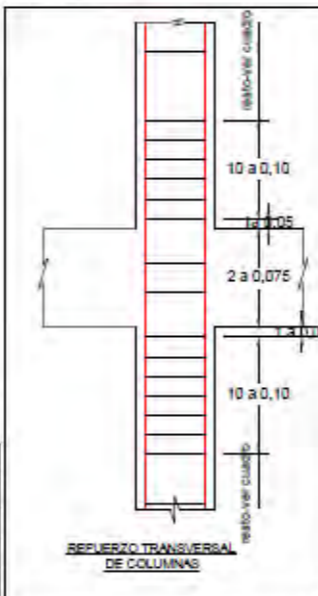
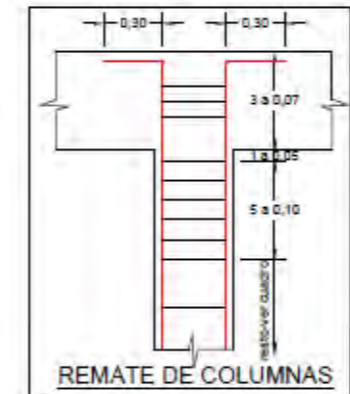
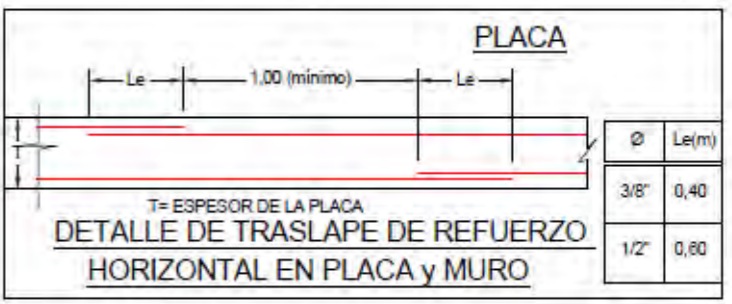
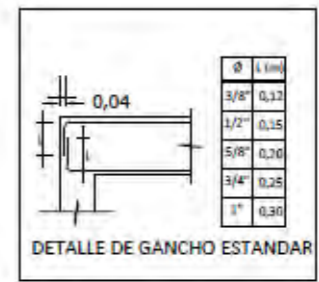
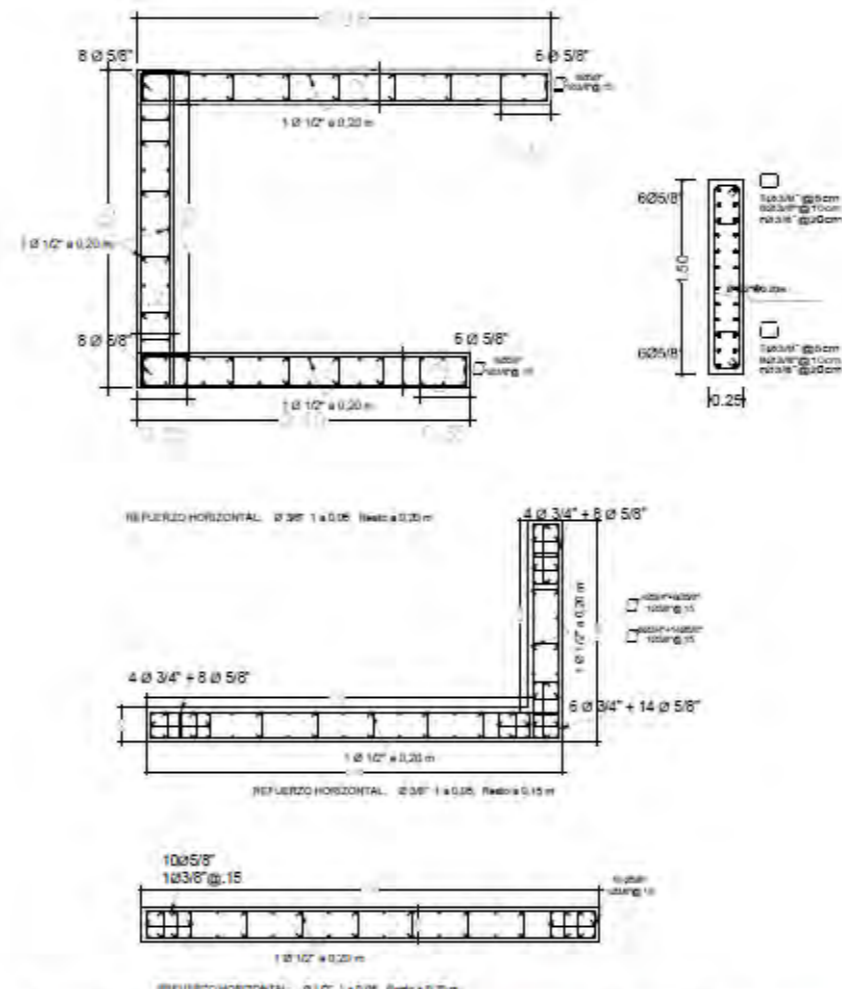
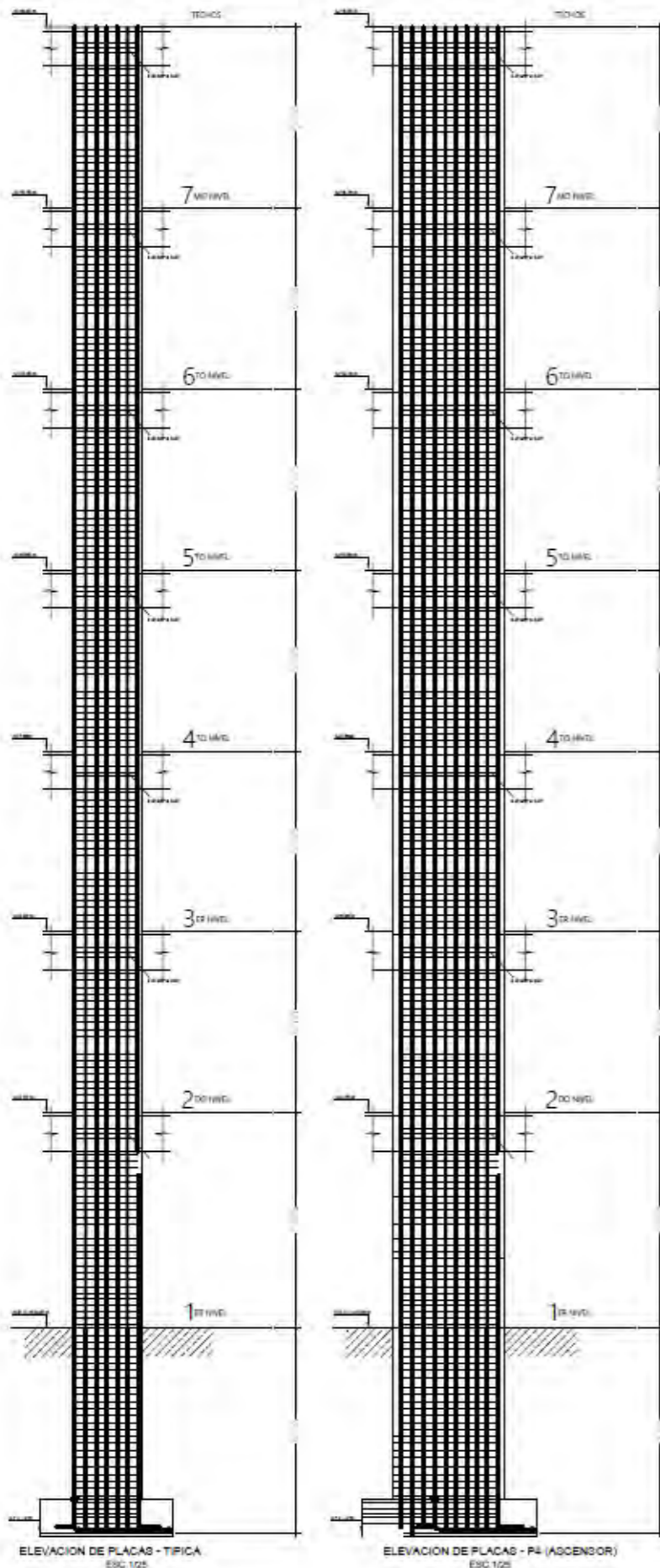
Ø	r (cm)	d (cm)
3/8"	8.3	6.5
1/2"	2.0	10.0
5/8"	3.5	12.5



JOSE ALEJANDRO AGUILAR AMPUERO

DETALLE VIGAS EDIFICACIÓN MUROS ESTRUCTURALES

	INSTITUCIÓN: PUCP DEPARTAMENTO: Lima PROVINCIA: Lima DISTRITO: Miraflores	ES - 3
	TÍTULO: Edificios FECHA: Octubre 2018	



ESP. TECNICAS GENERALES

CALIDAD DEL CONCRETO	
ORIENTACIÓN (ZARZAS Y VIGAS DE CONEXIÓN)	$f_c = 245$ Kg/cm ²
COLUMNAS Y PLACAS (A PARTIR DE 3ERA LOSA)	$f_c = 230$ Kg/cm ²
LOSAS Y VIGAS (A PARTIR DE 3ERA LOSA)	$f_c = 210$ Kg/cm ²

RECURRIMIENTOS	
ORIENTACIÓN (ZARZAS Y VIGAS DE CONEXIÓN)	0,080 m
PLACAS, COLUMNAS Y VIGAS	0,040 m
LOSAS SÓLIDAS Y ALIBRADAS	0,025 m

SORRECARGAS EN VIVIENDAS	
ADOSITA	100 Kg/cm ²
HABITACIONES	200 Kg/cm ²
CORREDORES Y ESCALERAS	200 Kg/cm ²

ESP. TECNICAS DEL ACERO

EMPALMES (L_e) Y ANCLAJES (L_d) DE ACERO
ACERO N.T.P. 340.031 $f_y = 4200$ Kg/cm² (en metros)

ϕ	l_{e1}	l_{e2}	L_d
3/8"	0,50	0,30	0,20
1/2"	0,65	0,40	0,25
5/8"	0,80	0,50	0,30
3/4"	0,95	0,60	0,40
1"	1,20	1,00	0,50

l_{e1} : longitud de empalme en vigas y losas
 l_{e2} : longitud de empalme en columnas y placas
 L_d : longitud de desarrollo en vigas (gancho 90°)

JOSE ALEJANDRO AGUILAR AMPUERO

DETALLE PLACAS EDIFICACIÓN MUROS ESTRUCTURALES

PUCP

DEPARTAMENTO: LIMA
PROVINCIA: LIMA
DISTRITO: Miraflores

ES - 4