



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Comparación del diseño sismorresistente empleando losas aligeradas  
convencionales versus VIGACERO, AA.HH Cruz de Motupe, San Juan de  
Lurigancho, 2018

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

David Jhon Cano Cisneros

ASESORA:

Dra. María Ysabel García Álvarez

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y estructural

LIMA – PERÚ

2018

## Página del jurado

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS</b>	Código : F07-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 29
--	---------------------------------------	--

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a), **CANO CISNEROS, DAVID JHON**

Cuyo título es: "**COMPARACIÓN DEL DISEÑO SISMORRESISTENTE EMPLEANDO LOSAS ALIGERADAS CONVENCIONALES VERSUS VIGACERO, AA.HH CRUZ DE MOTUPE, SAN JUAN DE LURIGANCHO, 2018**"

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: **12** (número) **DOCE** (letras).

Lima, San Juan de Lurigancho, 10 de Diciembre de 2018



Mgtr. Ing. **ESPIÑOZA SANDOVAL JAIME HEMAN**

PRESIDENTE



Mgtr. Ing. **RODRIGUEZ SOLIS CARMEN BEATRIZ**

SECRETARIO



Mgtr. Ing. **DELGADO ORTEGA HENRRY SAUL**

VOCAL

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

### **Dedicatoria**

Dedico la presente tesis con mucho esmero principalmente a mis queridos padres por el apoyo incondicional que siempre me brindaron y las constantes motivaciones para mantenerme firme y seguir hacia adelante a pesar de las adversidades.

## **Agradecimientos**

Agradezco infinitamente a dios, mis padres, los docentes que fueron parte de mi formación académica y especialmente a la Dra. María Ysabel Por el gran apoyo y asesoría poder lograr el presente trabajo de investigación y todos aquellos que siempre estuvieron en los momentos más difíciles.

### **Declaración De Autenticidad**

Yo, David Jhon Cano Cisneros con DNI N° 44743425, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la universidad César Vallejo.

Lima, 10 de diciembre del 2018



---

David Jhon Cano Cisneros  
DNI N° 44743425

## Presentación

Señores miembros del jurado, En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada: “Comparación del diseño sismorresistente empleando losas aligeradas convencionales versus VIGACERO, AA.HH Cruz de Motupe, San Juan de Lurigancho, 2018”, con la finalidad de poder establecer como propuesta mediante el análisis y diseño estructural de edificaciones de concreto armado el empleo de sistemas de losas aligeradas de entrepiso no convencional VIGACERO, ya que el empleo del mismo reduce considerablemente el peso propio del entrepiso y por ende de toda la estructura dando como resultado la optimización de elementos estructurales que resisten las cargas producidas por el sismo, siendo esta una opción técnica y económica para el diseño estructural de edificaciones. Las Notas bibliográficas provienen de meses de investigación y autores de diversas nacionalidades pero principalmente se recopiló información de Chile, Colombia y Ecuador, siendo estos países vecinos y pertenecientes al cinturón de fuego del Pacífico, ya que de este modo contrastan con la problemática de nuestro país. Para el desarrollo de la investigación se realizaron las verificaciones correspondientes a la normativa Peruana vigente, la cual establece parámetros y requerimientos mínimos, así como los datos necesarios para la conformidad y veracidad de la investigación. En el primer capítulo menciona la realidad problemática de las actuales sistemas no convencionales y losas aligeradas de entrepiso así como las bondades del mismo, luego los trabajos previos realizados por otros estudiantes profesores e investigadores, etc. Posterior a ello se menciona las teorías relacionadas que describen el tema general, la formulación del problema así como la justificación de estudio para posterior a ellos plantear la hipótesis y los objetivos tanto general como específico para la investigación. En el segundo capítulo se abordará los métodos de investigación, en el tercer capítulo describe los resultados obtenidos del desarrollo de la investigación, en el cuarto capítulo mencionará la discusión de resultados; en el quinto capítulo se establecen las conclusiones posterior a ello en el sexto capítulo se mencionarán las recomendaciones, en el séptimo capítulo se indicarán las referencias bibliográficas y finalmente en el octavo capítulo se registrarán todos los anexos.



---

David Jhon Cano Cisneros

## Índice

Página del jurado .....	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimientos.....	iv
Declaración De Autenticidad.....	v
Presentación.....	vi
Índice .....	vii
Resumen .....	xxv
Abstract.....	xxvi
I. INTRODUCCIÓN .....	27
1.1 Realidad problemática .....	28
1.2 Trabajos previos .....	29
1.2.1 Antecedentes Internacionales .....	29
1.2.2 Antecedentes Nacionales .....	31
1.3 Teorías relacionadas al tema.....	32
1.3.1 Diseño Sismorresistente .....	33
1.3.2 Análisis dinámico modal espectral.....	39
1.3.3 Requisitos de Rigidez Resistencia y Ductilidad .....	40
1.3.4 Losa Aligerada Convencionales .....	41
1.3.5 Losas aligerada con VIGACERO.....	43
1.4 Formulación del problema.....	47
1.4.1 Problema general .....	47
1.4.2 Problemas específicos.....	47
1.5 Justificación del estudio .....	48
1.5.1 Justificación teórica .....	48
1.5.2 Justificación metodológica .....	48

1.5.3	Justificación tecnológica.....	49
1.5.4	Justificación económica.....	49
1.6	Hipótesis .....	50
1.6.1	Hipótesis general .....	50
1.6.2	Hipótesis específicas.....	50
1.7	Objetivos.....	51
1.7.1	Objetivo general .....	51
1.7.2	Objetivos específicos .....	51
II.	MÉTODO .....	52
2.1	Diseño de la investigación.....	53
2.1.1	Tipo de investigación .....	53
2.1.2	Diseño de investigación.....	53
2.1.3	Nivel de investigación .....	53
2.2	Variables, operacionalización.....	54
2.2.1	Variables.....	54
2.2.2	Operacionalización de las variables .....	54
2.2.3	Matriz de Operacionalización de las variables .....	55
2.3	Población y muestra .....	56
2.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad ....	56
2.4.1	Técnica de recolección de datos .....	56
2.4.2	Instrumento de recolección de datos .....	56
2.4.3	Escala.....	57
2.4.4	Validez.....	57
2.4.5	Confiabilidad .....	58
2.5	Métodos de análisis de datos .....	58
2.5.1	Análisis de datos empleando el Software ETABS 2016 V 16.2 .....	58
2.6	Aspectos éticos .....	60



III.	ANALISIS DE RESULTADOS.....	61
3.1	Modelos analizados .....	62
3.1.1	Análisis y diseño estructural de la edificación empleando losas aligeradas convencionales .....	65
3.1.1.1	Estructuración del proyecto de vivienda multifamiliar .....	65
3.1.1.2	Predimensionamiento de elementos estructurales.....	66
3.1.1.2.1	Predimensionamiento de losa aligerada convencional .....	66
3.1.1.2.2	Predimensionamiento de viga.....	66
3.1.1.2.3	Predimensionamiento de columna.....	67
3.1.1.3	Análisis sísmico.....	67
3.1.1.3.1	Normas empleadas .....	67
3.1.1.3.2	Materiales.....	69
3.1.1.3.2.1	Concreto armado:.....	69
3.1.1.3.2.2	Acero corrugado grado 60 .....	69
3.1.1.3.2.3	Cargas por gravedad .....	70
3.1.1.3.2.4	Cargas muertas.....	70
3.1.1.3.2.5	Cargas vivas .....	71
3.1.1.3.2.6	Cargas por sismo.....	71
3.1.1.3.3	Definición de elementos estructurales en el programa ETABS 2016 V 16.2	73
3.1.1.3.4	Asignación de cargas .....	75
3.1.1.3.5	Análisis Estático (Según Norma E.030) .....	81
3.1.1.3.5.1	Verificación de la cortante dinámica .....	82
3.1.1.3.5.2	Participación de masas en casos modales .....	82
3.1.1.3.5.3	Verificación de cortante en la base .....	83
3.1.1.3.5.4	Análisis Estático (Según Periodos del Análisis Modal) .....	84
3.1.1.3.5.5	Verificación de la cortante dinámica respecto a la cortante estática en dirección X-X .....	85

3.1.1.3.5.6	Verificación de la cortante dinámica respecto a la cortante estática en dirección Y-Y .....	87
3.1.1.3.5.7	Máximos desplazamientos relativos de entrepiso.....	87
3.1.1.4	Verificación de irregularidades .....	90
3.1.1.4.1	Irregularidad estructural en planta .....	90
3.1.1.4.1.1	Irregularidad torsional.....	90
3.1.1.4.1.2	Esquinas entrantes.....	91
3.1.1.4.1.3	Discontinuidad del diafragma.....	91
3.1.1.4.1.4	Sistemas no paralelos.....	92
3.1.1.4.2	Irregularidad estructural en altura.....	92
3.1.1.4.2.1	Irregularidad de rigidez – Piso blando.....	92
3.1.1.4.2.2	Irregularidad de masa o peso .....	92
3.1.1.4.2.3	Irregularidad geometría vertical.....	93
3.1.1.4.2.4	Discontinuidad en los sistemas resistentes .....	93
3.1.1.5	Diseño de elementos estructurales .....	93
3.1.1.5.1	Diseño de Vigas .....	94
3.1.1.5.1.1	Distribución de acero longitudinal.....	96
3.1.1.5.1.2	Distribución de acero transversal.....	97
3.1.1.5.2	Diseño de Columna.....	98
3.1.1.5.3	Diseño de losa aligerada convencional.....	112
3.1.1.6	Diseño de cimentación .....	114
3.1.1.6.1	Diseño de zapata aislada .....	116
3.1.1.6.1.1	Predimensionamiento de zapata aislada .....	116
3.1.1.6.1.2	Determinación de esfuerzo neto del terreno .....	117
3.1.1.6.1.3	Condición de diseño por punzonamiento.....	118
3.1.1.6.1.4	Verificación la fuerza cortante por tracción diagonal.....	119
3.1.1.6.1.5	Diseño de acero en zapata por esfuerzos a flexión .....	119

3.1.2	Análisis y diseño estructural de la edificación empleando losas aligeradas VIGACERO .....	123
3.1.2.1	Estructuración del proyecto de vivienda multifamiliar .....	123
3.1.2.2	Predimensionamiento de elementos estructurales.....	124
3.1.2.2.1	Predimensionamiento de losa aligerada VIGACERO .....	124
3.1.2.2.2	Predimensionamiento de viga.....	124
3.1.2.2.3	Predimensionamiento de columna .....	125
3.1.2.3	Análisis sísmico.....	125
3.1.2.3.1	Materiales.....	126
3.1.2.3.1.1	Concreto armado:.....	126
3.1.2.3.1.2	Acero corrugado grado 60 .....	126
3.1.2.3.2	Cargas .....	127
3.1.2.3.2.1	Cargas por gravedad .....	127
3.1.2.3.2.2	Cargas muertas.....	127
3.1.2.3.2.3	Cargas vivas .....	128
3.1.2.3.2.4	Combinaciones de carga .....	128
3.1.2.3.2.5	Cargas por sismo.....	128
3.1.2.3.3	Definición de elementos estructurales en el programa ETABS 2016 V 16.2	130
3.1.2.3.4	Asignación de cargas .....	133
3.1.2.3.5	Análisis Estático (Según Norma E.030) .....	139
3.1.2.3.5.1	Verificación de la cortante dinámica .....	140
3.1.2.3.5.2	Participación de masas en casos modal .....	140
3.1.2.3.5.3	Verificación de cortante en la base .....	141
3.1.2.3.5.4	Análisis Estático (Según Periodos del Análisis Modal) .....	142
3.1.2.3.5.5	Verificación de la cortante dinámica respecto a la cortante estática en dirección X-X .....	143

3.1.2.3.5.6	Verificación de la cortante dinámica respecto a la cortante estática en dirección Y-Y .....	145
3.1.2.3.5.7	Máximos desplazamientos relativos de entrepiso.....	145
3.1.2.4	Verificación de irregularidades .....	147
3.1.2.4.1	Irregularidad estructural en planta .....	147
3.1.2.4.1.1	Irregularidad torsional.....	147
3.1.2.4.1.2	Esquinas entrantes.....	149
3.1.2.4.1.3	Discontinuidad del diafragma.....	149
3.1.2.4.1.4	Sistemas no paralelos.....	149
3.1.2.4.2	Irregularidad estructural en altura.....	150
3.1.2.4.2.1	Irregularidad de rigidez – Piso blando.....	150
3.1.2.4.2.2	Irregularidad de masa o peso .....	150
3.1.2.4.2.3	Irregularidad geometría vertical.....	151
3.1.2.4.2.4	Discontinuidad en los sistemas resistentes .....	151
3.1.2.5	Diseño de elementos estructurales .....	151
3.1.2.5.1	Diseño de Vigas .....	152
3.1.2.5.1.1	Distribución de acero longitudinal.....	154
3.1.2.5.1.2	Distribución de acero transversal.....	155
3.1.2.5.2	Diseño de Columna.....	156
3.1.2.5.3	Diseño de losa aligerada VIGACERO.....	169
3.1.2.6	Diseño de cimentación .....	171
3.1.2.6.1	Diseño de zapata aislada .....	173
3.1.2.6.1.1	Predimensionamiento de zapata aislada .....	173
3.1.2.6.1.2	Determinación de esfuerzo neto del terreno .....	174
3.1.2.6.1.3	Condición de diseño por punzonamiento.....	175
3.1.2.6.1.4	Verificación la fuerza cortante por tracción diagonal.....	176
3.1.2.6.1.5	Diseño de acero en zapata por esfuerzos a flexión .....	176

3.1.3 Comparación de resultados del análisis y diseño sismorresistente de la estructura empleando losas aligeradas convencionales y losas aligeradas con VIGACERO.....	180
IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	182
V. CONCLUSIONES .....	184
VI. RECOMENDACIONES .....	187
VII. REFERENCIAS .....	189
VIII. ANEXOS .....	193

## Índice de tablas

Tabla 1 Factor de zona.....	34
Tabla 2 Clasificación del perfil de suelo .....	34
Tabla 3 Factor de suelo según zona.....	35
Tabla 4 Periodos según perfil del suelo.....	35
Tabla 5 Categoría y uso de la edificación.....	36
Tabla 6 Sistemas estructurales.....	36
Tabla 7 Coeficiente básico de reducción según el sistema estructural.....	37
Tabla 8 Irregularidades en altura .....	38
Tabla 9 Irregularidad en planta.....	38
Tabla 10 Distorsiones máximas.....	41
Tabla 11 Pesos de losa aligerada según espesor.....	43
Tabla 12 Característica de vigueta con VIGACERO .....	45
Tabla 13 Características de casetones .....	46
Tabla 14 Nivel de investigación .....	53
Tabla 15 Comparación del diseño sismorresistente empleando losas aligeradas convencionales versus VIGACERO en el AA.HH Cruz de Motupe, San Juan de Lurigancho, 2018.....	55
Tabla 16 Técnica e instrumento de recolección de datos .....	56
Tabla 17 Escala de medición de variables.....	57
Tabla 18 Peso propio según espesor de losa y luz libre .....	66
Tabla 19 Peso de tabiquería.....	70
Tabla 20 Datos para el análisis dinámico .....	71
Tabla 21 Seudo aceleraciones vs periodo.....	72
Tabla 22 Datos para el análisis estático en dirección X-X, Y-Y.....	81
Tabla 23 Participación de masas en casos modales.....	82
Tabla 24 Participación de masas con 6 modos de vibración .....	83
Tabla 25 Reacción en la base .....	83
Tabla 26 Verificación de cortante estática y dinámica.....	83
Tabla 27 Periodo de la estructura en el primer modo de vibración.....	84
Tabla 28 Análisis Estático (Según periodos del análisis Modal) en dirección X-X.....	84
Tabla 29 Verificación de la fuerza cortante dinámica respecto a la fuerza cortante estática en dirección X-X .....	85

Tabla 30 Verificación de la fuerza cortante dinámica respecto a la fuerza cortante estática en dirección Y-Y .....	86
Tabla 31 Modificación del periodo de la estructura según análisis estático en dirección Y-Y .....	86
Tabla 32 Verificación de la cortante dinámica respecto a la cortante estática en dirección Y-Y .....	87
Tabla 33 Máximos desplazamientos relativos en dirección X-X.....	88
Tabla 34 Máximos desplazamientos relativos en la dirección Y-Y .....	89
Tabla 35 Verificación de irregularidad torsional en dirección X-X.....	90
Tabla 36 Verificación de irregularidad torsional en dirección Y-Y .....	90
Tabla 37 Verificación de irregularidad de piso blando en dirección X-X.....	92
Tabla 38 Verificación de irregularidad de piso blando en dirección Y-Y.....	92
Tabla 39 Irregularidad de masa o peso.....	93
Tabla 40 Resumen de cálculo de viga .....	95
Tabla 41 Resultados del programa de cálculo .....	96
Tabla 42 Carga axial y momento en columna (0 grados).....	101
Tabla 43 Carga axial y momento en columna (15 grados).....	102
Tabla 44 Carga axial y momento en columna (30 grados).....	103
Tabla 45 Carga axial y momento en columna (45 grados).....	104
Tabla 46 Carga axial y momento en columna (60 grados).....	105
Tabla 47 Carga axial y momento en columna (75 grados).....	106
Tabla 48 Carga axial y momento en columna (90 grados).....	107
Tabla 49 Esfuerzo a compresión y momento según combinaciones de carga en colm. 0.50mx0.50m.....	108
Tabla 50 Carga axial y momento según combinación de carga N°4.....	109
Tabla 51 Carga axial y momento según combinación de carga N°7.....	109
Tabla 52 Carga muerta y carga viva de estructura con losas aligeradas convencionales .....	116
Tabla 53 Datos para diseño de zapata aislada .....	117
Tabla 54 Valores para cuantía balanceada .....	120
Tabla 55 Longitud de desarrollo de acero longitudinal según diámetro de varilla .....	120
Tabla 56 Predimensionamiento de losa aligerada VIGACERO.....	124
Tabla 57 Peso propio de losa aligerada de VIGACERO.....	127
Tabla 58 Peso de tabiquería en vigas.....	128

Tabla 59 Factores para análisis sísmico en losa aligerada en VIGACERO .....	129
Tabla 60 Periodo de la estructura con losa aligerada VIGACERO.....	129
Tabla 61 Factores para el análisis estático según la norma E.030.....	139
Tabla 62 Participación de masa en casos modal.....	140
Tabla 63 Participación de masas con 4 modos de vibración .....	141
Tabla 64 Verificación con la carga estática respecto a la dinámica .....	141
Tabla 65 Cortante estática respecto a la cortante dinámica dirección Y-Y.....	142
Tabla 66 Periodo de la estructura en dirección X-X en primer modo de vibración .....	142
Tabla 67 Modificación del análisis estático respecto al análisis dinámico X-X .....	142
Tabla 68 Verificación de la cortante dinámica a la cortante estática en dirección X-X.....	143
Tabla 69 Mayor participación de masas en dirección Y-Y .....	144
Tabla 70 Modificación de factores para análisis estático en dirección Y-Y .....	144
Tabla 71 Verificación de la cortante dinámica respecto a la cortante en dirección Y-Y .....	145
Tabla 72 Derivas en estructura con losa aligerada en VIGACERO en dirección X-X .....	146
Tabla 73 Derivas en estructura con losa aligerada en VIGACERO en dirección Y-Y .....	147
Tabla 74 Verificación de irregularidad torsional en dirección X-X.....	148
Tabla 75 Verificación de irregularidad torsional en dirección Y-Y .....	148
Tabla 76 Verificación de irregularidad de rigidez en dirección X-X .....	150
Tabla 77 Verificación de irregularidad de rigidez en dirección Y-Y .....	150
Tabla 78 Verificación de Irregularidad de masa o peso de la estructura con VIGACERO .....	151
Tabla 79 Resultados de Programa de Cálculo .....	153
Tabla 80 Momento máximos en viga según programa de cálculo .....	154
Tabla 81 Carga axial y momento en columna (0 grados) Colm 0.40x0.40m.....	159
Tabla 82 Carga axial y momento en columna (15 grados) Colm 0.40x0.40m.....	160
Tabla 83 Carga axial y momento en columna (30 grados) Colm 0.40x0.40m.....	161
Tabla 84 Carga axial y momento en columna (45 grados) Colm 0.40x0.40m.....	162
Tabla 85 Carga axial y momento en columna (60 grados) Colm 0.40x0.40m.....	163
Tabla 86 Carga axial y momento en columna (75 grados) Colm 0.40x0.40m.....	164
Tabla 87 Carga axial y momento en columna (90 grados) Colm 0.40x0.40m.....	165
Tabla 88 Carga axial y momentos según las combinaciones de carga en la columna 0.40mx0.40m.....	166
Tabla 89 Combinación de Carga N°4.....	167



Tabla 90 Combinación de Carga N°4.....	167
Tabla 91 Características de Vigüeta prefabricada VIGACERO .....	169
Tabla 92 Características de Casetón de poliestireno expandido EPS.....	170
Tabla 93 Dimensiones de Espesor de Losa Según carga última .....	170
Tabla 94 Carga Muerta y Carga Viva obtenida de programa de cálculo .....	173
Tabla 95 Datos para cálculo de zapata aislada en estructura con VIGACERO .....	174
Tabla 96 Valores de Ru para cuantilla de acero .....	177
Tabla 97 Longitud de desarrollo de acero longitudinal según diámetro de varilla .....	178
Tabla 98 Cuadro comparativo de resultado de estructura con losas aligeradas convencionales vs VIGACERO. ....	180

## Índice de figuras

Figura 1: Mapa de Zonificación sísmica. Recuperado del Reglamento Nacional de Edificaciones E.030 (2018). .....	33
Figura 2: Sistema de losas de entresijos. Recuperado del Manual VIGACERO (2016)	42
Figura 3: Losa aligerada convencional. Recuperado de Harmsen (2006). .....	42
Figura 4: Losa aligerada con VIGACERO. Recuperado del Manual VIGACERO (2016). .....	44
Figura 5: Características del sistema VIGACERO. Recuperado de Manual VIGACERO (2016). .....	44
Figura 6: Detalle de vigueta en losa aligerada con VIGACERO. Recuperado de Manual VIGACERO (2016). .....	45
Figura 7: Casetones de poliestireno expandido. Recuperado de Manual VIGACERO (2016) .....	46
Figura 8: Malla de temperatura. Recuperado Manual de VIGACERO (2016). .....	47
Figura 9: Ubicación del proyecto Vivienda Multifamiliar. Recuperado de Google Earth Pro.....	62
Figura 10: Situación actual del proyecto Vivienda Multifamiliar. Elaboración propia.	62
Figura 11: Fachada del proyecto de vivienda multifamiliar. Elaboración propia. ....	63
Figura 12: Plano de distribución en planta del proyecto de vivienda multifamiliar. Elaboración propia.....	64
Figura 13: Estructuración del proyecto de vivienda multifamiliar. Elaboración Propia.	65
Figura 14: Modelo matemático de la vivienda multifamiliar. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2. ....	68
Figura 15: Sección de los elementos estructurales con losas aligeradas convencionales Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2. ....	68
Figura 16: Propiedades de concreto. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2. ....	69
Figura 17: Propiedades de acero. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2. ....	70
Figura 18: Espectro de diseño. Elaboración propia. ....	72
Figura 19: Definición de viga. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2..	73
Figura 20: Definición de columna. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2. ....	73

Figura 21: Definición de Losa aligerada. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2. ....	74
Figura 22: Secciones de los elementos estructurales. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.....	74
Figura 23: Asignación de cargas producidas por la tabiquería en las vigas. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2. ....	75
Figura 24: Asignación de carga muerta y carga viva de 1-4 nivel. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2. ....	76
Figura 25: Asignación de carga muerta y carga viva en techo. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2. ....	77
Figura 26: Patrones de carga. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2. ...	77
Figura 27: Casos de carga. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2. ....	77
Figura 28: Carga por sismo en dirección X-X. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2. ....	78
Figura 29: Carga por sismo en dirección Y-Y. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2. ....	78
Figura 30: Desplazamiento en dirección X-X. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2. ....	78
Figura 31: Desplazamiento en dirección Y-Y. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2. ....	79
Figura 32: Masa sísmica de la estructura. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2. ....	79
Figura 33: Espectro de diseño según la norma E.030. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.....	79
Figura 34: Diafragma rígido por cada nivel. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2. ....	80
Figura 35: Brazos rígidos en elementos Frame. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2. ....	80
Figura 36: Modificación de los coeficientes C y K en la carga estática X-X. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2. ....	85
Figura 37: Modificación de los coeficiente C y K de la carga estática en dirección Y-Y. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2. ....	87
Figura 38: Máximos desplazamientos relativos en dirección X-X. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2. ....	88

Figura 39: Diagrama de máximos desplazamientos relativos en dirección X-X. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2. ....	88
Figura 40: Máximos desplazamientos relativos en dirección Y-Y. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2. ....	89
Figura 41: Diagrama de máximos desplazamientos relativos en dirección Y-Y. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2. ....	89
Figura 42: Área total del diafragma en losa aligerada. Elaboración propia. ....	91
Figura 43: Combinaciones de carga. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2. ....	94
Figura 44: Área de acero en vigas. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2. ....	95
Figura 45: Corte transversal. Elaboración propia. ....	96
Figura 46: Distribución de acero de refuerzo transversal en viga. Recuperado del RNE RNE E.060 (2016). ....	97
Figura 47: distribución de acero transversal. Elaboración propia. ....	98
Figura 48: Área de acero en columnas en dirección Y-Y. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2. ....	98
Figura 49: Área de acero en columnas en dirección X-X. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2. ....	99
Figura 50: Diagrama de interacción P vs Mo (0 grados). Elaboración propia. ....	101
Figura 51: Diagrama de interacción P vs Mo (15 grados). Elaboración propia. ....	102
Figura 52: Diagrama de interacción P vs Mo (30 grados) Nota: Elaboración propia. .	103
Figura 53: Diagrama de interacción P vs Mo (45 grados). Elaboración propia. ....	104
Figura 54: Diagrama de interacción P vs Mo (60 grados). Elaboración propia. ....	105
Figura 55: Diagrama de interacción P vs Mo (75 grados). Elaboración propia. ....	106
Figura 56: Diagrama de interacción P vs Mo (90 grados). Elaboración propia. ....	107
Figura 57: Diagrama de interacción de columna con combinación 0.9CM+SY. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2. ....	109
Figura 58: Diagrama de interacción de columna con combinación 1.25 (CM+CV)+SX. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2. ....	110
Figura 59: Modelo matemático con losas aligeradas convencionales. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2. ....	112
Figura 60: Viguetas de losa aligerada. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2. ....	112

Figura 61: Detalle de losa aligerada. Elaboración propia.....	114
Figura 62: Exportación de puntos carga muerta cara viva para cimentación. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2. ....	115
Figura 63: Zapatas aisladas en sistema estructural empleando losas aligeradas convencionales. Elaboración propia. ....	122
Figura 64: Estructuración de proyecto empleando VIGACERO. Elaboración propia. ....	123
Figura 65: Modelo matemático de estructura empleando VIGACERO. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.....	125
Figura 66: Definición de material de concreto en programa. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2. ....	126
Figura 67: Definición de acero en el programa. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2. ....	127
Figura 68: Espectro de diseño en Estructura con VIGACERO. Elaboración propia. ..	130
Figura 69: Definición de viga estructural. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2. ....	130
Figura 70: Definición de columna en programa. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2. ....	131
Figura 71: Definición de losa aligerada en VIGACERO. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.....	131
Figura 72: Secciones de elementos estructurales en modelo matemático. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2. ....	132
Figura 73: Asignación de cargas de tabiquerías en viga. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.....	133
Figura 74: Asignación de carga muerta en losa aligerada VIGACERO. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.....	134
Figura 75: Asignación de cargas en techo en VIGACERO. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2. ....	135
Figura 76: Patrones de carga en programa. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2. ....	135
Figura 77: Casos de carga en . Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.....	135
Figura 78: Configuración de carga por sismo en dirección X-X. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2. ....	136
Figura 79: Configuración de carga por sismo en dirección Y-Y. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2. ....	136

Figura 80: Configuración para obtener desplazamientos en X-X. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2. ....	136
Figura 81: Configuración para obtener desplazamientos en Y-Y. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2. ....	137
Figura 82: Configuración para masa sísmica de la estructura. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2. ....	137
Figura 83: Configuración de espectro de diseño para la estructura con losa aligerada VIGACERO. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2. ....	138
Figura 84: Asignación de diafragma rígido en modelo matemático. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2. ....	138
Figura 85: Asignación de brazos rígidos en los elementos Frame. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2. ....	139
Figura 86: Modificación de coeficientes C y K en análisis estatico en dirección X-X. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2. ....	143
Figura 87: Modificación de los factores C y K en el análisis estático en dirección Y-Y. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2. ....	145
Figura 88: Máximos desplazamientos relativos en dirección X-X. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2. ....	146
Figura 89: Máximos desplazamientos relativos en dirección Y-Y. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2. ....	147
Figura 90: Verificación de área libre en diafragma de la estructura. Elaboración propia. ....	149
Figura 91: Combinaciones de carga. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2. ....	152
Figura 92: Área de acero en vigas en estructura con VIGACERO. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2. ....	153
Figura 93: Distribución de acero de refuerzo transversal. Recuperado de RNE E.060 (2016). ....	155
Figura 94: Distribución de acero transversal en Viga. Elaboración propia. ....	156
Figura 95: Área de acero en columnas en dirección X-X. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2. ....	156
Figura 96. Área de acero en columnas en dirección Y-Y. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2. ....	157
Figura 97: Diagrama de interacción P vs Mo. Elaboración propia. ....	159

Figura 98: Diagrama de interacción P vs Mo. Elaboración propia. ....	160
Figura 99: Diagrama de interacción P vs Mo. Elaboración propia. ....	161
Figura 100: Diagrama de interacción P vs Mo. Elaboración propia. ....	162
Figura 101: Diagrama de interacción P vs M. Elaboración propia. ....	163
Figura 102: Diagrama de interacción P vs Mo. Elaboración propia. ....	164
Figura 103: Diagrama de interacción P vs Mo. Elaboración propia. ....	165
Figura 104: Diagrama de interacción de columna 0.40x0.40 con combinación 0.9CM+SY. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2. ....	167
Figura 105: Diagrama de interacción de columna 0.40x0.40 con combinación 0.9CM+SX. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2. ....	167
Figura 106: Corte transversal en losa aligerada con VIGACERO. Elaboración propia. .....	171
Figura 107: Malla electrosoldada en losa aligerada con VIGACERO. Recuperado de Manual de VIGACERO (2016). ....	171
Figura 108: Exportación de puntos carga muerta cara viva para cimentación de estructura con VIGACERO. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2. ....	172

## Índice de anexos

Anexo 1 Matriz de consistencia .....	194
Anexo 2 Validación de instrumento de investigación.....	195
Anexo 3 Instrumento de recolección de datos.....	214
Anexo 4 Habilidad de profesional de validación de datos .....	217
Anexo 5 Solicitud de documentos para desarrollo de tesis .....	218
Anexo 6 Estudio de suelos del con fines de cimentación del proyecto de vivienda multifamiliar .....	220
Anexo 7 Resultado de turnitin.....	226



## Resumen

La finalidad del presente trabajo de investigación tiene como objetivo realizar una comparación del diseño sismorresistente del proyecto multifamiliar de cinco niveles ubicado en la Manzana H Lote 10 en el asentamiento humano Cruz de Motupe grupo 1, en el distrito de San Juan de Lurigancho, departamento de Lima durante el periodo de marzo a diciembre del 2018, empleando losas aligeradas convencionales para un primer diseño sismorresistente en la edificación versus otro diseño sismorresistente de la misma edificación empleando losas aligeradas con el sistema VIGACERO.

El proyecto de investigación Tiene como objetivo general comparar los resultados del diseño sismorresistente de una edificación empleando para un primer caso las losas aligeradas convencionales y para otro caso la misma edificación pero en esta ocasión empleando el sistema de losa aligerada con VIGACERO con la finalidad de comprobar si la disminución del peso propio de la estructura empleando losas aligeradas con VIGACERO puede disminuir las dimensiones de los elementos estructurales en el diseño sismorresistente del proyecto multifamiliar cumpliendo con las verificaciones y requisitos mínimos según indica la normativa Peruana vigente.

La metodología de la investigación presenta un enfoque cuantitativo cuyo diseño es no experimental de corte transversal con un nivel de investigación descriptivo – comparativo, para dicha comparación se determinaron las siguientes variables: Diseño sismorresistente de una edificación empleando losas aligeradas convencionales y diseño sismorresistente de una edificación empleando losas aligeradas con VIGACERO, cuya población y muestra será la edificación de cinco niveles el cual será objeto de estudio en la comparación del diseño sismorresistente, utilizando el programa de ETABS 2016 V 16.2 y fichas de recolección de datos como son: el estudio de mecánica de suelos, plano de arquitectura, para el desarrollo y obtención de resultados del proyecto de investigación.

**Palabras Clave:** Diseño sismorresistente, losas aligeradas convencionales, losas aligeradas con VIGACERO, Programa ETABS 2016 V.16.2.

## **Abstract**

The purpose of the research is the objective of a project of a five-level family project located in the Apple. Lot 10 in the human settlement Cruz de Motupe group 1, in the district of San Juan de Lurigancho, department of Lima, during the period from March to December 2018, using the principles of a first seismic design in the construction compared to another seismic design of the same building using the lightened ones with the VIGACERO system.

The general objective of the research project is the results of the seismic design of a building, using for the first case the first lightened with the same appearance. The reduction of the weight of the structure using the links with the VIGACERO can reduce the dimensions of the elements in the seismic design of the multifamily project, complying with the verifications and requirements.

The methodology of the research presents a quantitative approach whose design is not experimental of cross section with a level of descriptive - comparative research, so that the following variables can be determined: Seismic design of a building using the lightened and the seismic design of a building using the activities with VIGACERO, with which the building is shown, the levels, which become the object of the study in the seismic design, the ETABS 2016 V 16.2 program and the data collection forms such as: the study of soil mechanics, architecture plan, for the development and obtaining of results of the research project.

**Keywords:** seismic design, conventional lightened slabs, lightened lighters with VIGACERO, ETABS 2016 V.16.2 Program.

# **I. INTRODUCCIÓN**

## 1.1 Realidad problemática

las edificaciones de uso de vivienda emplean por lo general losas aligeradas unidireccionales como un sistema de losa de entrepiso en el cual se usan; viguetas de concreto armado vaciadas insitu con ladrillos de arcilla como material aligerante para dicho sistema, del cual se ha establecido un peso por metro cuadrado de según el espesor a emplear (Harmsen, 2002), de modo que se ha estandarizado el empleo de este sistema dejando a un lado los diversos sistemas de losas aligeradas no convencionales y prefabricados que han demostrado diversos beneficios en la industria de la construcción, cabe resaltar que existen diversos sistemas de losas de entrepiso con peso propio mucho menor a las losas aligeradas convencionales.

El poliestireno expandido es un material que se está empleando en la actualidad como componente aligerante en diversos sistemas de losas de entrepiso, uno de ellos es el sistema VIGACERO, el cual presenta viguetas prefabricadas de perfil de acero con casetones de poliestireno expandido. (SENCICO, 2014). Dando como resultado un sistema de losa de entrepiso mucho más liviano, disminuyendo de esta manera el peso de la estructura, es por ello que se podría estimar la disminución de la sección de las estructuras que soportan cargas por gravedad de la edificación y también producidas por el sismo, dando como resultado una opción técnica económica para el usuario.

Un factor muy importante para el diseño sismorresistente de edificaciones es la masa de la estructura ya que las fuerzas sísmicas tiene la característica de producir aceleraciones instantáneas, estas aceleraciones provocan excitaciones en la estructura ya que estas no son más que fuerzas proporcionales al peso de la estructura. (Villa Garcia, 2002).

Es por ello que se plantea realizar el diseño sismorresistente de una edificación empleando losas aligeradas convencionales para posteriormente realizar una comparación con el diseño sismorresistente de la misma edificación empleando en este caso losas aligeradas con VIGACERO, con la finalidad de comprobar si la edificación con estas últimas pueden reducir las secciones de los elementos estructurales en el diseño sismorresistente del proyecto de vivienda multifamiliar, siempre y cuando este cumpla con las verificaciones de la normativa Peruana vigente.

## **1.2 Trabajos previos**

Se basan en mostrar un análisis crítico de diversas investigaciones con la finalidad de obtener un enfoque metodológico, especificando su relevancia y diferencias de la investigación propuesta y las circunstancias que lo justifican. El cual pretende destacar aquellas investigaciones, tesis, artículos científicos, etc. Que puedan reforzar la sustentación de la presente investigación, para ello se indagó diversos documentos nacionales e internacionales obteniendo resultados productivos.

### **1.2.1 Antecedentes Internacionales**

En Colombia Sanabria (2017) en su tesis: “Análisis comparativo entre procesos de diseño y construcción de los sistemas tradicional y prefabricado de losas de entrepiso para edificaciones de hasta 4 niveles” en el trabajo de investigación el autor analizó los procesos constructivos de los métodos tradicional y prefabricado, contextualizando en primer lugar las características más representativas de ambos métodos, con el fin de encontrar las diferencias que existen en el diseño y construcción de la estructura del mismo edificio, con los mismos materiales pero con diferente método (tradicional – prefabricado) para posteriormente, Cuantificar las bondades derivadas del análisis comparativo entre ambos sistemas. En la investigación se determinó cualitativamente las diferencias de los sistemas industriales de la construcción en Colombia comparando con la construcción tradicional. Para realizar la comparación entre los procesos de diseño y construcción de ambos sistemas, se desarrolló un ejemplo práctico en las variables que intervienen en el proyecto construido con losas de entrepiso prefabricadas tipo losa alveolar y losa de concreto armado denominado caso “A” y el mismo proyecto pero construido empleando métodos convencionales tipo losa de entrepiso in situ aligerada caso”. El desarrollo de estudio, se basó en un proyecto que se construye dentro de un centro comercial, teniendo en cuenta que dicha edificación tuvo un proyecto con elementos prefabricados, Se delimitó dos etapas generales, como son el diseño y la construcción, y con estas se indicaron los parámetros de análisis que permitieron concluir un caso con otro, para el cual se consideró los siguientes aspectos: Peso de la estructura, calidad de los materiales, cantidad de materiales, costo directo, duración de actividades y control de desperdicios. Ante la presencia de un sismo, si la estructura es más liviana menor será la fuerza de inercia en respuesta al sismo que tendrá soportar, además una estructura con una masa muy grande, se puede mover con mayor intensidad y por lo tanto transmitirá mayor esfuerzos a sus elementos estructurales, por otro parte, si es menor el

peso de la estructura, menores serán las cargas gravitacionales transmitidas a la infraestructura, lo cual implica una disminución de costo de la misma, de los resultados obtenidos se estableció que el uso de elementos prefabricados representa una condición favorable para la losa de entrepiso de la edificación. Por otra parte, el uso de materiales con mayores exigencias, tales como el empleo de concreto con alto desempeño, asegura la calidad y la alta resistencia de los elementos estructurales, garantizando así, durabilidad al producto entregado y protegiendo la inversión del usuario final de la edificación. De este modo el autor concluyo que los sistemas constructivos in situ y prefabricados, presentan aspectos con aplicación similar en el ámbito de las edificaciones; en concordancia con la normativa vigente por otra parte en lo que refiere al diseño, en aspectos como estudios geotécnicos, diseños preliminares, evaluación de cargas, procedimientos de diseño y análisis sísmico y diseño de la cimentación, se comportan de la misma manera. Así mismo se concluyó que el uso de sistemas in situ es favorable respecto al uso de prefabricados. De acuerdo a criterios evaluados que se evidenciaron y que en el empleo de sistemas prefabricados de losas de entrepiso es ampliamente más favorable que el uso de sistemas de losas aligeradas tradicionales ya que si bien es cierto, han sido pocas las investigaciones, los resultados han ido incrementando en la calidad de las construcciones, cumplimiento de plazos y la sostenibilidad en la construcción.

En Ecuador Avecillas (2016) en su tesis: “Alternativa estructural - constructiva de entrepisos y techos de hormigón armado con bloques de poliestireno expandido” explicó la aplicación del poliestireno expandido de alta densidad EPS como material aligerante con las viguetas de secciones tipo T, en este modelo la alternativa estructural se calculó realizando un análisis matemático. En la primera parte se realizaron los métodos del análisis y estructural, posterior a ello se realizó el diseño estructural sismorresistente, identificando que el empleo de poliestireno expandido disminuía considerablemente el peso propio del entrepiso, así mismo pudo resaltar en el análisis estructural que las deformaciones se reducían.. El autor concluyó que en el análisis y diseño estructural las soluciones mencionadas presentaron resultados muy satisfactorios para las losas aligeradas con bovedillas de EPS con respecto a las demás opciones tomadas de referencia, en los entrepisos de concreto armado el acero es uno de los materiales con mayor relevancia de este modo se pudo ver que en losas de poliestireno expandido fue menor el consumo, además que el producto de poliestireno expandido brinda ventajas como aislante térmico y acústico así como disminuye desechos y escombros, aumentando

la productividad del trabajo, disminuye los plazos de ejecución de obra, todo esto por ser un sistema de losa aligerada más liviano.

En Chile Cofre (2003) en su tesis titulada: “Bovedillas de EPS (Poliestireno expandido) una alternativa para la construcción de losas prefabricadas” determinó la factibilidad económica al construir una losa de concreto reforzado convencional y una losa aligerada con Bovedillas de poliestireno expandido EPS, al comenzar el autor se basa en un análisis comparativo para ambos sistemas de losas de entrepiso. Para estos casos se consideró las losas con un espesor de 16 cm. Con un modelo matemático de losa simplemente apoyado de este modelo analizó las diferentes etapas de construcción del sistema; además se realizó un estudio técnico comparativo y económico entre el sistema propuesto para esta investigación y el sistema tradicional de losa de concreto reforzado. El autor considero que este sistema constructivo de losas constituye una alternativa verdaderamente útil, que se puede desarrollar y utilizar masivamente en diversas áreas como construcción de edificios, el autor tuvo como objetivo presentar un nuevo modelo de material para la construcción de losas de entrepiso prefabricadas conocido como bovedilla, con poliestireno expandido, desde un punto de vista de confort resulta un material con aislamiento térmico y un eficiente material para la construcción de las bovedillas de EPS, ya que a mayor cantidad de pisos a de una edificación habrá mayor ahorro efectivo en los demás elementos estructurales. Finalmente el autor pudo concluir que las losas prefabricadas resultan ser una buena alternativa, ya que con su empleo se logra una mayor eficiencia, en el proceso de construcción de losas de entrepiso con buena calidad, y con disminución de costos tanto en forma directa como indirecta.

### **1.2.2 Antecedentes Nacionales**

Flores y Merino (2016) en su tesis “Análisis comparativo en la variación de perfiles de acero resultantes del diseño estructural de un edificio residencial de estructuras metálicas al emplear entrepisos de losas aligeradas de viguetas pretensada con ladrillos de poliestireno expandido, de bovedillas de arcilla y con losas colaborantes” propuso en el análisis estructural de una edificación, que tiene como característica principal que sus entrepisos estén conformados por viguetas pretensadas apoyadas en perfiles de acero, los cuales conforman las vigas de cada entrepiso. Así mismo los entrepisos usaron bovedillas de poliestireno expandido (EPS), bovedillas de arcilla y adicionalmente placas

colaborantes, y luego analizó la variación que ocasionan en los perfiles de acero usados en la estructura (columnas, vigas y arriostres) del edificio multifamiliar.

El método que se utilizó en el diseño del edificio fue el LRFD. La investigación mostró que los perfiles obtenidos para los tres tipos de losas, la primera con bovedillas de poliestireno expandido (EPS), para las Bovedillas de Arcilla y para las Losas con placas colaborantes fueron el mismo, excepto las columnas interiores que cargan más peso debido a su mayor área tributaria. Es decir que la variación en  $100 \text{ kg/m}^2$  de la carga muerta en el caso de la losa con Poliestireno Expandido (EPS) a comparación de la losa con Bovedillas de arcilla no presenta una variación a los perfiles de acero (columnas, vigas y arriostres) Los resultados obtenidos del análisis del software (ETABS) empleado para el cálculo estructural de la edificación muestran que los elementos que toman las fuerzas de sismo y viento son los arriostres, es decir que las columnas trabajan principalmente con cargas axiales y los momentos que actúan sobre estos son mínimos. El autor concluyo que en el diseño del edificio multifamiliar de acero cumple con todos requisitos de la normativa Peruana de diseño sismorresistente sin modificar la arquitectura de la edificación y su estructuración, ya que los arriostres solo están en la parte exterior y de manera concéntrica, en el caso de las distorsiones de entrepiso, se obtuvo que los desplazamientos fueron menores a 0.005.

### **1.3 Teorías relacionadas al tema**

El diseño sismorresistente en una edificación refiere que la estructura pueda soportar un sismo de gran intensidad sin que este mismo llegue al colapso aunque puedan producirse daños considerables. Con la finalidad de construir edificios más económico, las normativas de diseño sismorresistente consideran que ante la presencia de un sismo severo las edificaciones incursionen en el rango de comportamiento inelástico, por esta razón las estructuras sufren ciertas deformaciones y estas van variando en función a la regularidad de la misma ya sea en planta y/o altura, por lo general la estructura se analiza utilizando el primer modo fundamental de la estructura, y cuando la estructura presenta irregularidad ya sea en planta o en altura, debe proyectarse considerando un análisis dinámico ya sea del tipo modal o de integración paso a paso de las ecuaciones de movimiento,. Bozzo y Barbat (2004).



### 1.3.1 Diseño Sismorresistente

Establece que todas las edificaciones y cada uno de sus elementos serán diseñados y construidos para poder resistir las demandas sísmicas establecidas en la norma vigente. Se acepta que las estructuras incurrieren en el rango inelástico cuando se empleen demandas de sismo de intensidad severas, por ende, las fuerzas laterales producidas por sismo de diseño son un porcentaje de las demandas sísmicas máxima elástica. (RNE E.030, 2016).

Podrá considerarse el siguiente método para poder determinar las acciones sísmicas, estas dependen de diversos factores como son: zona sísmica (Z), perfil de suelo (S,  $T_p$ ,  $T_L$ ), uso de edificación (U), sistema sismorresistente (R) y las características dinámicas de la edificación (T, C) y de su peso (P).

#### Peligro sísmico

En esta etapa se debe considerar únicamente donde se encuentra la edificación y las características del suelo de fundación. Más no de las características de la edificación.



Figura 1: Mapa de Zonificación sísmica. Recuperado del Reglamento Nacional de Edificaciones E.030 (2018).

Se debe determinar la zona donde se ubica el proyecto basados en la norma E.030 el cual menciona un mapa de las zonas sísmicas y su coeficiente para el análisis sísmico.

**Tabla 1**

*Factor de zona*

ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

*Nota:* Factores de zona para el diseño sismorresistente de edificaciones. Recuperado del RNE E.030 (2018).

#### Perfil de Suelo

Según con los resultados del Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) se determinara el perfil del tipo de suelo. Esta clasificación se realiza en base a los parámetros considerando aproximadamente para los estratos en los 30 metros debajo del nivel de la cimentación.

**Tabla 2**

*Clasificación del perfil de suelo*

Perfil	V <sub>s</sub>	N <sub>60</sub>	S <sub>u</sub>
S <sub>0</sub>	>1500 m/s		
S <sub>1</sub>	500 m/s a 1500 m/s	>50	>100 KPa
S <sub>2</sub>	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 KPa a 100 KPa
S <sub>3</sub>	<180 m/s	<15	25 KPa a 50 KPa
S <sub>4</sub>	Clasificación basada en el EMS		

*Nota:* Clasificación del perfil de suelo. Recuperado del RNE E.030 (2018).

#### Parámetros de Sitio S, T<sub>p</sub> y T<sub>L</sub>

Debe considerarse el factor que amplifica la aceleración del suelo dependiendo de la zonificación sísmica y las condiciones del perfil de suelo. Los períodos T<sub>p</sub> y T<sub>L</sub> y solo dependen del tipo de perfil de suelo. Guiándose de la siguiente tabla.

**Tabla 3***Factor de suelo según zona*

<b>Suelo</b>	<b>S<sub>0</sub></b>	<b>S<sub>1</sub></b>	<b>S<sub>2</sub></b>	<b>S<sub>3</sub></b>
<b>Z<sub>4</sub></b>	0.80	1.00	1.05	1.10
<b>Z<sub>3</sub></b>	0.80	1.00	1.15	1.20
<b>Z<sub>2</sub></b>	0.80	1.00	1.20	1.40
<b>Z<sub>1</sub></b>	0.80	1.00	1.60	2.00

*Nota:* Factores de suelo según zona. Recuperado del RNE E.030 (2018).

**Tabla 4***Periodos según perfil del suelo*

	<b>Perfil de suelo</b>			
	<b>S<sub>0</sub></b>	<b>S<sub>1</sub></b>	<b>S<sub>2</sub></b>	<b>S<sub>3</sub></b>
<b>T<sub>P</sub> (S)</b>	0.3	0.4	0.6	1.0
<b>T<sub>L</sub> (S)</b>	3.0	2.5	2.0	1.6

*Nota:* Periodos según perfil del suelo. Recuperado del RNE E.030 (2018).

De acuerdo a los parámetros de sitio  $T_p$  y  $T_L$ . Se establecen tres tramos, períodos cortos, intermedios y largos, y se aplicara para cada tramo.

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

$$T_p < T < T_L \quad C = 2.5 * \left(\frac{T_L}{T}\right)$$

$$T < T_L \quad C = 2.5 * \left(\frac{T_p * T_L}{T^2}\right)$$

Las características de la edificación se clasificaran para indicar la importancia o uso, según sea su categoría, sistema estructural regular o irregular.

**Tabla 5***Categoría y uso de la edificación*

<b>Categoría</b>	<b>Descripción</b>	<b>Factor (U)</b>
<b>A</b>	Edificaciones esenciales	1.5
<b>B</b>	Edificaciones importantes	1.3
<b>C</b>	Edificaciones comunes	1.0

*Nota:* Categoría para la estructura. Recuperado del RNE E.030 (2018).

Se establece el sistema estructural según a al uso e importancia de la edificación y el lugar donde se encuentre el proyecto.

**Tabla 6***Sistemas estructurales*

<b>Categoría de la Edificación</b>	<b>Zona</b>	<b>Sistema estructural</b>
<b>A1</b>	4 y 3	Aislamiento sísmico con cualquier sistema estructural
	2 y 1	Estructuras de acero tipo SCBF, OCBF y EBF. Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o confinada
<b>A2</b>	4, 3 y 2	Estructuras de acero tipo SCBF, OCBF y EBF. Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o confinada
	1	Cualquier sistema
<b>B</b>	4, 3 y 2	Estructuras de acero tipo SCBF, OCBF y EBF. Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o confinada
	1	Estructura de madera
<b>C</b>	1	Cualquier sistema
	4, 3, 2 y 1	Cualquier sistema

*Nota:* Sistemas estructurales. Recuperado del RNE E.030 (2018).

Se determina el valor del creciente  $R_0$ , que depende exclusivamente del sistema estructural.

**Tabla 7**

*Coefficiente básico de reducción según el sistema estructural*

Sistema estructural	Coeficiente básico de reducción $R_0$
Acero:	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	7
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	8
Concreto Armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada	3
Madera (por esfuerzos admisibles)	7

*Nota:* Coeficientes para el empleo según el sistema estructural. Recuperado del RNE E.030 (2018).

$I_a$ , representa la irregularidad en altura y esta se dará cuando sea el caso según el cuadro.

$I_p$ , Expresa la irregularidad en planta también conocida como irregularidad torsional y se aplicara según el cuadro.

**Tabla 8***Irregularidades en altura*

<b>Irregularidades Estructurales En Altura</b>	<b>Factor de Irregularidad <math>I_a</math></b>
Existe irregularidad de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, las distorsiones de entrepiso, conocido como deriva es mayor que 1,4 veces el valor correspondiente en el entrepiso superior, o es mayor que 1,25 veces el promedio de las derivas en los tres niveles superiores adyacentes. La deriva se calculará como el promedio de las distorsiones en los extremos de entrepiso.	0.75

*Nota:* Irregularidades en altura. Recuperado del RNE E.030 (2018).

**Tabla 9***Irregularidad en planta*

<b>Irregularidades Estructurales En Planta</b>	<b>Factor de Irregularidad <math>I_p</math></b>
Existe irregularidad torsional siempre y cuando, en cualquiera de las direcciones, la máxima deriva en un extremo del edificio, calculado incluyendo excentricidad accidental, es mayor que 1,2 la deriva del centro de masas del mismo entrepiso para la misma condición de carga. Este criterio se aplica únicamente en edificios con diafragmas rígidos y sólo si la máxima deriva es mayor que 50 % del desplazamiento.	0.75

*Nota:* Irregularidades en planta. Recuperado del RNE E.030 (2018).

Se determina el coeficiente de reducción sísmica mediante la multiplicación del coeficiente básico de reducción que está en función del sistema estructural con las irregularidades en planta y altura de no haber irregularidades serán igual a la unidad:

$$R = R_o * I_a * I_p$$

Modelos de Análisis

En estructuras de configuración regular, para su análisis dinámico podrá considerar la fuerza total del sismo actuando independientemente en ambas direcciones predominantes. Cuando las estructuras son irregulares estas deberán considerar que la acción sísmica sucede en la dirección más desfavorable para el análisis. Se establece que la fuerza proveniente del sismo en sentido vertical actúa en los elementos de manera simultánea con la fuerza sísmica de sentido horizontal y en el sentido más desfavorable para el análisis. En el modelo para el análisis debe considerar una distribución espacial de rigidez y masas que sean lo suficientemente adecuado para realizar el cálculo de los aspectos más significativos en el comportamiento dinámico de la estructura.

#### Estimación del peso P

Se establece el peso de la estructura para el cálculo de la fuerza sísmica aumentando a la carga total permanente más un porcentaje de la carga viva el cual depende de la categoría y uso de la edificación, venido de acuerdo a lo indicado en este numeral.

- Para edificaciones de categoría A y B se considerara el 50% de la carga viva.
- Para edificaciones de categoría C se considerara el 25% de la carga viva.
- Para depósitos el 80% del total del peso que se pueda almacenar.
- En techos y azoteas se tomara el 25% de la carga viva.

#### Procedimientos de Análisis Sísmico

Se sugiere emplear cualquier procedimiento de análisis en la presente norma, que son: El análisis estático y el análisis dinámico modal espectral.

Una vez obtenido los resultados del análisis sísmico se determina si la estructura analizada es válida, y esta deberá cumplir con los requisitos de resistencia, rigidez y ductilidad indicados en la presente norma.

### **1.3.2 Análisis dinámico modal espectral**

Para cualquier tipo de estructura se puede emplear el análisis dinámico por combinación modal espectral y debe especificar lo siguiente:

#### Modos de vibración

Podrán calcularse mediante un método de análisis apropiado que considere la rigidez y las distribuciones de las masas. Se considerarán en cada dirección los modos de vibración que sea por lo menos el 90% la suma de masas efectivas, y deberá tomarse en cuenta como mínimo los primeros tres modos de vibración que predominen la dirección de análisis.

#### Aceleración Espectral

Para cada una de las direcciones horizontales de la estructura se empleara un espectro de aceleraciones inelástico que se define mediante la expresión:

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

#### Fuerza cortante mínima

En cada una de las direcciones ortogonales planteadas para el análisis, la fuerza cortante en el primer nivel de la estructura deberá ser menor que el ochenta por ciento del valor obtenido para las estructuras regulares, ni menor que el noventa por ciento en estructuras irregulares, de no cumplir con los mínimos indicados, se procederá a escalar proporcionalmente los otros resultados calculados del análisis, a excepción de los desplazamientos.

### **1.3.3 Requisitos de Rigidez Resistencia y Ductilidad**

Para el diseño sismorresistente de edificaciones se debe considerar lo siguiente:

Determinar los desplazamientos laterales

Para determinar los desplazamientos laterales en estructuras regulares se tendrán que multiplicar por 0.75R los resultados obtenidos del análisis lineal y elástico con las demandas sísmicas reducidas. Por otra parte en estructuras Irregulares los desplazamientos laterales se obtendrán multiplicando por R los resultados obtenidos del análisis lineal elástico.

Desplazamientos laterales relativos admisibles



No deberá de exceder la relación de la altura de entrepiso conocida como (distorsión) unos desplazamientos relativos de entrepisos en los elementos de concreto armado el valor de 0.007.

**Tabla 10**

*Distorsiones máximas*

<b>Material predominante</b>	<b>(<math>\Delta_i / h_{ei}</math>)</b>
Concreto armado	0.007
Acero	0.010
Albañilería	0.005
Madera	0.010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0.005

*Nota:* Distorsiones máximas de entrepiso. Recuperado del RNE E.030 (2018).

#### Separación de edificios

Todas las edificaciones deberán de estar separada de las edificaciones colindantes, desde el primer nivel, una separación mínima “S” con el fin de evitar el contacto de edificios cuando ocurra un sismo. Esta separación de las dos edificaciones no deberá ser menor que los dos tercios de la suma de los desplazamientos máximos de las edificaciones vecinas ni menor que:

$$S = 0.006h \geq 0.03m$$

Siendo h; la distancia medida desde el nivel del suelo hasta la altura de la edificación que será evaluado S. si no existe ninguna junta sísmica el edificio deberá distanciarse S/2 de la estructura adyacente.

#### 1.3.4 Losa Aligerada Convencionales

Las losas aligeradas son estructuras que buscan disminuir el peso propio del entrepiso empleando materiales aligerante. Siendo una alternativa más económica en la industria de la construcción debido que esta opción de losa de entrepiso busca que estas sean más livianas, pueden ser de diferentes tipos (SENCICO, 2014)

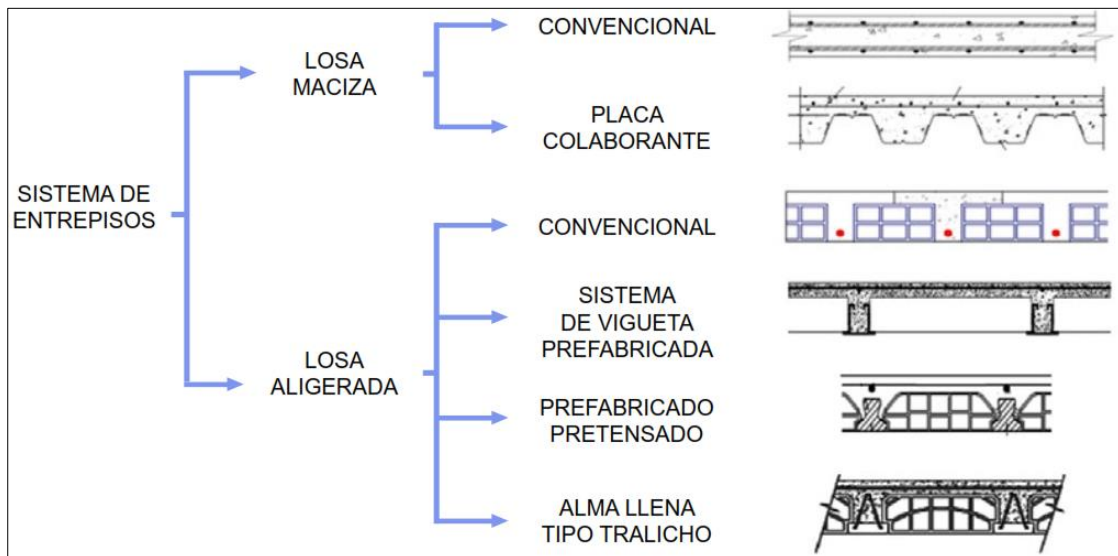


Figura 2: Sistema de losas de entrepisos. Recuperado del Manual VIGACERO (2016)

Las losas aligeradas son las que se usan con mayor frecuencia en nuestro medio especialmente en las edificaciones de casas y edificios de vivienda u oficina. El diseño de losa aligerada es similar al de las losas nervadas, ya que estas empleando en su diseño las vigas “T”, con la diferencia principal que con losas nervadas es que las losas aligeradas emplean ladrillos de arcilla con huecos en lugar de las formaletas que se emplean en las losas nervadas. Estos ladrillos sirven también para dar mejor acabado en la parte inferior de la losa de modo que tenga una superficie plana y además produce un mejor comportamiento de la losa en aspectos acústicos.

Las dimensiones de los ladrillos de techo serán seleccionados en función del espesor de losa, y las dimensiones de los ladrillos de arcilla en nuestro país son de 30 x 30 cm y las viguetas con un ancho de 10 cm. (Ortega Garcia, 2015).

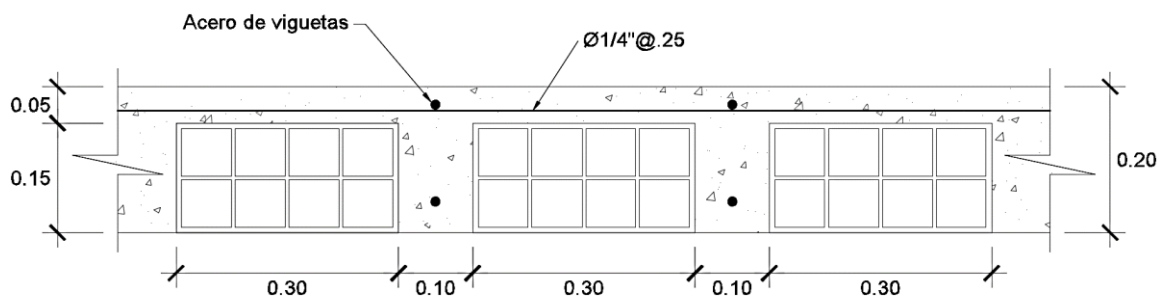


Figura 3: Losa aligerada convencional. Recuperado de Harmsen (2006).

Las losas aligeradas son en particular losas nervadas, y que se diferencia de otras en que el espacio que existe entre las viguetas esté relleno por un ladrillo de arcilla. En

nuestro país las losas aligeradas se realizan con viguetas con un ancho de 10 centímetros, y distanciadas a cada 30 centímetros, dado que los ladrillos se fabrican con esa dimensión, normalmente la altura de la losa aligerada es de 17, 20, 25, y 30 centímetros respectivamente, considerando el material de relleno que en este caso son los ladrillos de arcilla se fabrican con espesores de 12, 15, 20 y 25 cm respectivamente. (Blanco Blasco, 2011).

Según el Reglamento Nacional de Edificación E.020 considera para el peso de losas aligeradas con viguetas de 10 y 40 centímetros de ancho de eje a eje.

**Tabla 11**

*Pesos de losa aligerada según espesor*

<b>Espesor de losa aligerada (m)</b>	<b>Espesor de losa superior (m)</b>	<b>Peso propio KPa (Kgf/m<sup>2</sup>)</b>
<b>0.17</b>	0.05	2.8 (280)
<b>0.20</b>	0.05	3.0 (300)
<b>0.25</b>	0.05	3.5 (350)
<b>0.30</b>	0.05	4.2 (420)

*Nota:* Cargas según espesor de losa aligerada. Recuperado de RNE E.020 (2006).

### **1.3.5 Losas aligerada con VIGACERO**

El sistema de losa aligerada no convencional conocido como Techo Aligerado con Vigueta Prefabricado con Acero VIGACERO, fue aprobado con Resolución Ministerial, y es una alternativa muy eficiente debido al manejo práctico en el proceso constructivo y su ligero peso debido al empleo del poliestireno expandido de alta densidad que aligeran el peso del sistema, así mismo estas losas de entrepisos pueden ser más resistentes en los eventos sísmicos, este sistema puede emplearse en los diversos sistemas estructurales como son: albañilería confinada, aporticado y Dual. (SENCICO, 2014).

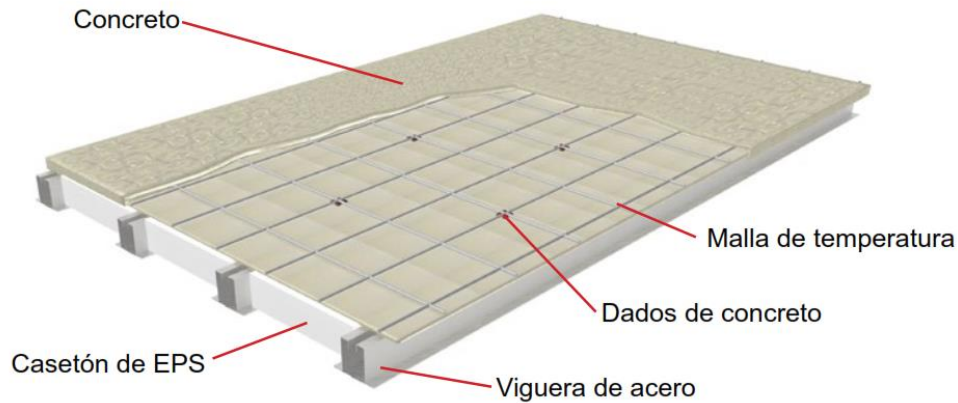


Figura 4: Losa aligerada con VIGACERO. Recuperado del Manual VIGACERO (2016).

Las losas aligeradas VIGACERO está conformado por viguetas prefabricadas de acero galvanizado y casetones de poliestireno expandido conocidos como tecnopor de alta densidad, de modo que facilita de manera práctica y rápida la construcción de losas aligeradas. Tiene un mejor comportamiento sísmico debido al menor peso por metro cuadrado, un buen comportamiento térmico y acústico, ahorro en dinero debido que en longitudes menores a 4.40 ml no se emplea encofrado ya que la vigueta prefabricada es capaz de soportar la sobrecarga de los materiales y personas que estén por encima de la misma. (VIGACERO, 2016).

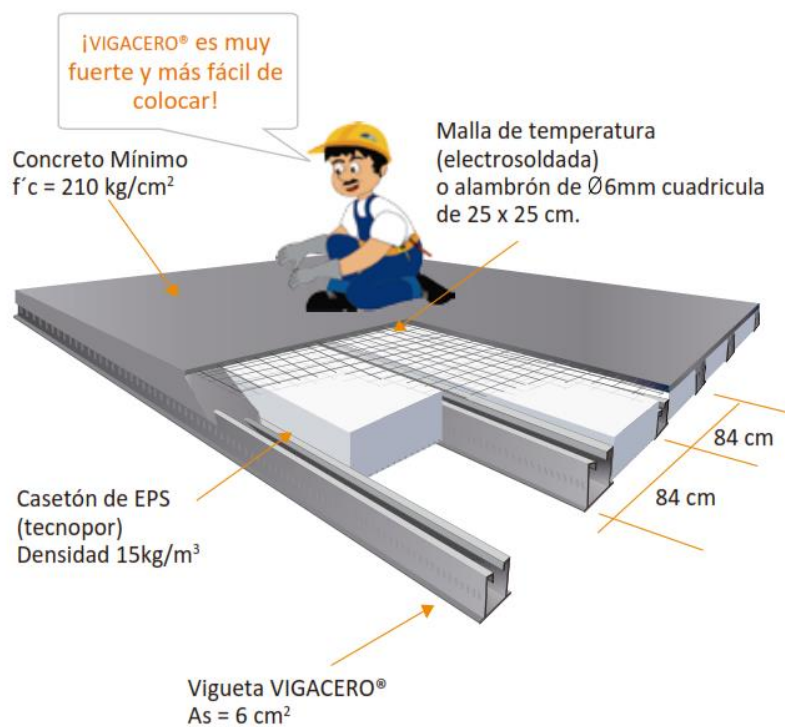


Figura 5: Características del sistema VIGACERO. Recuperado de Manual VIGACERO (2016).

## Componentes del sistema

### Viguetas



Figura 6: Detalle de vigueta en losa aligerada con VIGACERO. Recuperado de Manual VIGACERO (2016).

**Tabla 12**

*Característica de vigueta con VIGACERO*

	Descripción
<b>Dimensiones</b>	$h = 9 \text{ cm}$ $b = 13 \text{ cm}$
<b>Peso</b>	4.8 kg/ml
<b>Espesor</b>	1.5 mm
<b>Normas</b>	ASTM A1011 ASTM A1008 ASTM A 653
<b>Fy</b>	Min 2530 kg/cm <sup>2</sup>
<b>Luz libre máxima</b>	8.00 m
<b>Luz máxima sin puntales</b>	4.40 m

*Nota:* Sistemas de losas con viga. Recuperado de Manual VIGACERO (2016).



Figura 7: Casetones de poliestireno expandido. Recuperado de Manual VIGACERO (2016)

**Tabla 13**

*Características de casetones*

<b>Características</b>	
Dimensiones	Largo: 1.00 ó 2.00 Ancho: 75 ó 60 cm Espesor: de 9, 12, 15, 20 a 30cm
Peso máximo por unidad	1.0 kg/casetón estándar e = 9cm 1.7 kg/casetón estándar e = 15cm
Densidad	15 kg/m <sup>3</sup>
Color	Blanco
Acabado	Lisos, ranurados o pre-tarrajeado
Comportamiento físico químico	Material incombustible, que contiene agente ignífugo (no propaga llama), auto extinguido.

*Nota:* Sistemas de losas con viga de acero. Recuperado de Manual de VIGACERO (2016).

#### Malla de temperatura

Consiste en una malla con alambón de 6 milímetros, reforzado en dos sentidos. También se puede emplear malla electrosoldada.

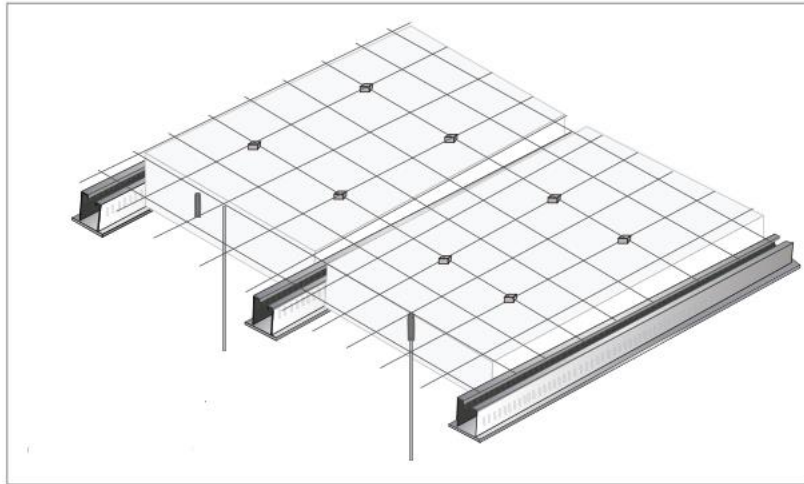


Figura 8: Malla de temperatura. Recuperado Manual de VIGACERO (2016).

## Concreto

La resistencia mínima para la losa aligerada VIGACERO se recomienda no menor a  $f'c=210$  kg/cm Concreto in situ o premezclado. Con un tamaño del agregado grueso no mayor a 19 milímetros (3/4").

## 1.4 Formulación del problema

### 1.4.1 Problema general

¿Cuál es el resultado de la Comparación del diseño sismorresistente de una edificación empleando losas aligeradas convencionales versus VIGACERO en el AA.HH Cruz de Motupe, San Juan de Lurigancho, 2018?

### 1.4.2 Problemas específicos

**PE1:** ¿Cuál es la comparación del peso de la edificación en el diseño sismorresistente empleando losas aligeradas convencionales versus VIGACERO en el AA.HH Cruz de Motupe, San Juan de Lurigancho, 2018?

**PE2:** ¿Cuál es comparación de los resultados del análisis dinámico modal espectral en el diseño sismorresistente de una edificación empleando losas aligeradas convencionales versus VIGACERO en el AA.HH Cruz de Motupe, San Juan de Lurigancho, 2018?

**PE3:** ¿Cuál es la comparación de los desplazamientos laterales relativos admisibles en el diseño sismorresistente de una edificación empleando losas aligeradas convencionales versus VIGACERO en el AA.HH Cruz de Motupe, San Juan de Lurigancho, 2018?

## **1.5 Justificación del estudio**

### **1.5.1 Justificación teórica**

El trabajo de investigación establece la comparación del diseño sismorresistente del proyecto multifamiliar de cinco niveles empleando para un caso losas aligeradas convencionales y en el otro caso losa aligerada con VIGACERO para poder confirmar si el uso de este último en el diseño sismorresistente de la edificación de cinco niveles pueda establecer dimensiones de elementos estructurales menores a comparación del diseño sismorresistente de la edificación empleando losas aligeradas convencionales, cumpliendo con los requisitos de la norma vigente, de modo de confirmar lo antes mencionado se pueda dar como propuesta para el proyecto de vivienda multifamiliar de cinco niveles ubicado en la Manzana H Lote 10 en el asentamiento humano Cruz de Motupe grupo 1, en el distrito de San Juan de Lurigancho.

La evaluación de alternativas de usar sistemas no convencionales ofrece ciertos beneficios ya que presenta menor peso por metro cuadrado, de este modo se puede generar un ahorro en la edificación debido que a menor peso de la estructura, se pueden disminuir las secciones de los elementos que soportan la edificación como son columna, placa y/o cimentación y así mismo una disminución en el área de acero de refuerzo, todo esto se puede obtener debido a la disminución del peso de la estructura. (Paye Anco, Peña Castillo, & Franco Sanchez, 2014).

El presente trabajo de investigación establece los criterios fundamentales y los requerimientos necesarios según contempla la Normativa vigente, la norma E.020 para determinar las cargas para la estructura, la norma E.030 de diseño sismorresistente, norma E.060 diseño de concreto armado.

### **1.5.2 Justificación metodológica**

Esta investigación se basa desde un enfoque cuantitativo ya que para el desarrollo de la misma recolecta datos para poder probar hipótesis en base a la medición numérica así también como el análisis estadístico. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014). Cuyo diseño es no experimental ya que en los proyectos de investigación de ingeniería existen diversas características en el análisis de estudio que no pueden ser manipuladas como ejemplo: la construcción de una vivienda, el grado de educación del colaborador obrero, el estado en que se encuentra una carretera, la calidad



de los materiales de una edificación, el rendimiento de ciertos equipos, etc (Borja Suarez, 2012).

De corte transversal ya que el desarrollo de la investigación se realiza en un tiempo determinado con un nivel de investigación descriptivo - comparativo por lo que describe la caracterización de cada variable, con el objetivo de establecer su estructura individualmente y de este modo comparar los resultados, cada característica o variable se estudia de manera individual y autónoma (Arias Odón, 2012).

### **1.5.3 Justificación tecnológica**

La investigación considera en el sistema de losas aligeradas no convencionales con VIGACERO; como una alternativa en la utilización de losas aligeradas de manera que pueda mejorar la calidad y características de los sistemas tradicionales, la utilización de viguetas prefabricadas de perfiles de acero y casetones de poliestireno expandido resulta un sistema práctico, económico, y termo acústico en los sistemas de losas aligeradas actuales el cual promueve el desarrollo de nuevas técnicas y/o materiales para el sistema de losas aligeradas.

Los sistemas aligerados con vigas de acero conformado y casetones de poliestireno concernientes a losas nervadas estructuradas por componentes de material prefabricado, puede utilizarse según las necesidades en diversos tipos de construcción, sus componentes de material liviano lo hacen de forma más fácil y rápida su instalación. (Indecopi, 2016).

### **1.5.4 Justificación económica**

La alternativa de emplear losas aligeradas no convencionales con VIGACERO puede resultar una opción más económica a comparación de diversos sistemas de losas de entrepiso en la construcción de edificio para viviendas y oficinas, y está en proporción a la magnitud de la edificación ya que a una área mayor de techo o niveles se puede emplear masivamente este sistema el cual puede generar ahorro y tiempo.

El sistema de losa aligerada VIGACERO facilita la ejecución de losas aligeradas de manera más rápida y sencilla, del cual se puede obtener ahorro en equipos y materiales,

ya que disminuye el uso de puntales y en luces menor de 4.40 metros lineales no se emplea ningún encofrado por tener viguetas muy resistentes y así mismo menos desperdicios en el proceso constructivo. (VIGACERO, 2016).

## **1.6 Hipótesis**

### **1.6.1 Hipótesis general**

**HG:** Existe una diferencia significativa en las dimensiones de elementos estructurales en la comparación diseño sismorresistente de una edificación empleando losas aligeradas convencionales versus VIGACERO en el AA.HH Cruz de Motupe, San Juan de Lurigancho, 2018.

Debido a esta hipótesis se plantea realizar la comparación de resultados del diseño sismorresistente de una edificación con losas aligeradas convencionales versus losas aligeradas con VIGACERO, Lima, 2018. Con la finalidad de comprobar si la edificación con el sistema de losa aligerada con VIGACERO se pueden reducir los elementos estructurales cumpliendo con las verificaciones de la normativa Peruana vigente.

Las aceleraciones sísmicas provocan sobre las masas de una estructura unas fuerzas de inercia que se oponen al movimiento que son directamente proporcionales a la fuerza del sismo, esto quiere decir que para una misma acción sísmica, si la masa se reduce considerablemente, la fuerza de inercia correspondiente disminuirá de igual proporción lo que a su vez podrá producirse un ahorro en los elementos estructurales resistentes que lo constituyen. (Villa Garcia, 2002).

### **1.6.2 Hipótesis específicas**

**HE1:** Existe una diferencia significativa en el peso de la edificación en la comparación del diseño sismorresistente de una edificación empleando losas aligeradas convencionales versus VIGACERO en el AA.HH Cruz de Motupe, San Juan de Lurigancho, 2018.

**HE2:** Existe una diferencia significativa en los resultados del análisis dinámico modal espectral en la comparación del diseño sismorresistente de una edificación empleando losas aligeradas convencionales versus VIGACERO en el AA.HH Cruz de Motupe, San Juan de Lurigancho, 2018.

**HE3:** Existe una diferencia significativa de los desplazamientos relativos admisibles en la comparación del diseño sismorresistente de una edificación empleando losas aligeradas convencionales versus VIGACERO en el AA.HH Cruz de Motupe, San Juan de Lurigancho, 2018.

## **1.7 Objetivos**

### **1.7.1 Objetivo general**

**OG:** Comparar los resultados obtenidos del diseño sismorresistente de una edificación empleando losas aligeradas convencionales versus VIGACERO en el AA.HH Cruz de Motupe, San Juan de Lurigancho, 2018.

### **1.7.2 Objetivos específicos**

En la investigación Los objetivos específicos son los siguientes:

**OE1:** Comparar los pesos de la edificación obtenidas en el diseño sismorresistente de una edificación empleando losas aligeradas convencionales versus VIGACERO en el AA.HH Cruz de Motupe, San Juan de Lurigancho, 2018.

**OE2:** Comparar los resultados obtenidos del análisis dinámico modal espectral diseño sismorresistente de una edificación empleando losas aligeradas convencionales versus VIGACERO en el AA.HH Cruz de Motupe, San Juan de Lurigancho, 2018.

**OE3:** Comparar los desplazamientos laterales relativos admisibles del diseño sismorresistente de una edificación empleando losas aligeradas convencionales versus VIGACERO en el AA.HH Cruz de Motupe, San Juan de Lurigancho, 2018.

## **II. MÉTODO**

## 2.1 Diseño de la investigación

### 2.1.1 Tipo de investigación

El trabajo de investigación está basado desde un enfoque cuantitativo ya que para el desarrollo de la investigación se recolectan datos para poder acreditar la hipótesis en base a la medición numérica así también como el análisis de los resultados estadísticos. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014).

### 2.1.2 Diseño de investigación

El diseño de la presente Investigación es no experimental ya que en los proyectos de investigación de ingeniería existen diversas características en el análisis de estudio que no puedan manipularse como por ejemplo: la construcción de una vivienda, el grado de educación del colaborador obrero, el estado en que se encuentra una carretera, la calidad de los materiales de una edificación, el rendimiento de ciertos equipos, etc. de corte transversal ya que el desarrollo de la investigación se realiza en un tiempo determinado. (Borja Suárez, 2012).

### 2.1.3 Nivel de investigación

El trabajo de investigación presenta un nivel descriptivo - comparativo ya que se describe la caracterización de cada variable, con la finalidad de establecer su estructura individualmente y de este modo comparar los resultados, cada variable se analiza autónoma e individualmente (Arias Odón, 2012).

**Tabla 14**

*Nivel de investigación*

Nivel exploratorio	Nivel descriptivo	Nivel explicativo
Conocer	Analizar	Comprobar
Descubrir	Calcular	Demostrar
Estudiar	Clasificar	Determinar
Explorar	Comparar	Establecer
Indagar	Describir	Explicar
Sondear	Identificar	Verificar

*Nota:* Niveles de investigación para el proyecto de investigación. Recuperado de Arias Odón (2012).

## **2.2 Variables, operacionalización**

### **2.2.1 Variables**

Es un factor de estudio que puede analizarse y cuya variación tiene las condiciones necesarias para poder medirse u observarse, estas obtienen valor para la investigación científica cuando se relación con otras variables, formando parte de una hipótesis o una teoría. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014).

**Variable 1:** Diseño sismorresistente de una edificación empleando losas aligeradas convencionales.

**Variable 2:** Diseño sismorresistente de una edificación empleando losas aligeradas con VIGACERO.

Las variables indicadas se desarrollaran individualmente considerando las mismas condiciones de análisis y diseño sismorresistente con la diferencia en el empleo de losas aligeradas convencionales para un primer caso y luego el empleo de losas aligeradas con VIGACERO para el otro diseño del cual se realizará la comparación de resultados para poder responder los objetivos específicos y luego con el principal.

### **2.2.2 Operacionalizacion de las variables**

Consiste en el proceso que explica cómo se llegaron a medir las variables formuladas en la hipótesis, para ello en muchos casos se tendrá que descomponerse en indicadores para poder medirse. También se debe tener en cuenta que: El investigador deberá definir los indicadores de las variables establecidas antes de comenzar la recolección de datos. En muchas investigaciones las variables deben descomponerse en variables intermedias, empíricas o indicadores que permitan establecer su medición. (Borja Suárez, 2012).

### 2.2.3 Matriz de Operacionalización de las variables

**Tabla 15**

*Comparación del diseño sismorresistente empleando losas aligeradas convencionales versus VIGACERO en el AA.HH Cruz de Motupe, San Juan de Lurigancho, 2018.*

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Instrumento	Escala de medición
Diseño sismorresistente de una edificación empleando losas aligeradas convencionales. (Harmsen, 2009)	El diseño sismorresistente de edificaciones se basa en realizar un modelo matemático considerando las características y dimensiones de los elementos estructurales que puedan soportar las cargas laterales así como los diafragmas ya sean rígidos como son Las losas aligeradas son en particular losas nervadas, y que se diferencia de otras en que el espacio que existe entre las viguetas esté relleno por un ladrillo de arcilla. En nuestro país las losas aligeradas se realizan con viguetas con un ancho de 10 centímetros. considerando el material de relleno que en este caso son los ladrillos de arcilla se fabrican con espesores de 12, 15, 20 y 25 cm respectivamente (Harmsen, 2009).	Para el diseño sismorresistente de la edificación empleando losas aligeradas convencionales se realizara un predimensionamiento de columnas, vigas y losa aligerada considerando la luz libre así como la aplicación de cargas correspondientes, para luego realizar el análisis sísmico, que ente caso se realizara el análisis estático para hacer una comparación con el análisis dinámico, posterior a ello se realizan las verificaciones correspondiente de irregularidades ya sea en planta como en altura y los desplazamiento relativos permisibles según la norma E.030, una vez cumpliendo con lo mencionado se realiza el diseño de elementos estructurales ( Norma E.030)	Peso de edificación empleando losa aligerada convencional (Norma E.020, 2006))	Materiales Metrado de carga	Ficha Documentales Cuadro de registro	Razón Razón
			Análisis Dinámico modal espectral (Norma E.030, 2016)	Modo de vibración Participación de masas Fuerza cortante en la base Periodo fundamental de la estructura	Cuadro de registros Cuadro de registros Cuadro de registros Cuadro de registros	Razón Razón Razón Razón
			Desplazamientos laterales relativos admisibles (Norma E.030, 2016)	Distorsiones de entepiso en dirección X-X, Y-Y	Cuadro de registros	Razón
Diseño sismorresistente de una edificación empleando losas aligeradas VIGACERO (SENCICO, 2014)	El diseño sismorresistente de una edificación empleando el sistema de losa no convencional que también es conocido como Techo Aligerado con Vigueta Prefabricado con Acero VIGACERO tiene excelentes resultados en el comportamiento estructural así como la reducción de materiales y mano de obras así mismo esta fue aprobado con Resolución Ministerial, y ha sido realizado para desarrollar losas de entrepisos más resistentes en los eventos sísmicos, este sistema puede utilizarse en los sistemas de albañilería confinada, aporticado y Dual.(SENCICO, 2014)	En el diseño sismorresistente de la edificación empleando losas aligeradas con VIGACERO se emplearán las mismas cargas y procedimientos que en el modelo anterior con la finalidad de obtener resultados comparables únicamente variando el sistema de losa aligerada de entepiso siempre y cuando cumpla con los requisitos de rigidez resistencia y ductilidad (Norma E.030 2016).	Peso de edificación empleando losa aligerada con VIGACERO (Manual de instalación VIGACERO, 2018)	Materiales Metrado de carga	Ficha Documentales Cuadro de registro	Razón Razón
			Análisis Dinámico modal espectral (Norma E.030, 2016)	Modo de vibración Participación de masas Fuerza cortante en la base Periodo fundamental De la estructura	Cuadro de registros Cuadro de registros Cuadro de registros Cuadro de registros	Razón Razón Razón Razón
			Desplazamientos laterales relativos admisibles (Norma E.030, 2016)	Distorsiones de entepiso en dirección X-X, Y-Y	Cuadro de registros	Razón

*Nota:* La presente tabla indica las variables e dimensiones del trabajo de investigación a desarrollar. Elaboración propia.

### 2.3 Población y muestra

En el trabajo de investigación la población viene a ser la edificación de cinco niveles, debido que será objeto de estudio durante toda la investigación y esta será la muestra representativa. Para determinar la muestra se emplea la técnica de muestreo. (Arias Odón, 2012).

El muestreo es no probabilístico, ya que no es posible calcular el error estándar, asimismo el nivel de confianza con el que se realiza la estimación no se puede estimar. Por ello en este trabajo de investigación la selección de los elementos no dependerá de la probabilidad, sino más bien del criterio del investigador. Borja Suarez (2012).

### 2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

#### 2.4.1 Técnica de recolección de datos

La recolección de datos será mediante el análisis documental ya que este depende del tipo de investigación a realizar, ahora bien la aplicación de esta técnica conlleva a la obtención de información necesaria para la investigación, que deberá ser guardada en un medio material de modo que los datos puedan ser almacenados, analizados e interpretados. (Arias Odón, 2012).

#### 2.4.2 Instrumento de recolección de datos

Se utilizara para la recolección de datos las fichas documentadas, computadoras y sus unidades de almacenaje, un cuadro de registro. Este instrumento de recolección de datos puede ser es cualquier recurso, dispositivo o formato (digital o en papel), que se emplea para con el objetivo de obtener, digitar o almacenar información necesaria para el desarrollo de las variables de estudio. (Arias Odón, 2012).

**Tabla 16**

*Técnica e instrumento de recolección de datos*

<b>Técnicas</b>	<b>Instrumentos</b>
Análisis documental	Fichas Computadora y sus unidades de almacenaje
Análisis de contenido	Cuadro de registros Clasificación de categorías

*Nota:* El cuadro muestra las técnicas para la recolección de datos del trabajo de investigación. Recuperado de proyecto de la investigación Arias, Odón (2012).



### 2.4.3 Escala

La escala empleada en para medir las variables es de tipo razón el cual permite ordenar a sujetos de acuerdo a una determinada característica y establece a que distancia se puede encontrar de otro (Del Cid, Méndez, & Sandoval, 2011).

**Tabla 17**

*Escala de medición de variables*

<b>Tipo de escala</b>	<b>Establece</b>	<b>Definición de relaciones</b>	<b>Operaciones empíricas</b>
Nominal	Distinción	Equivalencia	Determinación de igualdad
Ordinal	Distinción Orden	Equivalencia mayor que	Determinación de mayor o menor.
Intervalo	Distinción Orden Distancia	Equivalencia mayor que, conocida la razón aritmética de cualquier intervalos	Determinación de igualdad o diferencia de intervalos
Razón	Distinción Orden Distancia Comparación	Equivalencia mayor que, conocida la razón aritmética de cualquier intervalos	Determinación de igualdad de razones

*Nota:* Recuperado de Investigación, fundamento y metodología Del Cid, Méndez, & Sandoval, (2011)

### 2.4.4 Validez

Para el propósito de esta investigación el criterio será mediante la validez de instrumentos de recolección de datos de expertos profesionales de la especialidad de ingeniería estructural así como el empleo del programa ETBAS debido a su utilización en múltiples diseño de estructuras realizado por reconocidos profesionales. La validez refiere que el instrumento utilizarse pueda medir realmente las variables. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014).

### **2.4.5 Confiabilidad**

La confiabilidad del instrumento de recolección de datos que son: ficha documentales , computadora y unidades de almacenaje estarán respaldados por el Juicio de expertos y documentos originales como son planos y estudio de mecánica de suelos obtenido del propietario y que este haya sido realizado por un laboratorio particular, y la utilización del programa ETATBS que durante su trayectoria es software muy sofisticado, programado para desarrollar cálculos matemáticos específicamente para edificios. Que data de hace más de 40 años del desarrollo original de TABS, predecesor de ETABS. Proporcionando una herramienta que ofrece ahorros significativos en el tiempo y una mayor precisión sobre programas de propósito general. Su misión es proporcionar profesionalmente el más eficiente y exhaustivo software para el análisis y diseño de edificios. La confiabilidad de un instrumento de recolección de datos es el grado en la cual al aplicarla repetidamente a un mismo objeto para obtener resultados iguales. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014).

### **2.5 Métodos de análisis de datos**

Dependerá del tipo de datos que se hayan recolectado en el transcurso de la investigación se puede aplicar una estadística inferencial el cual permite generalizar los resultados obtenidos de la muestra, En este caso los resultados estadísticos para la muestra se denominan estadígrafos los cuales son inferidos desde el punto de vista del investigador (Borja Suárez, 2012).

#### **2.5.1 Análisis de datos empleando el Software ETABS 2016 V 16.2**

Para el desarrollo de la investigación se tomará en cuenta los criterios y recomendaciones de la norma Peruana E.020, E.030, E.050 y E.060 vigente, así mismo se verificará los diseños según lo establecido en la norma de diseño sismorresistente cumpliendo con los requisitos de resistencia, rigidez y ductilidad. Para cálculo de las estructuras y datos de comparación en el diseño sismorresistente de la edificación, Los resultados de análisis se obtendrán mediante la utilización del Software ETABS en su versión 2016 V16.2 Antes de ingresar los datos al programa se debe considerar lo siguiente:

- Características de los materiales  
Concreto

-Resistencia a la compresión

-Módulo de elasticidad

Acero

Resistencia a la fluencia

Módulo de elasticidad

- Cargas

Cargas por gravedad

Cargas muertas:

- Peso propio de los elementos de concreto armado

- Peso propio de los muros de albañilería

- Tabiquería

Cargas vivas:

- Sobrecarga techo

- Sobrecarga escalera

- Sobre carga de entrepiso

Cargas por sismo: (ZUCS.g)/R

Z: Zonificación

U: Categoría de uso

S: Parámetro de suelo

C: Factor de amplificación sísmica

R: Coeficiente de reducción sísmica

Según Norma E.030

- Hipótesis de análisis
- Esquematización
- Predimensionamiento
- Análisis modal espectral

La masa de la estructura

Modos de vibración

Fuerza cortante mínima

Análisis dinámico

Desplazamientos y distorsiones

## **2.6 Aspectos éticos**

El autor del proyecto de investigación se compromete a sustentar con total veracidad y confiabilidad, los resultados obtenidos en el proyecto de investigación, el cual garantiza autenticidad y originalidad en la recopilación y desarrollo de la información sin haber realizado alguna duplicidad de resultados. Así mismo el presente proyecto de investigación, cumple todos los requerimientos éticos que impone la Institución Educativa, el cual considera lo siguiente:

- El presente proyecto de investigación será evaluado por el comité de ética de la Universidad Cesar Vallejo, ya que la información obtenida tiene que cumplir con requisitos de autenticidad, los cuales han sido cumplidos por el autor.
- Respecto a la información recopilada de Notas bibliográficas, se encuentran citadas según normas APA, modelo de referencias exigido por la Universidad Cesar Vallejo para el presente proyecto de investigación.
- Conforme al artículo 14 Código de Ética de la Investigación de la UCV del este artículo, ésta tesis cuenta con documentos que certifican el pedido de la información del expediente técnico a la institución pública que ejecuta el proyecto donde se extrae la muestra a analizar en nuestra investigación.

### **III. ANALISIS DE RESULTADOS**

### 3.1 Modelos analizados

El edificio analizado será de uso vivienda multifamiliar, del cual se tiene cinco pisos típicos, tiene un frente de fachada, el primero está ubicado en la Mz H Lot 11 en el AA.HH Cruz de Motupe Grupo 1 en el distrito de San Juan de Lurigancho de la ciudad de Lima. Cada piso será de uso de departamento, uno por piso. Los departamentos en cada nivel tienen un área techada de 91 metros cuadrados, y una altura de cada entrepiso es 2.60m, están conformados por tres dormitorios, un comedor, un sala, una cocina, , una lavandería, un closet, todos los ambientes tiene espacios con luz natural, el ingreso para cada departamento es la escalera que se encuentra en el ingreso, el acceso va desde el primer nivel hasta la azotea.



Figura 9: Ubicación del proyecto Vivienda Multifamiliar. Recuperado de Google Earth Pro



Figura 10: Situación actual del proyecto Vivienda Multifamiliar. Elaboración propia.



ELEVACION-1

Figura 11: Fachada del proyecto de vivienda multifamiliar. Elaboración propia.

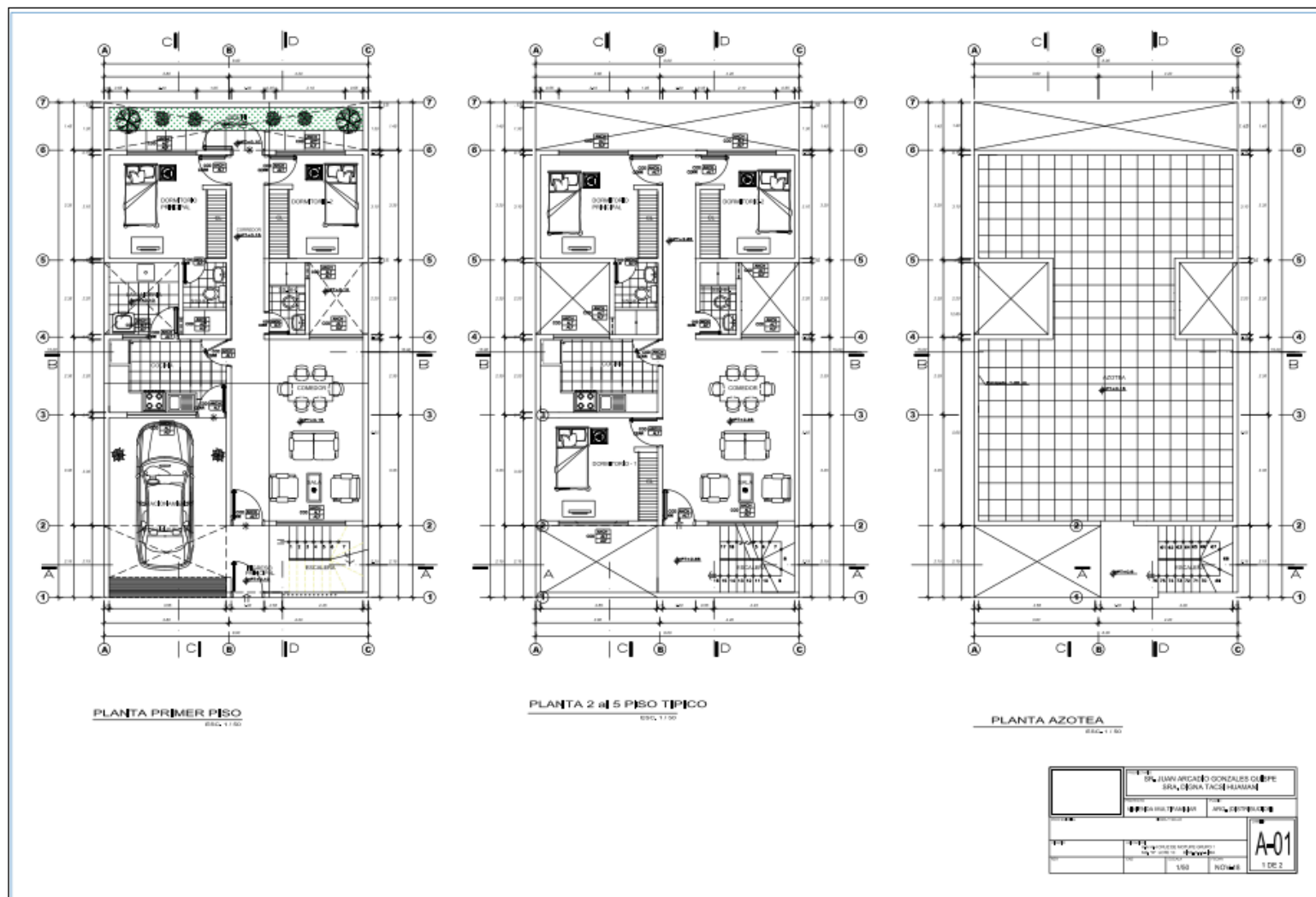


Figura 12: Plano de distribución en planta del proyecto de vivienda multifamiliar. Elaboración propia.



### 3.1.1 Análisis y diseño estructural de la edificación empleando losas aligeradas convencionales

Para el diseño sismorresistente de la edificación primero se realizara el análisis dinámico modal espectral según indica la norma E.030, para el cual se deberá considerar una estructuración así como un predimensionamiento luego de este verificar los requisitos de rigidez resistencia y ductilidad para posteriormente realizar el diseño de elementos estructurales, para ello primero se realizara la estructuración teniendo en cuenta criterios estructurales y respetando lo que indica el plano de distribución del proyecto de vivienda multifamiliar.

#### 3.1.1.1 Estructuración del proyecto de vivienda multifamiliar

Para el presente proyecto se considera un sistema estructural tipo pórtico del cual se propone las columnas y vigas como se muestra en la imagen:

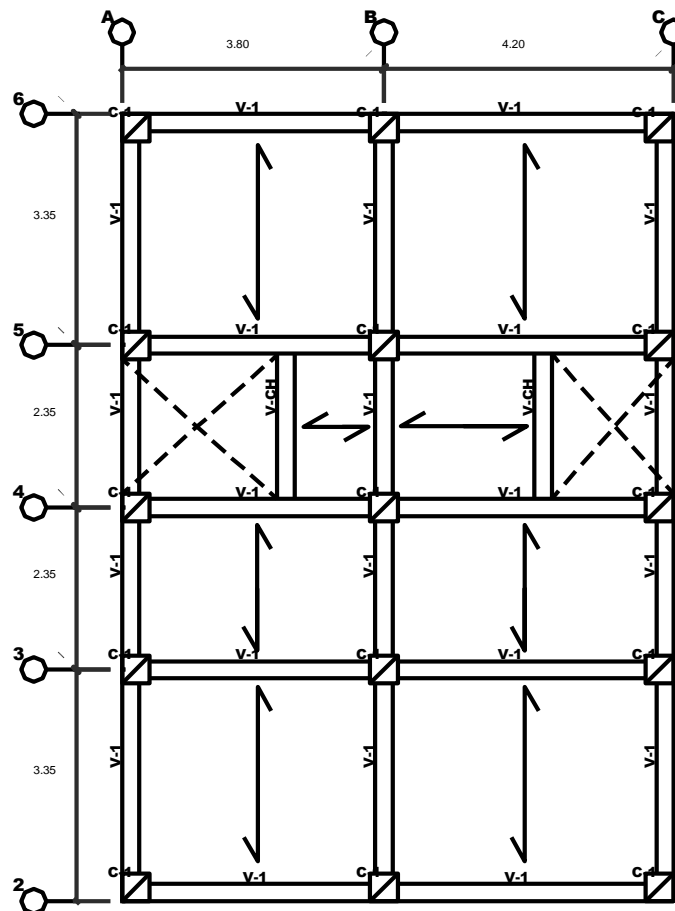


Figura 13: Estructuración del proyecto de vivienda multifamiliar. Elaboración Propia.

### 3.1.1.2 Predimensionamiento de elementos estructurales

Las secciones de los elementos estructurales que se tomaran en cuenta para el análisis sísmico, no serán las definitivas del proyecto, ya que estas deberán cumplir las verificaciones mínimas para el diseño sismorresistente.

#### 3.1.1.2.1 Predimensionamiento de losa aligerada convencional

Considerando la longitud más desfavorable de la estructuración mencionada se considera lo siguiente:

**Tabla 18**

*Peso propio según espesor de losa y luz libre*

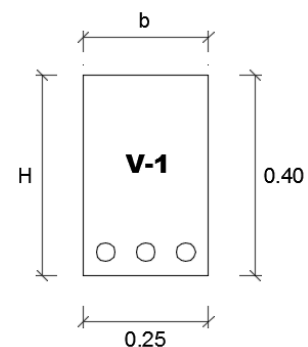
Luz (m)	Peso propio KPa (Kgf/m <sup>2</sup> )	Espesor del aligerado (m)
Hasta 3.5	2.8 (280)	0.17
$L \leq 5.0$	3.0 (300)	0.20
$L \leq 6.0$	3.5 (350)	0.25
$L \leq 7.0$	4.2 (420)	0.30

*Nota:* La presente tabla muestra el peso estimado para la edificación a analizar. Elaboración propia.

#### 3.1.1.2.2 Predimensionamiento de viga

$$H_{\text{viga}} = \frac{L_n}{12} = \frac{4.20\text{m}}{12} = 0.35\text{m} \approx \mathbf{0.40\text{m}}$$

$$b_{\text{viga}} = \frac{H}{2} = \frac{0.40\text{m}}{2} = 0.20\text{m} \approx \mathbf{0.25\text{m}}$$



### 3.1.1.2.3 Predimensionamiento de columna

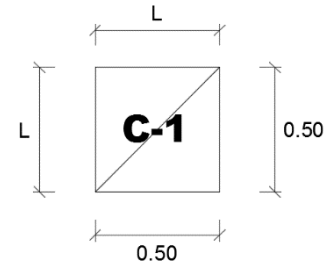
$$A_{\text{colm}} = \frac{P_{\text{servicio}}}{0.45 \cdot f'_c}$$

$$P_{\text{servicio}} = P * A_{\text{trib}} * N_{\text{Pisos}}$$

$$P = \text{Categoria A} = 1\,500 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Categoria B} = 1\,300 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Categoria C} = 1\,000 \text{ Kg/m}^2$$



$$A_{\text{colm}} = \frac{1000 \text{ kg/m}^2 * 11.40 \text{ m} * 14 \text{ m}}{0.45 * 210 \text{ kg/cm}^2} = 1688.89 \text{ cm}^2$$

$$L_{\text{colm}} = \sqrt{1688.89} = 41.096 \text{ cm} \approx 0.45 \text{ m} \times 0.45 \text{ m}$$

Para el análisis se va a considerar la sección de la columna de **0.50m x 0.50m**.

### 3.1.1.3 Análisis sísmico

#### 3.1.1.3.1 Normas empleadas

- Norma E.020 Cargas
- Norma E.030 Diseño sismorresistente
- Norma E.050 Suelos y cimentaciones
- Norma E.060 Concreto armado
- Norma ACI 318

Para el diseño sismorresistente de la edificación se considera diversos estados de cargas siendo el sismo la carga más desfavorable, para ello se empleara el análisis dinámico modal espectral, el cual menciona la norma E.030, de este último podremos obtener los esfuerzos y desplazamientos máximos permisibles, analizando un modelo matemático mediante el uso del programa de cálculo y diseño estructural ETABS 2016 V 16.2 posterior a ello se realizara el diseño de las estructuras de concreto armado.

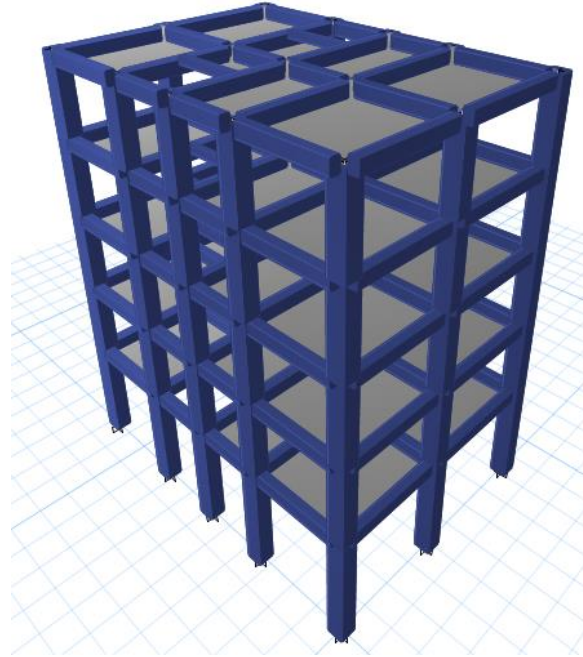


Figura 14: Modelo matemático de la vivienda multifamiliar. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.

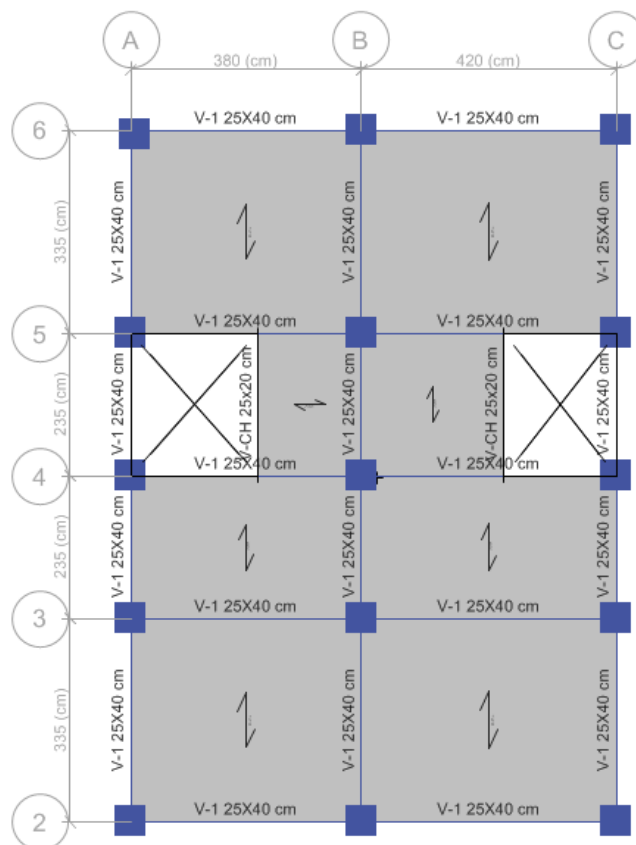


Figura 15: Sección de los elementos estructurales con losas aligeradas convencionales. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.

### 3.1.1.3.2 Materiales

Para el análisis y diseño estructural se tomaran en cuenta los materiales con las siguientes características:

#### 3.1.1.3.2.1 Concreto armado:

Resistencia a la compresión:  $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$

Peso volumétrico :  $\gamma_c= 2400 \text{ Kg/m}^3$

Deformación unitaria máxima:  $\epsilon_{cu}= 0.003$

Módulo de elasticidad:  $E_c= 0.13731188 w_c^{1.5} f'c^{0.50} =233956 \text{ Kg/cm}^2$

$E_c= 15008.50796871 f'c^{0.50}$  (Sólo para  $\gamma_c=2300 \text{ Kg/cm}^2$ )

Módulo de rigidez esfuerzo cortante:  $G=E_c/2.3 = 101\ 720 \text{ Kg/cm}$

Módulo de poisson :  $\nu =0.15$

General Data	
Material Name	f'c=210kg/cm2
Material Type	Concrete
Directional Symmetry Type	Isotropic
Material Display Color	Change...
Material Notes	Modify/Show Notes...

Material Weight and Mass	
<input checked="" type="radio"/> Specify Weight Density	<input type="radio"/> Specify Mass Density
Weight per Unit Volume	0.0024 kgf/cm³
Mass per Unit Volume	0.000002 kgf-s²/cm⁴

Mechanical Property Data	
Modulus of Elasticity, E	217370.65 kgf/cm²
Poisson's Ratio, U	0.15
Coefficient of Thermal Expansion, A	0.0000099 1/C
Shear Modulus, G	94508.98 kgf/cm²

Figura 16: Propiedades de concreto. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.

#### 3.1.1.3.2.2 Acero corrugado grado 60

Resistencia en fluencia :  $f_y =4200 \text{ Kg/cm}^2$

Peso volumétrico :  $\gamma_s = 7850 \text{ Kg/m}^3$

Deformación máxima antes de la fluencia:  $\epsilon_s = 0.0021$

Módulo de elasticidad :  $E_s=2\ 000\ 000 \text{ Kg/cm}^2$

Módulo de poisson :  $\nu = 0.30$

Figura 17: Propiedades de acero. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.

### 3.1.1.3.2.3 Cargas por gravedad

### 3.1.1.3.2.4 Cargas muertas

- Peso propio de los elementos de concreto armado
- Peso de acabados: 100 kg/m<sup>2</sup> (según E.020)
- Peso de losa aligerada convencional 0.20 de espesor: 300 kg/m<sup>2</sup> (según E.020)
- Peso de tabiquería para unidades de arcilla huecas: 1350 kg/m<sup>3</sup>; Entonces para divisiones de ambientes y parapetos se tiene las siguientes cargas a considerar para las losas y vigas:

**Tabla 19**

*Peso de tabiquería*

	<b>Espesor</b> <b>(m)</b>	<b>Altura</b> <b>(m)</b>	<b>Peso</b> <b>Específico</b> <b>(kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Peso</b> <b>(kg/m)</b>
Muro de tabiquería	0.15	2.40	1350	<b>486</b>
Parapeto	0.15	1.20	1350	<b>243</b>

*Nota:* pesos unitarios para el metrado de carga. Elaboración Propia.

### 3.1.1.3.2.5 Cargas vivas

Sobrecarga de entrecimpo para vivienda, pasadizo y escaleras: 200 kg/m<sup>2</sup> (Según E.020)

Sobrecarga de techo: 100 kg/m<sup>2</sup> (Según E.020)

Combinaciones de carga según E.060:

- 1.4 CM + 1.7 CV                      CM: Carga Muerta
- 1.25 (CM+CV) + 1.0 CsX              CV: Carga Viva
- 1.25 (CM+CV) + 1.0 CsY              CsX: Carga de sismo en dirección X-X
- 0.9 CM + 1.0 CsX                      CsY: Carga de sismo en dirección Y-Y
- 0.9 CM + 1.0 CsY

### 3.1.1.3.2.6 Cargas por sismo

Configuración de espectro de diseño en el programa ETABS V.2016 Según Norma E.030 para ello se considerara los siguientes factores:

**Tabla 20**

*Datos para el análisis dinámico*

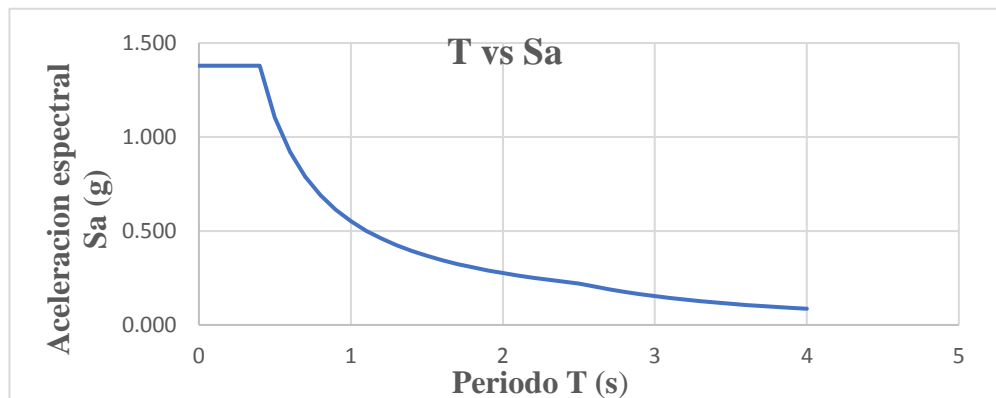
<b>Z</b>	<b>0.45</b>	<b>Zona 4</b>	<b>Zonificación</b>
<b>U</b>	1	Común	Uso de la Edificación
<b>S</b>	1		Suelo
<b>T<sub>p</sub></b>	0.4	s	Periodo del suelo
<b>T<sub>L</sub></b>	2.5	s	Periodo para el factor C desplazamiento constante
<b>R</b>	8	Pórticos C°A°	Factor de reducción

*Nota:* El cuadro muestra los datos empleados para el análisis dinámico de la edificación. Elaboración propia.

**Tabla 21***Seudo aceleraciones vs periodo*

<b>T</b>	<b>C</b>	<b>Sa (m/s<sup>2</sup>)</b>			
			2.0	0.50	0.276
0	2.5	1.379	2.1	0.48	0.263
0.1	2.50	1.379	2.2	0.45	0.251
0.2	2.50	1.379	2.3	0.43	0.240
0.3	2.50	1.379	2.4	0.42	0.230
0.4	2.50	1.379	2.5	0.40	0.221
0.5	2.00	1.103	2.6	0.37	0.204
0.6	1.67	0.919	2.7	0.34	0.189
0.7	1.43	0.788	2.8	0.32	0.176
0.8	1.25	0.690	2.9	0.30	0.164
0.9	1.11	0.613	3.0	0.28	0.153
1.0	1.00	0.552	3.1	0.26	0.144
1.1	0.91	0.501	3.2	0.24	0.135
1.2	0.83	0.460	3.3	0.23	0.127
1.3	0.77	0.424	3.4	0.22	0.119
1.4	0.71	0.394	3.5	0.20	0.113
1.5	0.67	0.368	3.6	0.19	0.106
1.6	0.63	0.345	3.7	0.18	0.101
1.7	0.59	0.324	3.8	0.17	0.096
1.8	0.56	0.306	3.9	0.16	0.091
1.9	0.53	0.290	4.0	0.16	0.086

*Nota:* Cuadro de datos de Pseudoaceleraciones versus periodo. Elaboración propia.



*Figura 18:* Espectro de diseño. Elaboración propia.



### 3.1.1.3.3 Definición de elementos estructurales en el programa ETABS 2016 V 16.2

Para el modelo matemático de la edificación y previo a un predimensionamiento de los elementos estructurales del sistema estructural aporticado, el cual será analizado en el programa de diseño estructural se designarán los datos correspondientes para su ideal análisis y modelamiento estructural.

Definición de viga V-1 con dimensiones de 0.25m x 0.40m y columna 0.50m x 0.50m para el modelo matemático en el análisis estructural.

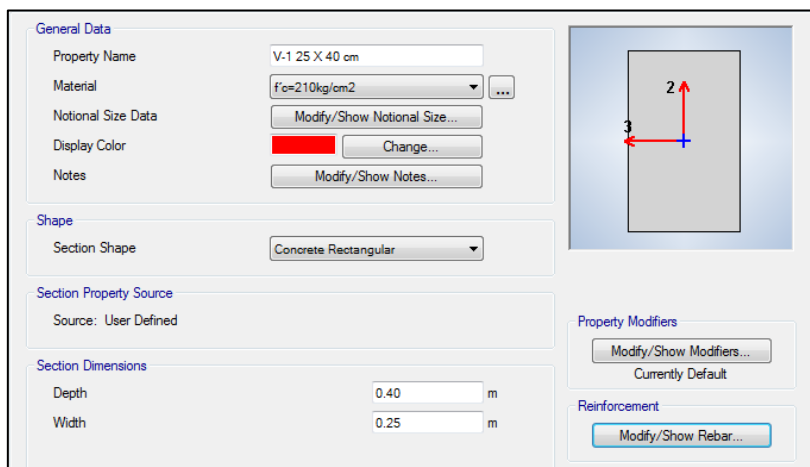


Figura 19: Definición de viga. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.

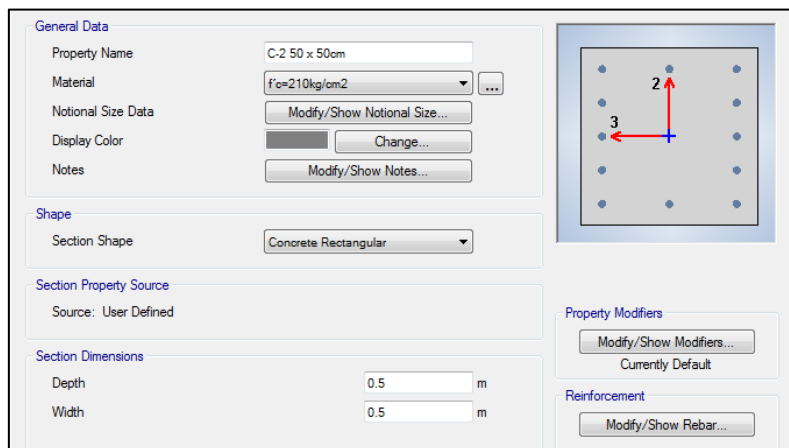


Figura 20: Definición de columna. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.

Definición de las dimensiones y propiedades para la losa aligerada convencional de espesor de 20cm, para efectos de diseño se considera este como elemento membrana, el cual tiene la función de transmitir las cargas de esta hacia los apoyos.

General Data	
Property Name	LA- 20cm
Slab Material	f'c=210kg/cm2
Notional Size Data	Modify/Show Notional Size...
Modeling Type	Membrane
Modifiers (Currently Default)	Modify/Show...
Display Color	Change...
Property Notes	Modify/Show...
<input checked="" type="checkbox"/> Use Special One-Way Load Distribution	
Property Data	
Type	Ribbed
Overall Depth	0.2 m
Slab Thickness	0.05 m
Stem Width at Top	0.1 m
Stem Width at Bottom	0.1 m
Rib Spacing (Perpendicular to Rib Direction)	0.4 m

Figura 21: Definición de Losa aligerada. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.

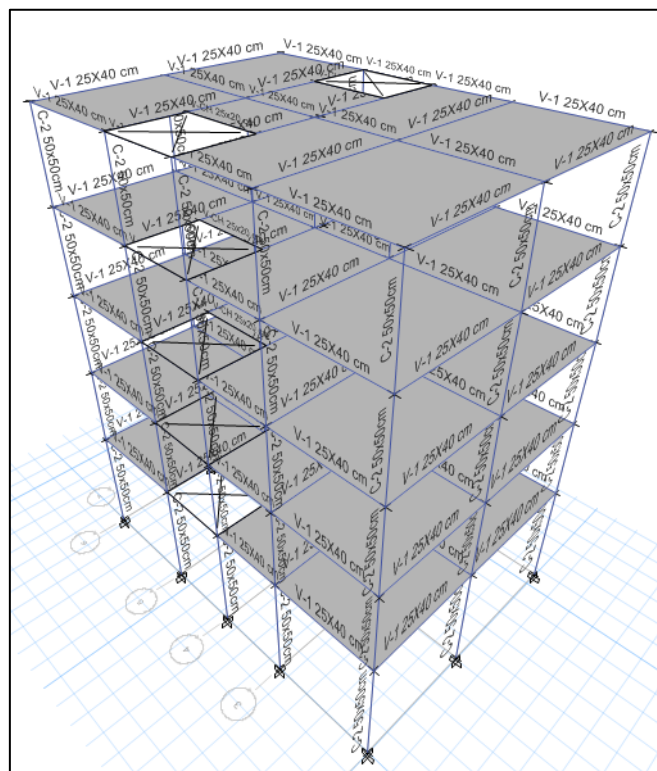


Figura 22: Secciones de los elementos estructurales. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.

Asignación de cargas distribuidas en los elementos Frame (columnas y vigas) estas son de cargas producidas por la tabiquería en el perímetro edificación así como los parapetos

- Carga muerta (CM):

Peso específico de ladrillo de arcilla hueco:  $1350\text{kg/m}^3$

Peso de muro de tabiquería :  $1350\text{ kg/m}^3 * 2.60\text{m} * 0.15\text{m} = 526.5\text{ kg/m}$

Peso de acabados :  $100\text{ kg/m}$

**Total de carga de muro de tabiquería**  **$626.5\text{ kg/m} \approx 650\text{ kg/m}$**

Peso de parapeto :  $1350\text{ kg/m}^3 * 1.20\text{m} * 0.15\text{m} = 243\text{ kg/m}$

Peso de acabados:  $100\text{ kg/m}$

**Total de carga de muro de tabiquería**  **$343\text{ kg/m} \approx 350\text{ kg/m}$**

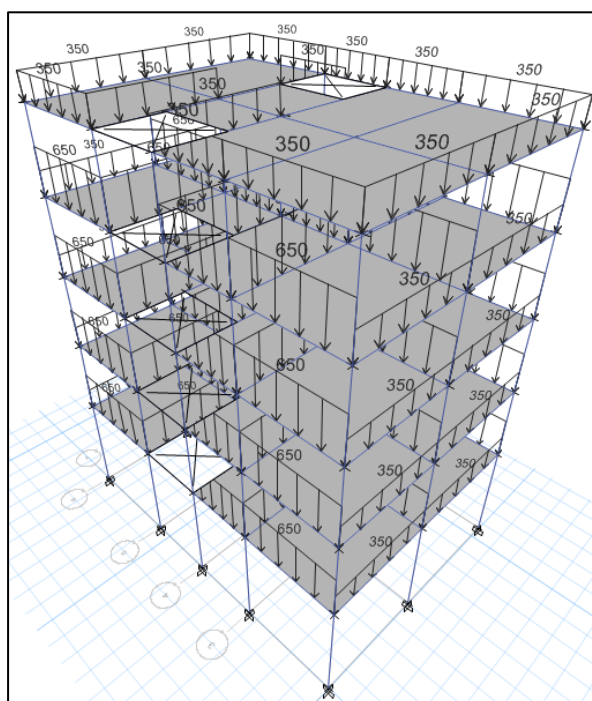


Figura 23: Asignación de cargas producidas por la tabiquería en las vigas. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.

#### 3.1.1.3.4 Asignación de cargas

- Carga muerta (CM):

Peso de ladrillo de techo:  $65\text{ kg/m}^2$

Peso de tabiquería :  $150\text{ kg/m}^2$

Peso de acabados :  $100\text{ kg/m}^2$

**Total :  $315\text{ kg/m}^2$**

- Carga viva (CV) de 1 – 4 nivel

Sobrecarga para edificaciones:  $200 \text{ kg/m}^2$

**Total :  $200 \text{ kg/m}^2$**

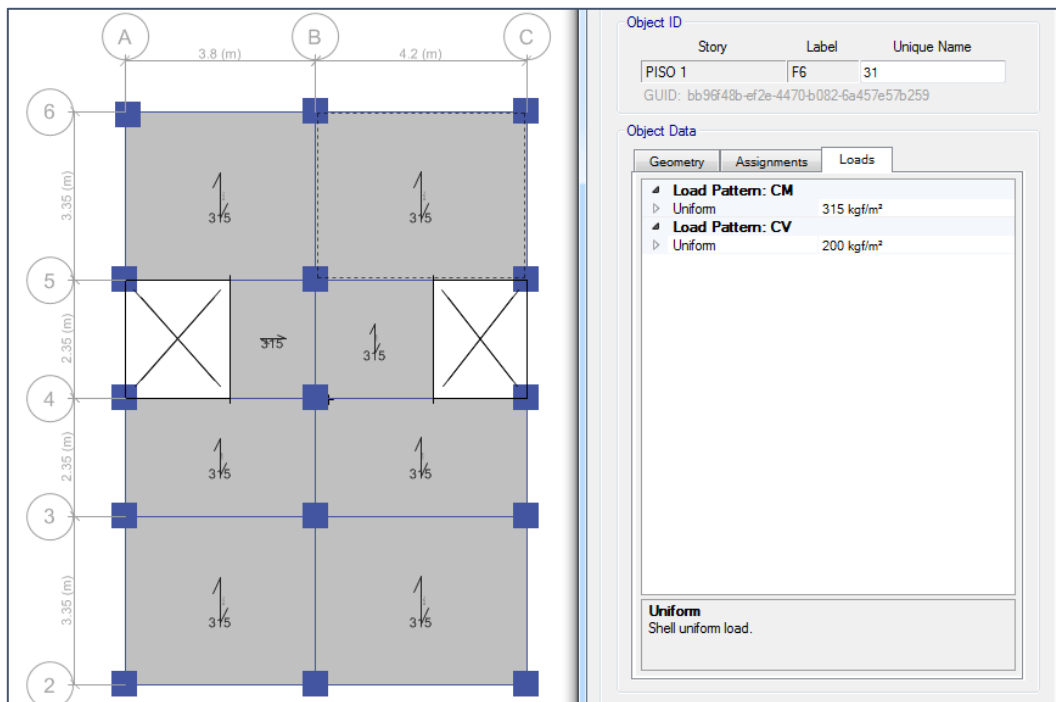


Figura 24: Asignación de carga muerta y carga viva de 1-4 nivel. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.

#### Asignación de carga muerta (CM) y carga viva (CV) en techo

- Carga muerta (CM):

Peso de ladrillo de techo:  $65 \text{ kg/m}^2$

Peso de acabados :  $100 \text{ kg/m}^2$

**Total :  $165 \text{ kg/m}^2$**

- Carga viva (CV) de 1 – 4 nivel

Sobrecarga para edificaciones:  $100 \text{ kg/m}^2$

**Total :  $100 \text{ kg/m}^2$**

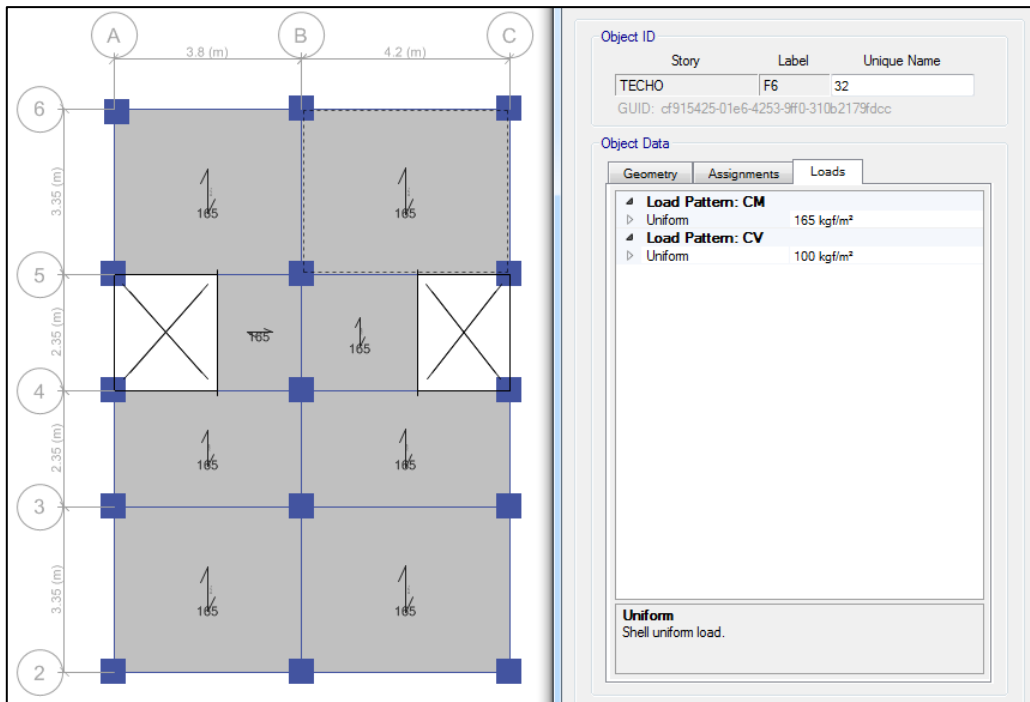


Figura 25: Asignación de carga muerta y carga viva en techo. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.

### Patrones de carga en programa de calculo y diseño estructural

Load	Type	Self Weight Multiplier	Auto Lateral Load
SyE	Seismic	0	User Coefficient
CM	Dead	1	
CV	Live	0	
SxE	Seismic	0	User Coefficient
SyE	Seismic	0	User Coefficient

Figura 26: Patrones de carga. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.

Load Case Name	Load Case Type
CM	Linear Static
CV	Linear Static
SxE	Linear Static
SyE	Linear Static
SX	Response Spectrum
SY	Response Spectrum
DX	Response Spectrum
DY	Response Spectrum

Figura 27: Casos de carga. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.

Carga sísmica en X-X e Y-Y más 30% de efecto de bidireccionalidad en dirección ambos sentidos

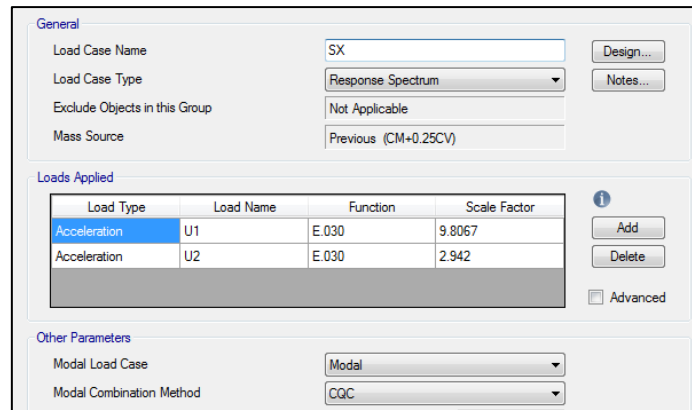


Figura 28: Carga por sismo en dirección X-X. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.

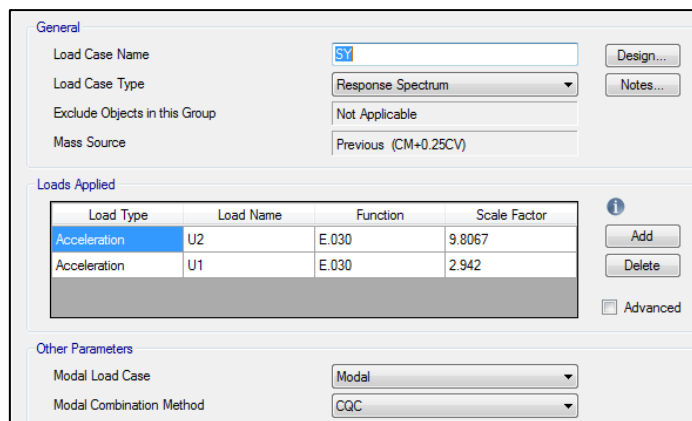


Figura 29: Carga por sismo en dirección Y-Y. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.

### Configuración para los desplazamientos en dirección X-X, 0.75R

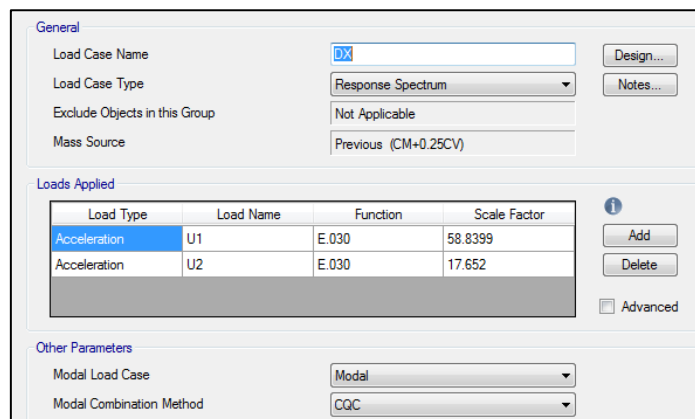


Figura 30: Desplazamiento en dirección X-X. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.

### Configuración para los desplazamientos en dirección Y-Y, 0.75R

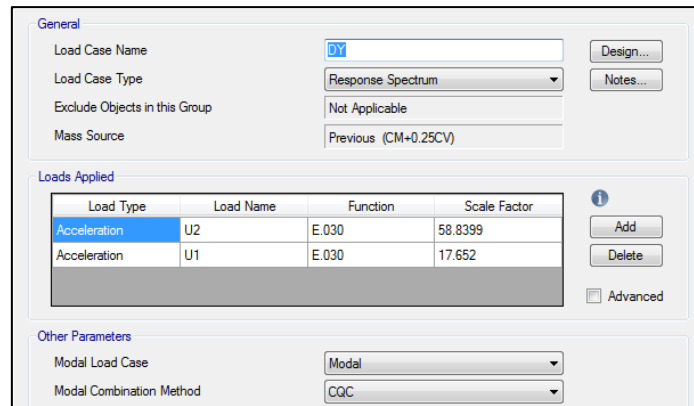


Figura 31: Desplazamiento en dirección Y-Y. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.

Configuración para masa sísmica de la estructura, según la norma E.030 para el uso de edificación se considera el 100% de la carga muerta más el 25% de la carga viva.

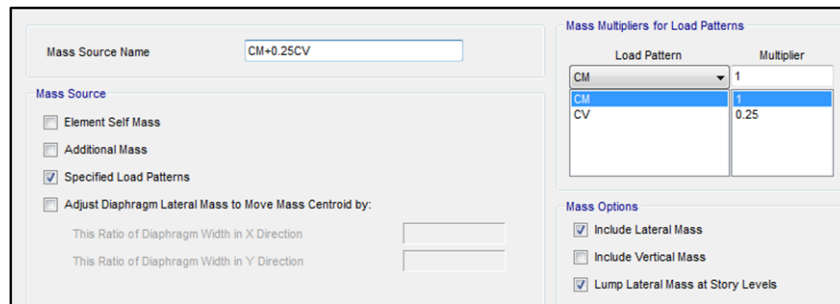


Figura 32: Masa sísmica de la estructura. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.

Espectro de diseño según la norma E.030 para determinar las pseudo-aceleraciones en función de los periodos.

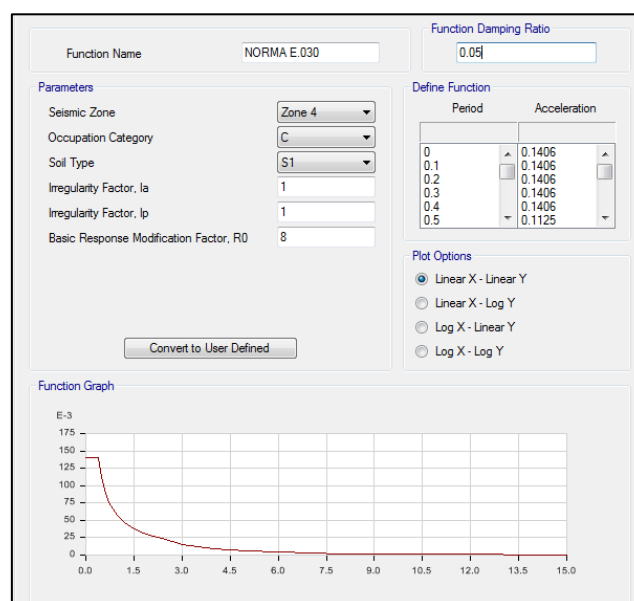
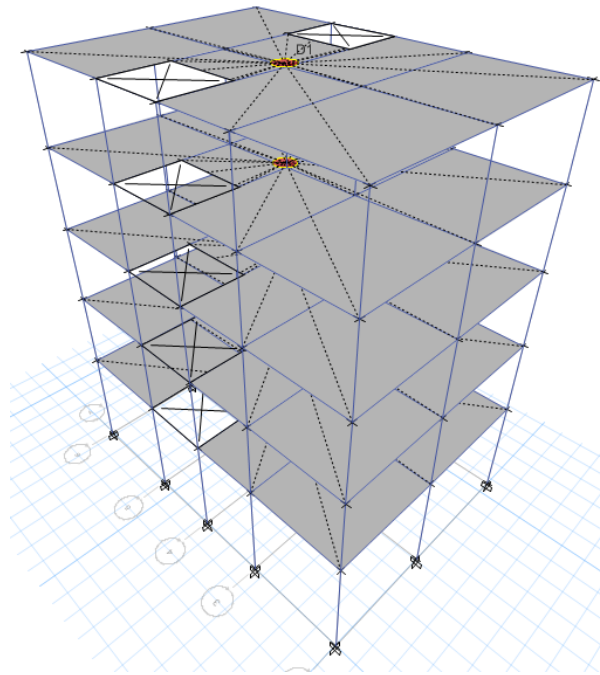


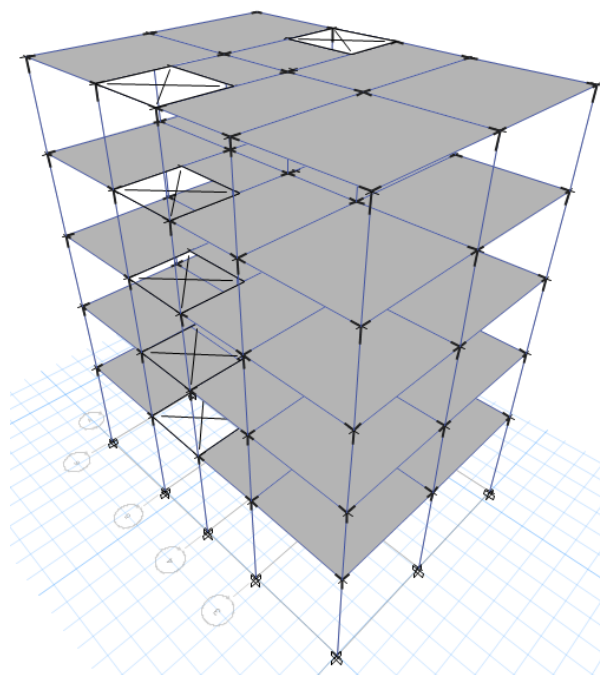
Figura 33: Espectro de diseño según la norma E.030. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.

En el modelo matemático se realiza la configuración del diafragma rígido por cada nivel, con la finalidad de tener la condensación de grados de libertad.



*Figura 34:* Diafragma rígido por cada nivel. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.

Asignación de brazos rígidos en los elementos Frame (columna viga) de modo que se puedan trasladar los grados de libertad en los nodos y estos puedan optimizar su análisis.



*Figura 35:* Brazos rígidos en elementos Frame. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.



### 3.1.1.3.5 Análisis Estático (Según Norma E.030)

**Tabla 22**

*Datos para el análisis estático en dirección X-X, Y-Y*

<b>Z:</b>	<b>0.45</b>	<b>Zona 4</b>	<b>Zonificación</b>
<b>U:</b>	1	Común	Uso
<b>h<sub>n</sub>:</b>	14	m	Altura
<b>C<sub>t</sub>:</b>	35	Pórticos C°A°	
<b>T:</b>	0.40	s	Periodo fundamental
<b>S:</b>	1		Suelo
<b>T<sub>p</sub>:</b>	0.4	s	Periodo del suelo
<b>T<sub>L</sub>:</b>	2.5	s	Periodo para el factor C
<b>C:</b>	2.50	T=T <sub>p</sub>	Coeficiente Sísmico
<b>R:</b>	8	Pórticos C°A°	Factor de reducción

*Nota:* Datos a emplear para el análisis dinámico en ambas direcciones. Elaboración propia.

$$T = \frac{h_n}{C_t} = \frac{14}{35} = \mathbf{0.4}$$

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

$$T_p < T < T_L \quad C = 2.5 * \left(\frac{T_L}{T}\right)$$

$$T < T_L \quad C = 2.5 * \left(\frac{T_p * T_L}{T^2}\right)$$

$$\frac{Z * U * S * C}{R} = \frac{0.45 * 1 * 1 * 2.5}{8} = \mathbf{0.141}$$

$$\text{Si } T \leq 0.5 : K = 1$$

$$\text{Si } T > 0.5 : K = (0.75 + 0.5 * T)$$

$$\mathbf{K=1}$$

### 3.1.1.3.5.1 Verificación de la cortante dinámica

Modos de vibración y participación de masas, la norma E.030 considera que la Suma de participación de masa en cada dirección sea mayor del 90%.

### 3.1.1.3.5.2 Participación de masas en casos modales

**Tabla 23**

*Participación de masas en casos modales*

Modo	Periodo (s)	UX	UY	Sum	Sum	RZ	Sum
				UX	UY		RZ
1	0.573	0.8612	6.06E-07	0.8612	6.06E-07	0.0001	0.0001
2	0.469	0.0000253	0.7523	0.8613	0.7523	0.1321	0.1322
3	0.455	0.0001	0.1328	0.8614	0.8851	0.7454	0.8776
4	0.169	0.1009	0	<b>0.9623</b>	0.8851	0.00001412	0.8776
5	0.143	2.984E-06	0.0775	0.9623	<b>0.9626</b>	0.0101	0.8878
6	0.138	0.0000149	0.0098	0.9623	0.9724	0.08	<b>0.9678</b>
7	0.084	0.028	0	0.9903	0.9724	0.000006725	0.9678
8	0.075	1.521E-06	0.019	0.9903	0.9914	0.0021	0.9699
9	0.072	0.00000864	0.0018	0.9903	0.9932	0.0219	0.9918
10	0.051	0.0081	0	0.9984	0.9932	0.000004888	0.9918
11	0.047	9.04E-07	0.0055	0.9984	0.9987	0.0003	0.9921
12	0.045	0.00000613	0.0002	0.9984	0.9989	0.0066	0.9987

*Nota:* Datos obtenidos del programa de cálculo estructural para comparar la participación de masas según los casos modales. Elaboración propia.

Para la dirección X-X, en el modo de vibración supera el 90%, así como en el modo 5 para la dirección Y-Y, y en la rotación en Z a partir del 6 modo de vibración; por lo tanto se reducen a 6 modos de vibración para el cálculo computacional.

**Tabla 24***Participación de masas con 6 modos de vibración*

Modo	Periodo (s)	UX	UY	Sum	Sum	RZ	Sum
				UX	UY		RZ
1	0.573	0.8612	6.06E-07	0.8612	6.06E-07	0.0001	0.0001
2	0.469	0.0000253	0.7523	0.8613	0.7523	0.1321	0.1322
3	0.455	0.0001	0.1328	0.8614	0.8851	0.7454	0.8776
4	0.169	0.1009	0	0.9623	0.8851	0.00001412	0.8776
5	0.143	2.984E-06	0.0775	0.9623	0.9626	0.0101	0.8878
6	0.138	0.0000149	0.0098	0.9623	0.9724	0.08	0.9678

*Nota:* Participación de masa para 6 modos de vibración. Elaboración propia.

### 3.1.1.3.5.3 Verificación de cortante en la base

Analizamos la fuerza cortante en la base estática respecto la fuerza cortante en la base dinámica. Para la dirección X-X.

**Tabla 25***Reacción en la base*

Caso de carga	FX tonf	FY tonf	FZ tonf	MX tonf-m	MY tonf-m	MZ tonf-m
SxE	-84.543	0	0	0	-825.64	527.091
SX Max	51.7886	19.4519	0	184.169	494.175	370.792

*Nota:* Valores expresados en toneladas de las reacciones en la base producidos por el sismo en dirección X-X. Elaboración propia.

Cortante Estática respecto a la cortante dinámica en la dirección Y-Y

**Tabla 26***Verificación de cortante estática y dinámica*

Caso de carga	FX tonf	FY tonf	FZ tonf	MX tonf-m	MY tonf-m	MZ tonf-m
SyE	0	-84.543	0	825.635	0	-375.165
SY Max	15.6536	64.4495	0	610.221	149.436	354.699

*Nota:* Verificación de la cortante estática respecto a la cortante dinámica. Elaboración propia.

El modo de vibración 1 es predominante en la dirección X-X, por lo tanto se considera el periodo que se muestra en la tabla: 0.573s.

**Tabla 27**

*Periodo de la estructura en el primer modo de vibración*

<b>Modo</b>	<b>Periodo (s)</b>	<b>UX</b>	<b>UY</b>	<b>Sum UX</b>	<b>Sum UY</b>	<b>RZ</b>	<b>Sum RZ</b>
1	0.573	0.8612	6.06E-07	0.8612	6.06E-07	0.0001	0.0001
2	0.469	0.0000253	0.7523	0.8613	0.7523	0.1321	0.1322
3	0.455	0.0001	0.1328	0.8614	0.8851	0.7454	0.8776
4	0.169	0.1009	0	0.9623	0.8851	0.00001412	0.8776
5	0.143	2.984E-06	0.0775	0.9623	0.9626	0.0101	0.8878
6	0.138	0.0000149	0.0098	0.9623	0.9724	0.08	0.9678

*Nota:* Periodo de la estructura en la dirección X-X con mayor participación en el primer modo de vibración. Elaboración propia.

#### 3.1.1.3.5.4 Análisis Estático (Según Periodos del Análisis Modal)

Modificación de la cortante Estática respecto a la cortante dinámica para la dirección X-X.

**Tabla 28**

*Análisis Estático (Según periodos del análisis Modal) en dirección X-X*

<b>Z:</b>	<b>0.45</b>	<b>Zona 4</b>
<b>U:</b>	1	Común
<b>T:</b>	0.573 s	
<b>S:</b>	1	
<b>Tp:</b>	0.4 s	
<b>Tl:</b>	2.5 s	
<b>C:</b>	1.75	
<b>R:</b>	8	Pórticos C°A°

*Nota:* Elaboración propia.

$$\frac{Z * U * S * C}{R} = \frac{0.45 * 1 * 1 * 1.75}{8} = \mathbf{0.098}$$

Si  $T > 0.5$  :  $K = (0.75 + 0.5 * 0.573)$

**K=1.037**

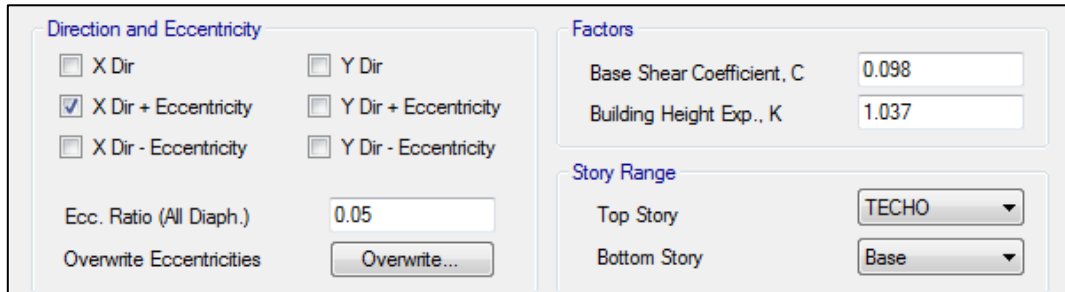


Figura 36: Modificación de los coeficientes C y K en la carga estática X-X. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.

### 3.1.1.3.5.5 Verificación de la cortante dinámica respecto a la cortante estática en dirección X-X

**Tabla 29**

*Verificación de la fuerza cortante dinámica respecto a la fuerza cortante estática en dirección X-X*

Caso de carga	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
	tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
SxE	-58.761	0	0	0	-576.623	366.354
SX Max	51.7886	19.4519	0	184.169	494.175	370.792

*Nota:* Comparación de la fuerza cortante dinámica respecto a la fuerza cortante estática en la dirección X-X. Elaboración propia.

$$F_{e_x} = \frac{(80\% * S_xE)}{S_X} = \frac{0.8 * 58.7605 \text{ ton}}{51.7886 \text{ ton}} = \mathbf{0.908}$$

**0.908 < 1.00 por lo tanto no se escala!**

El modo 2 es predominante en la dirección Y-Y, por lo tanto se considera el periodo 0.469s

**Tabla 30**

*Verificación de la fuerza cortante dinámica respecto a la fuerza cortante estática en dirección Y-Y*

Modo	Periodo (s)	UX	UY	Sum UX	Sum UY	RZ	Sum RZ
1	0.573	0.8612	6.06E-07	0.8612	6.06E-07	0.0001	0.0001
2	0.469	0.0000253	0.7523	0.8613	0.7523	0.1321	0.1322
3	0.455	0.0001	0.1328	0.8614	0.8851	0.7454	0.8776
4	0.169	0.1009	0	0.9623	0.8851	0.00001412	0.8776
5	0.143	2.984E-06	0.0775	0.9623	0.9626	0.0101	0.8878
6	0.138	0.0000149	0.0098	0.9623	0.9724	0.08	0.9678

Nota: Elaboración propia.

**Tabla 31**

*Modificación del periodo de la estructura según análisis estático en dirección Y-Y*

<b>Z:</b>	<b>0.45</b>	<b>Zona 4</b>
<b>U:</b>	1	Común
<b>T:</b>	0.469 s	
<b>S:</b>	1	
<b>TP:</b>	0.4 s	
<b>TL:</b>	2.5 s	
<b>C:</b>	2.13	
<b>R:</b>	8	Pórticos C°A°

Nota: Elaboración propia.

$$\frac{Z * U * S * C}{R} = \frac{0.45 * 1 * 1 * 2.13}{8} = 0.12$$

Si  $T \leq 0.5$   $K = 1$

**$K = 1$**

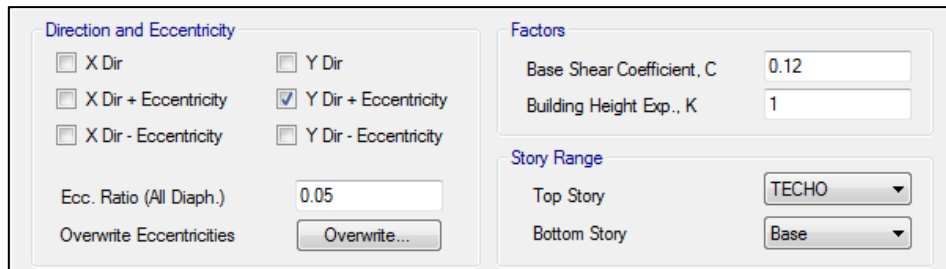


Figura 37: Modificación de los coeficiente C y K de la carga estática en dirección Y-Y. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.

### 3.1.1.3.5.6 Verificación de la cortante dinámica respecto a la cortante estática en dirección Y-Y

Tabla 32

Verificación de la cortante dinámica respecto a la cortante estática en dirección Y-Y

Caso de carga	FX tonf	FY tonf	FZ tonf	MX tonf-m	MY tonf-m	MZ tonf-m
SyE	0	-71.952	0	702.668	0	-319.29
SY Max	15.6536	64.4495	0	610.221	149.436	354.699

Nota: Elaboración propia.

$$F_{eY} = \frac{(80\% * S_{yE})}{S_Y} = \frac{0.8 * 71.9517 \text{ ton}}{64.4495 \text{ ton}} = \mathbf{0.893}$$

**0.893 < 1.00 por lo tanto no se escala!**

### 3.1.1.3.5.7 Máximos desplazamientos relativos de entrepiso

La norma E.030 indica para las estructuras de concreto armado tendrán un máximos desplazamientos relativos de entrepiso de 0.007.

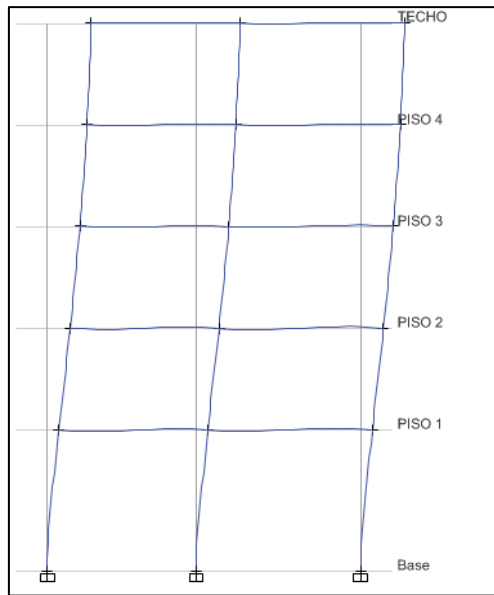


Figura 38: Máximos desplazamientos relativos en dirección X-X. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.

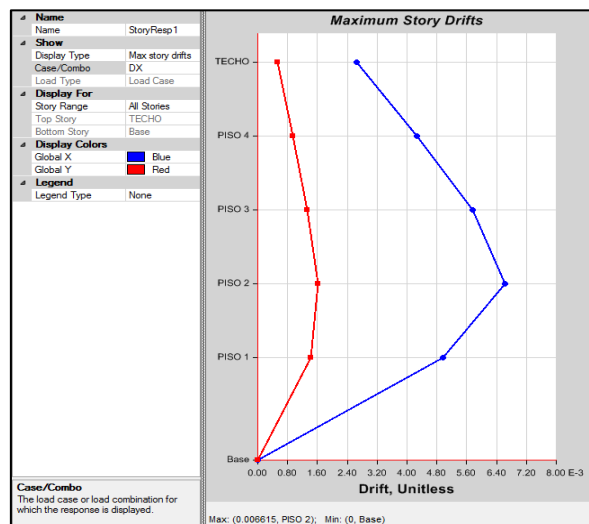


Figura 39: Diagrama de máximos desplazamientos relativos en dirección X-X. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.

**Tabla 33**

*Máximos desplazamientos relativos en dirección X-X*

Nivel	Caso de Carga	Dirección	Drift	Z
TECHO	DX Max	X	0.00266	14
PISO 4	DX Max	X	0.00426	11.4
PISO 3	DX Max	X	0.00577	8.8
PISO 2	DX Max	X	0.00662	6.2
PISO 1	DX Max	X	0.00496	3.6

Nota: Elaboración propia.



## Máximos desplazamientos relativos en dirección Y-Y

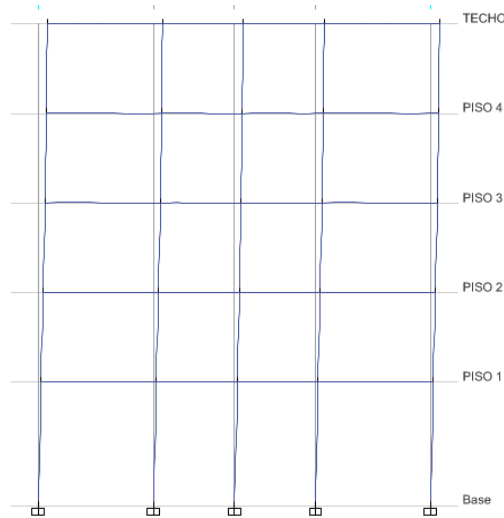


Figura 40: Máximos desplazamientos relativos en dirección Y-Y. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.

**Tabla 34**

*Máximos desplazamientos relativos en la dirección Y-Y*

Nivel	Caso de Carga	Dirección	Drift	Z
TECHO	DY Max	Y	0.001677	14
PISO 4	DY Max	Y	0.002993	11.4
PISO 3	DY Max	Y	0.004247	8.8
PISO 2	DY Max	Y	0.005154	6.2
PISO 1	DY Max	Y	0.004528	3.6

Nota: Elaboración propia.

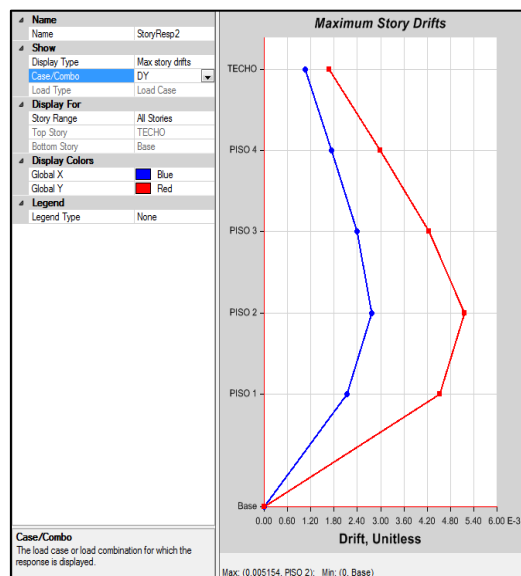


Figura 41: Diagrama de máximos desplazamientos relativos en dirección Y-Y. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.

### 3.1.1.4 Verificación de irregularidades

#### 3.1.1.4.1 Irregularidad estructural en planta

##### 3.1.1.4.1.1 Irregularidad torsional

$$\frac{D_{\text{máx}}}{D_{\text{cm}}} < 1.2 \rightarrow \text{OK}$$

**D<sub>max</sub>**: Máximo Desplazamiento Relativo de entrepiso en dirección X-X e Y-Y.

**D<sub>cm</sub>**: Máximo Desplazamiento Relativo de Centro de Masa en dirección X-X e YY.

En dirección X-X se tiene:

**Tabla 35**

*Verificación de irregularidad torsional en dirección X-X*

PISO	Elevación m	X-CM m	h <sub>i</sub> m	Drift	Drift	Dmax /	
				CM X-X	máx. X-X	D <sub>cm</sub> X-X	
Techo	14.00	0.064002	2.60	0.002463	0.002655	<b>1.078088</b>	<b>Ok</b>
Piso 4	11.40	0.057599	2.60	0.003975	0.004261	<b>1.071846</b>	<b>OK</b>
Piso 3	8.80	0.047263	2.60	0.005435	0.005765	<b>1.060793</b>	<b>OK</b>
Piso 2	6.20	0.033133	2.60	0.006263	0.006615	<b>1.056125</b>	<b>Ok</b>
Piso 1	3.60	0.016848	3.60	0.004680	0.004963	<b>1.060470</b>	<b>OK</b>

*Nota:* Elaboración propia.

**Tabla 36**

*Verificación de irregularidad torsional en dirección Y-Y*

PISO	Elevación m	Y-CM m	h <sub>i</sub> m	Drift	Drift	Dmax /	
				CM Y-Y	máx. Y-Y	D <sub>cm</sub> Y-Y	
Piso 5	14.00	0.050637	2.60	0.001569	0.001677	<b>1.068938</b>	<b>Ok</b>
Piso 4	11.40	0.046558	2.60	0.002836	0.002993	<b>1.055446</b>	<b>OK</b>
Piso 3	8.80	0.039185	2.60	0.004062	0.004247	<b>1.045663</b>	<b>Ok</b>
Piso 2	6.20	0.028625	2.60	0.004957	0.005154	<b>1.039839</b>	<b>Ok</b>
Piso 1	3.60	0.015738	3.60	0.004372	0.004528	<b>1.035761</b>	<b>Ok</b>

*Nota:* Elaboración propia

$I_p = 1$

### 3.1.1.4.1.2 Esquinas entrantes

La estructura no presenta esquinas entrantes.

$I_p = 1$

### 3.1.1.4.1.3 Discontinuidad del diafragma

Área Bruta de Diafragma =  $11.4 \text{ m} \times 8.00 \text{ m} = 91.20 \text{ m}^2$

Área de aberturas =  $7.17 \text{ m}^2 < 50\%(91.20 \text{ m}^2) : \text{OK}$

$I_p = 1$

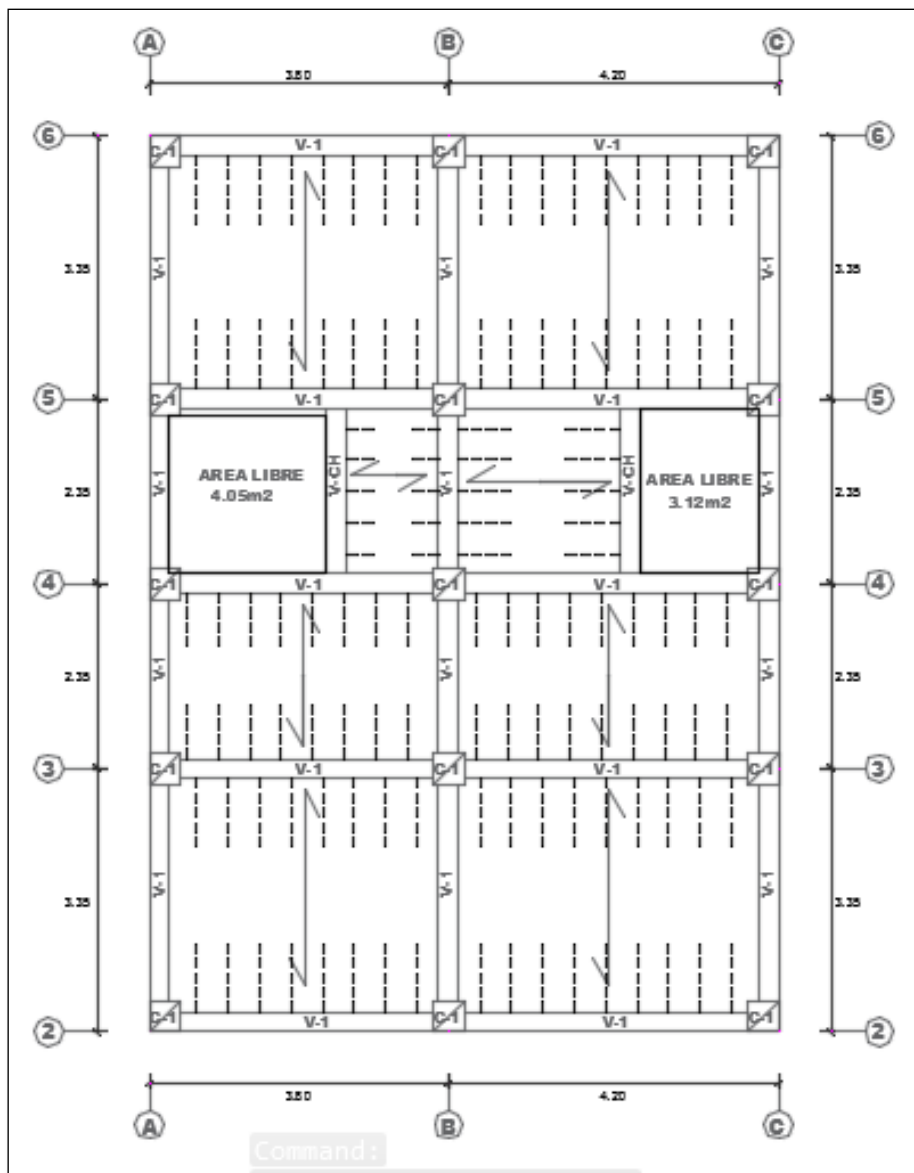


Figura 42: Área total del diafragma en losa aligerada. Elaboración propia.

#### 3.1.1.4.1.4 Sistemas no paralelos

Los elementos estructurales que resisten las fuerzas laterales son paralelos a la misma.

$$I_p = 1$$

#### 3.1.1.4.2 Irregularidad estructural en altura

No presenta.

##### 3.1.1.4.2.1 Irregularidad de rigidez – Piso blando

**Tabla 37**

*Verificación de irregularidad de piso blando en dirección X-X*

<b>PISO</b>	<b>Elevación</b> <b>m</b>	<b>K<sub>i-X-X</sub></b> <b>tonf/m</b>	<b>K<sub>i</sub>/K<sub>(i+1)</sub></b>	<b>(K<sub>i</sub>/K<sub>(i+1)</sub>)&gt;0.7</b>
Techo	14	9979.118	1.0000000	<b>OK</b>
Piso 4	11.4	14688.388	1.4719124	<b>OK</b>
Piso 3	8.8	15586.468	1.0611422	<b>OK</b>
Piso 2	6.2	16666.718	1.0693069	<b>OK</b>
Piso 1	3.6	17901.175	1.0740672	<b>OK</b>

*Nota:* Elaboración propia.

**Tabla 38**

*Verificación de irregularidad de piso blando en dirección Y-Y*

<b>PISO</b>	<b>Elevación</b> <b>m</b>	<b>K<sub>i-Y-Y</sub></b> <b>tonf/m</b>	<b>K<sub>i</sub>/K<sub>(i+1)</sub></b>	<b>(K<sub>i</sub>/K<sub>(i+1)</sub>) &gt;0.7</b>
Techo	14	17520.890	1.0000000	<b>OK</b>
Piso 4	11.4	24217.716	1.3822195	<b>OK</b>
Piso 3	8.8	25170.435	1.0393398	<b>OK</b>
Piso 2	6.2	25737.403	1.0225252	<b>OK</b>
Piso 1	3.6	23692.602	0.9205514	<b>OK</b>

*Nota:* Elaboración propia

$$I_a = 1$$

##### 3.1.1.4.2.2 Irregularidad de masa o peso

**Tabla 39***Irregularidad de masa o peso*

<b>PISO</b>	<b>CM+CV</b>	<b>P<sub>i</sub></b>	<b>P<sub>i</sub> / P<sub>(i+1)</sub> &lt; 1.5</b>	
		<b>tonf</b>		
Piso 4	Peso	141.9522	1.000000000	<b>OK</b>
Piso 3	Peso	141.9522	1.000000000	<b>OK</b>
Piso 2	Peso	141.9522	1.000000000	<b>OK</b>
Piso 1	Peso	150.9522	1.063401624	<b>OK</b>

*Nota:* Elaboración propia.**I<sub>a</sub> = 1****3.1.1.4.2.3 Irregularidad geometría vertical**

Las dimensiones de los elementos estructurales que resisten las cargas laterales son iguales en todos los niveles.

**I<sub>a</sub> = 1****3.1.1.4.2.4 Discontinuidad en los sistemas resistentes**

La estructura no presenta desanileamiento vertical, ya que los elementos estructurales son continuos en todos los niveles.

**I<sub>a</sub> = 1**

Una vez culminado el análisis sísmico de la edificación cumpliendo con desplazamientos máximos relativos así como la verificación de irregularidades de la estructura en planta y altura según la norma E.030, se procede a realizar el cálculo y diseño de elementos estructurales con ayuda de los programas de diseño estructural ETABS 2016 V 16.2 y SAFE 2016 V 16.0.

**3.1.1.5 Diseño de elementos estructurales**

Para el diseño de elementos de los elementos estructurales Viga, Columna y losa aligerada, emplearemos las cuantillas obtenidas del programa ETABS 2016 V 16.2 empleando las siguientes combinaciones de carga:

Asignación de combinaciones de carga según norma E.020.

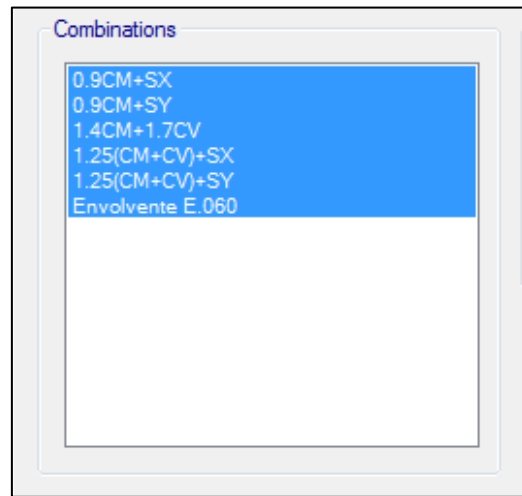


Figura 43: Combinaciones de carga. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.

Mediante la envolvente obtenemos los máximos esfuerzos para determinar el área de refuerzo en las secciones de vigas y Losa aligerada.

Para el diseño de columnas se diseña con diferentes estados de carga de modo de obtener mediante el diagrama de interacción carga axial-momento el área de acero requerido

#### **3.1.1.5.1 Diseño de Vigas**

Como ya se mencionó anteriormente mediante un predimensionamiento y asignación de las características del elemento Viga de 0.25m x 0.40m, se procede a distribuir el área de acero obtenido del programa de diseño estructural, considerando para la Luz libre mas desfavorable para su distribución de acero longitudinal en el sentido X-X y el acero transversal.

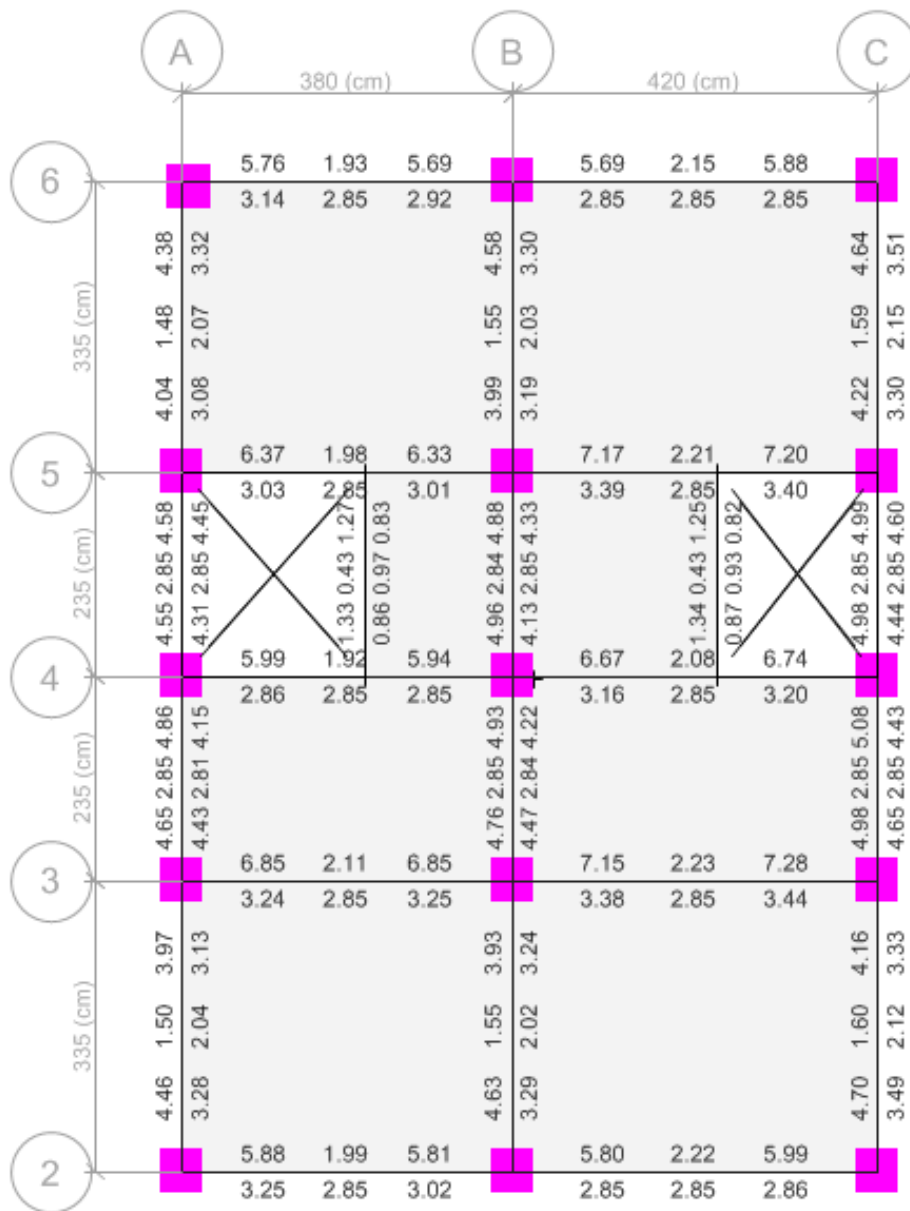


Figura 44: Área de acero en vigas. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.

A continuación se toma las áreas de acero longitudinal en la dirección 3-3

**Tabla 40**

*Resumen de cálculo de viga*

Nivel	Elemento	Sección cm	Combinación de carga	Longitud (cm)
PISO 1	V-1	V-1 25x40	Envolvente E.060	420

Nota: Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.

**Tabla 41**

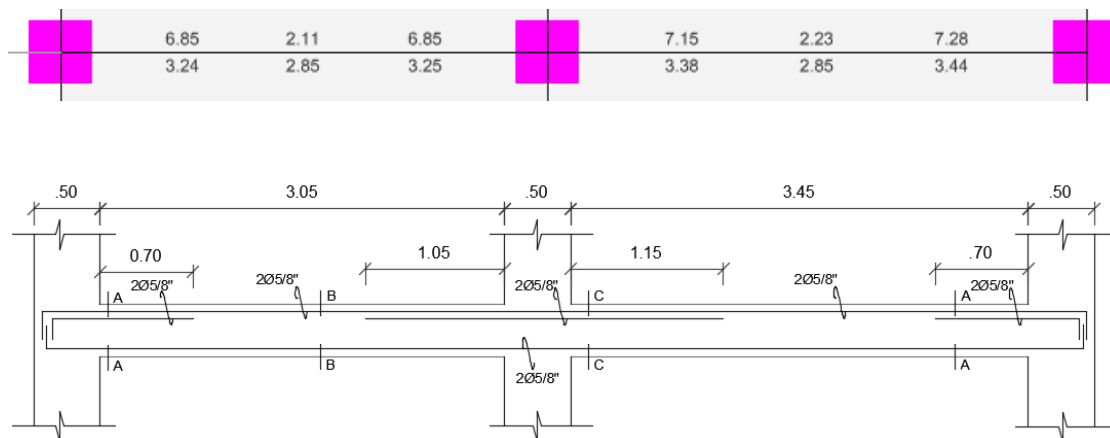
*Resultados del programa de cálculo*

Máximo Momento (-) tonf-cm	Máximo Momento (+) tonf-cm	Área de refuerzo longitudinal (-) cm <sup>2</sup>	Área de refuerzo longitudinal (+) cm <sup>2</sup>	Área mínima de refuerzo cm <sup>2</sup>	Refuerzo requerido mínimo cm <sup>2</sup>
841.677		<b>7.28</b>	0	2.85	<b>7.28</b>
	420.838	0	<b>3.44</b>	2.85	<b>3.44</b>

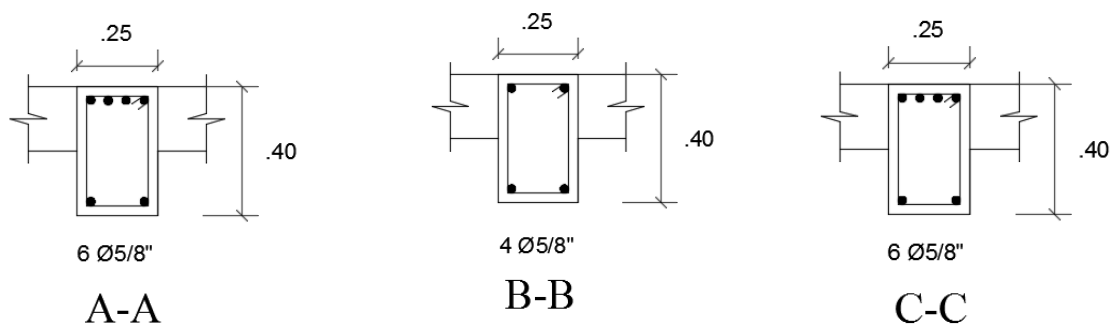
*Nota:* Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.

**3.1.1.5.1.1 Distribución de acero longitudinal**

Área de acero para los momentos negativos y positivos según la envolvente en el análisis estructural de vigas:



*Figura 45:* Corte transversal. Elaboración propia.





### 3.1.1.5.1.2 Distribución de acero transversal

Para la distribución del acero de refuerzo se emplea las recomendaciones de la Norma E.060 del capítulo 21: Disposiciones especiales para el diseño sísmico según la Fig. 21.4.4.

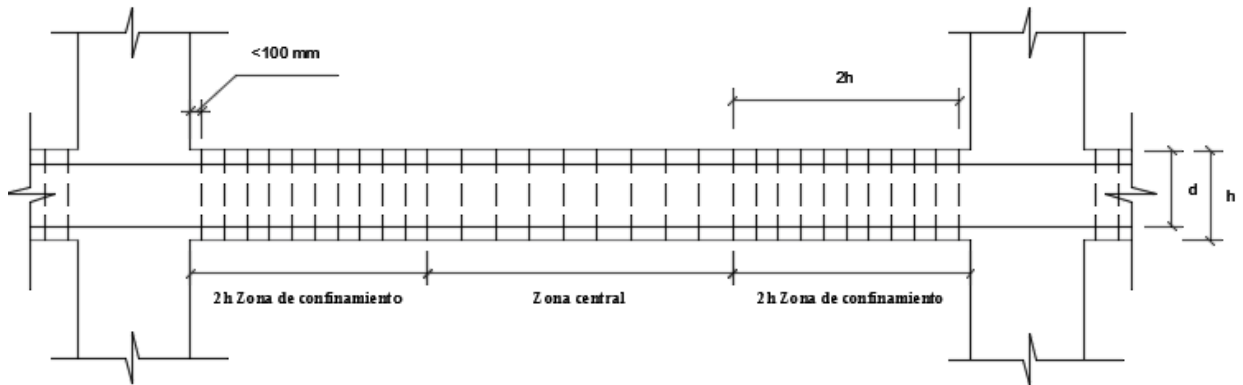


Figura 46: Distribución de acero de refuerzo transversal en viga. Recuperado del RNE RNE E.060 (2016).

La norma de concreto armado E.060 nos indica que se debe utilizar para el confinamiento de sistemas aperticadas varillas de 3/8" de pulgada así mismo cumplir con las siguientes consideraciones:

- $S_0$ : no deberá ser menor a 100 mm; por lo tanto se considera  **$S_0 = 5 \text{ cm}$**
- $S_1$ : Se considerara el menor de las siguientes alternativas:

$$\frac{d}{4} = \frac{36}{4} = 9 \text{ cm ;}$$

$$10 * 0.95 \text{ cm} = 9.5 \text{ cm ;}$$

$$24 * 0.95 \text{ cm} = 22.8 \text{ cm ;}$$

$$300 \text{ mm}$$

Por lo tanto se considera el espaciamiento en  **$S_1 = 10 \text{ cm}$**

- $S_2 = 0.5 * d$ ; entonces  $0.5 * 0.36 \text{ cm} = 18 \text{ cm}$

Por lo tanto el espaciamiento en  **$S_2 = 15 \text{ cm}$**

Considerando los valores mínimos y permisibles se considera la siguiente distribución de estribos para la viga de sección 0.25mx0.40m.

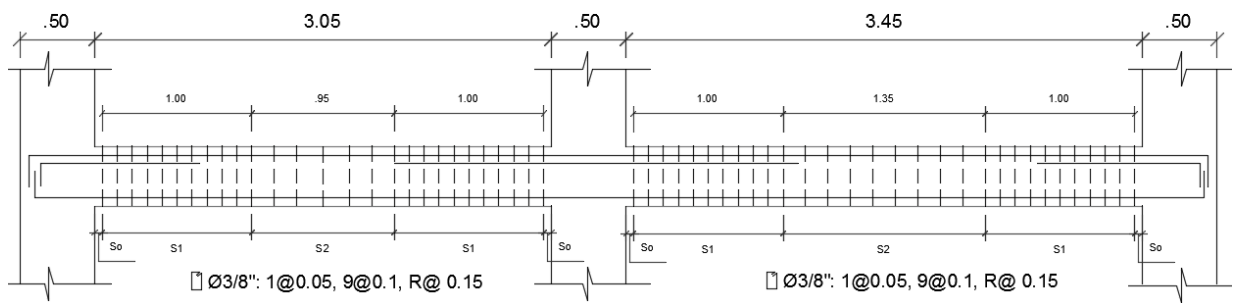


Figura 47: distribución de acero transversal. Elaboración propia.

### 3.1.1.5.2 Diseño de Columna

En el diseño de columna se considera a diferencia de las vigas diferentes estados de carga con la finalidad de obtener el área de acero de refuerzo óptimo para la sección indicada anteriormente, después de realizar el análisis sísmico y cumpliendo con las verificaciones correspondientes de la estructura, se realiza el diseño la columna considerando el área de acero y/o cuantilla que se obtiene del programa de diseño estructural.

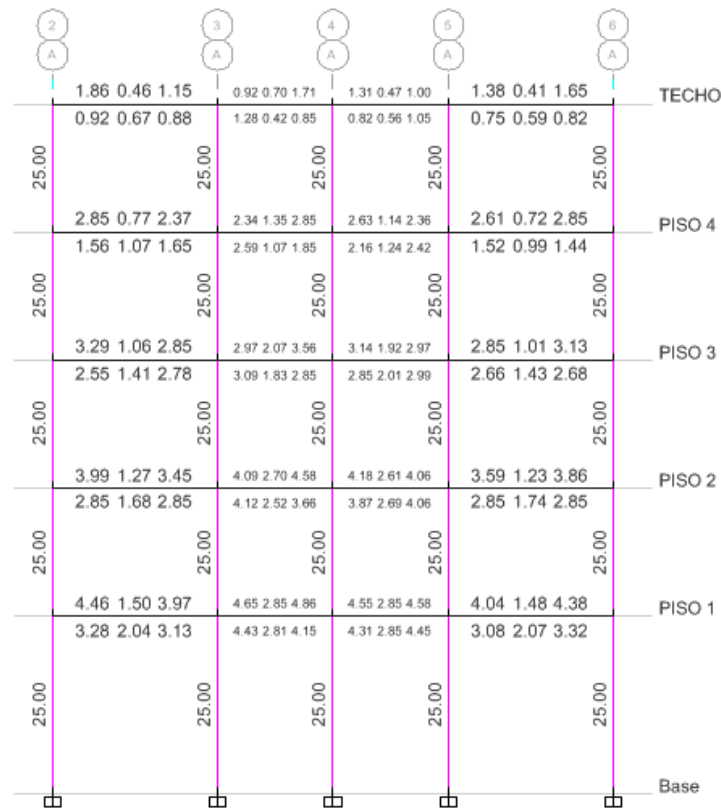


Figura 48: Área de acero en columnas en dirección Y-Y. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.

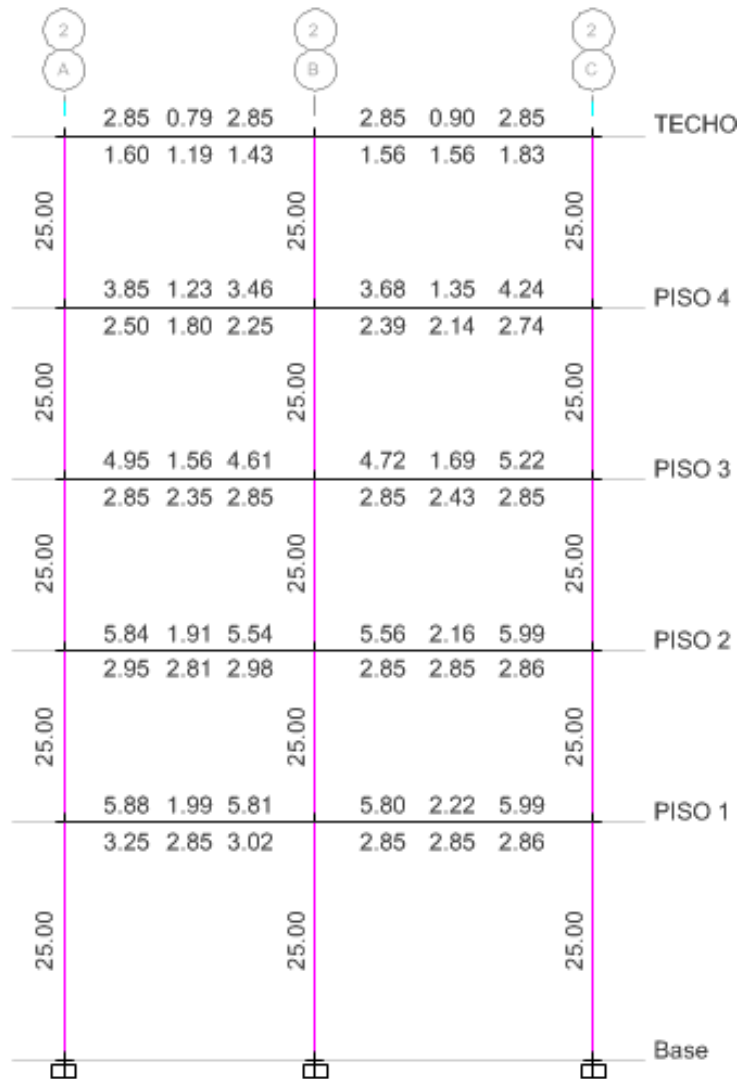


Figura 49: Área de acero en columnas en dirección X-X. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.

Del cálculo estructural obtenido del programa ETABS 2016 V.16.2 se realiza el diseño de columna C-1, la cual tiene la misma sección en todos los niveles, con la finalidad de mantener uniforme la rigidez a lo largo de cada eje de la estructura, a continuación se analizara el diagrama de interacción carga axial – momento para verificar si los esfuerzos producidos por las diversas estados de carga están dentro de este, para el cual se considera para dicha sección de columna una distribución de acero correspondiente.

Según la gráfica para la sección de la columna de 50cm x 50cm, se está considerando el 1% de la sección total de la columna para el área de refuerzo longitudinal.

- $A_{Colm} = 2500 \text{ cm}^2$

- $A_{As} = 2500 \text{ cm}^2 \times 0.01 = 25 \text{ cm}^2$

Por lo tanto se considera las siguientes varillas de acero:

- $4 \text{ } \emptyset \text{ } 3/4 = 11.36 \text{ cm}^2$
- $8 \text{ } \emptyset \text{ } 5/8 = 15.92 \text{ cm}^2$

Área total de acero de refuerzo longitudinal: **27.28 cm<sup>2</sup>**

$$\frac{27.28 \text{ cm}^2}{2500 \text{ cm}^2} = 1.092 \%$$

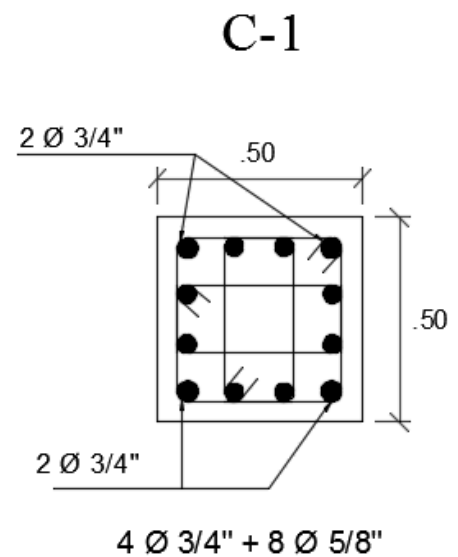
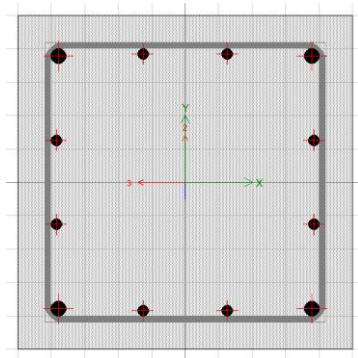


Diagrama de Interacción Carga Axial Vs Momento biaxial de 0 a 90 grados

**Tabla 42**

*Carga axial y momento en columna (0 grados)*

Curva #1 0 Grados			
Punto	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m
1	284.33	0.00	0.00
2	284.33	0.00	10.92
3	262.57	0.00	16.92
4	222.19	0.00	21.62
5	178.94	0.00	24.95
6	129.55	0.00	27.30
7	112.98	0.00	30.55
8	85.42	0.00	32.21
9	30.38	0.00	24.87
10	-31.58	0.00	13.33
11	-94.50	0.00	0.00

Nota: Elaboración propia.

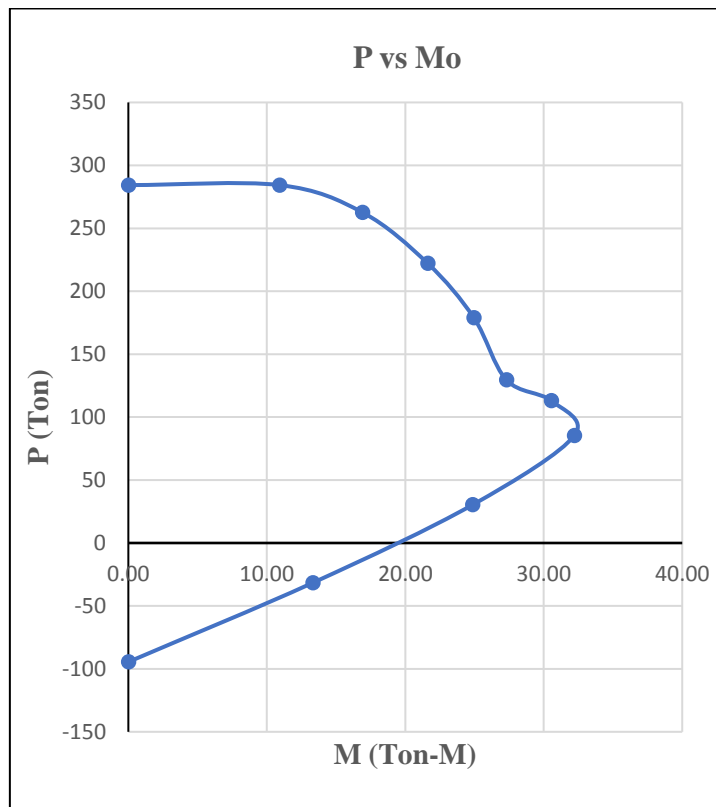


Figura 50: Diagrama de interacción P vs Mo (0 grados). Elaboración propia.

**Tabla 43**

*Carga axial y momento en columna (15 grados)*

Curva #2 15 Grados			
Punto	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m
1	284.33	0.00	0.00
2	284.33	2.50	5.66
3	284.33	4.03	12.62
4	237.70	4.30	19.19
5	184.81	4.66	23.29
6	125.94	5.21	25.05
7	91.34	5.89	27.41
8	45.56	6.96	25.69
9	-20.25	6.62	14.79
10	-76.97	3.16	3.72
11	-94.50	0.00	0.00

Nota: Elaboración propia.

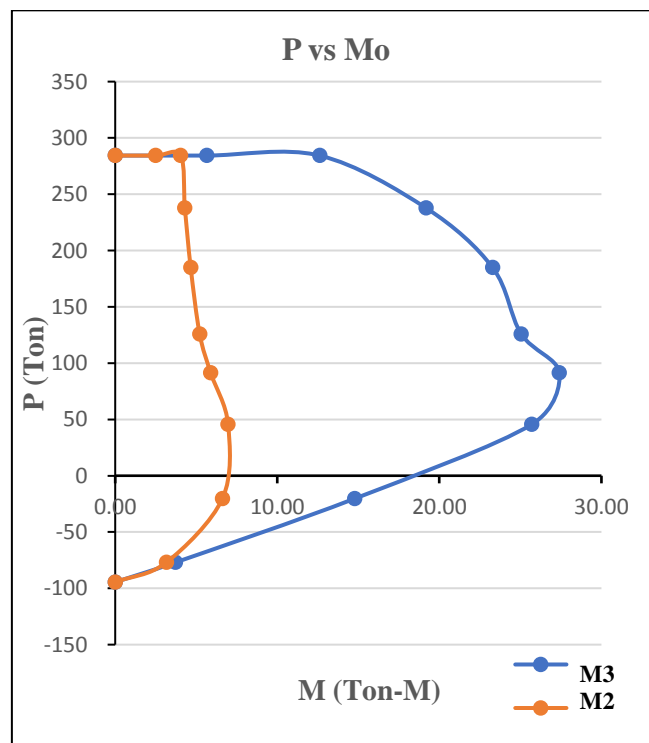


Figura 51: Diagrama de interacción P vs Mo (15 grados). Elaboración propia.

**Tabla 44**

*Carga axial y momento en columna (30 grados)*

<b>Curva #3 30 Grados</b>			
Punto	P	M2	M3
	tonf	tonf-m	tonf-m
1	284.33	0.00	0.00
2	284.33	2.93	4.36
3	284.33	6.28	9.08
4	252.22	8.90	15.13
5	190.27	9.65	20.34
6	120.60	10.50	21.68
7	74.15	12.27	22.27
8	18.62	12.46	19.19
9	-39.24	8.47	10.44
10	-80.22	2.84	2.96
11	-94.50	0.00	0.00

Nota: Elaboración propia.

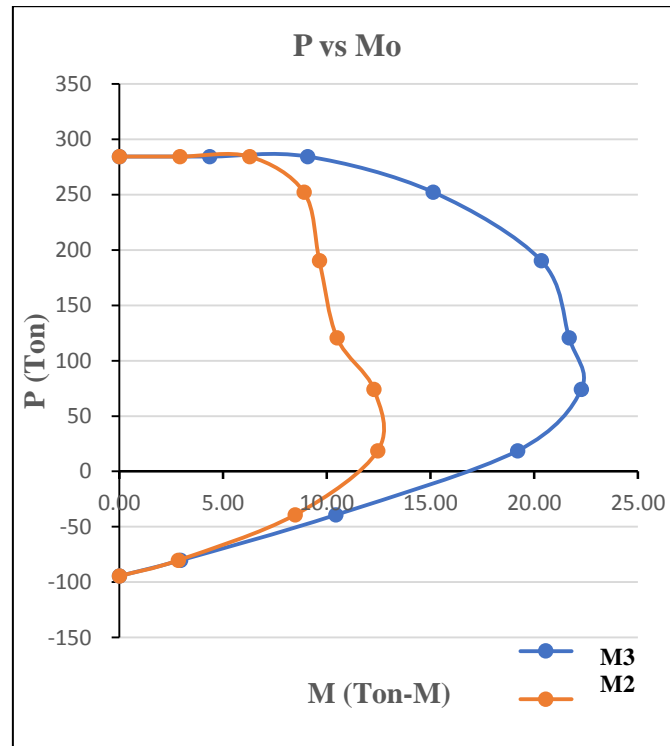


Figura 52: Diagrama de interacción P vs Mo (30 grados) Nota: Elaboración propia.

**Tabla 45**

*Carga axial y momento en columna (45 grados)*

<b>Curva #4 45 Grados</b>			
<b>Punto</b>	<b>P</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>
	tonf	tonf-m	tonf-m
1	284.33	0.00	0.00
2	284.33	3.56	3.56
3	284.33	7.49	7.49
4	257.33	11.97	11.97
5	194.92	15.40	15.40
6	115.78	16.49	16.49
7	67.83	17.26	17.26
8	10.54	15.50	15.50
9	-43.57	9.05	9.05
10	-80.71	2.81	2.81
11	-94.50	0.00	0.00

Nota: Elaboración propia.

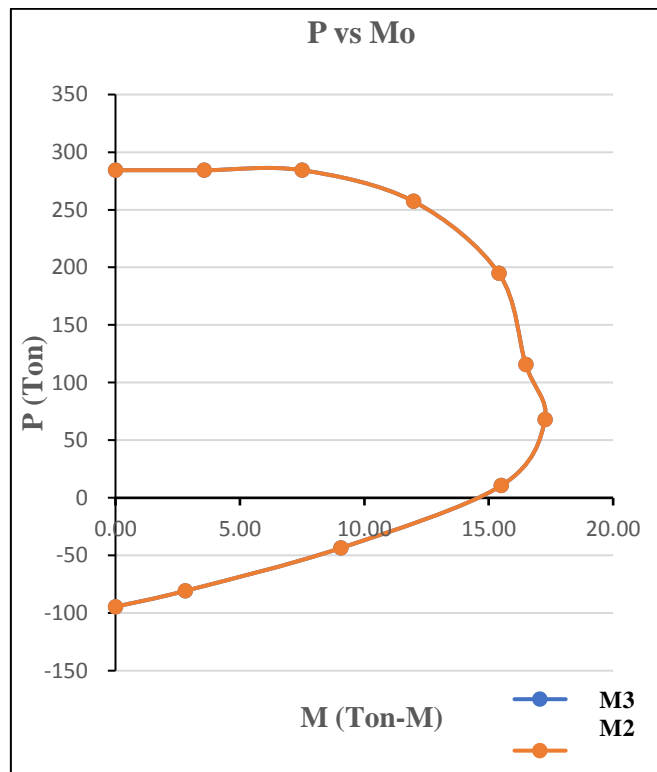


Figura 53: Diagrama de interacción P vs Mo (45 grados). Elaboración propia.



**Tabla 46**

*Carga axial y momento en columna (60 grados)*

<b>Curva #5 60 Grados</b>			
<b>Punto</b>	<b>P</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>
	tonf	tonf-m	tonf-m
1	284.33	0.00	0.00
2	284.33	4.36	2.93
3	284.33	9.08	6.28
4	252.22	15.13	8.90
5	190.27	20.34	9.65
6	120.60	21.68	10.50
7	74.15	22.27	12.27
8	18.62	19.19	12.46
9	-39.24	10.44	8.47
10	-80.22	2.96	2.84
11	-94.50	0.00	0.00

Nota: Elaboración propia.

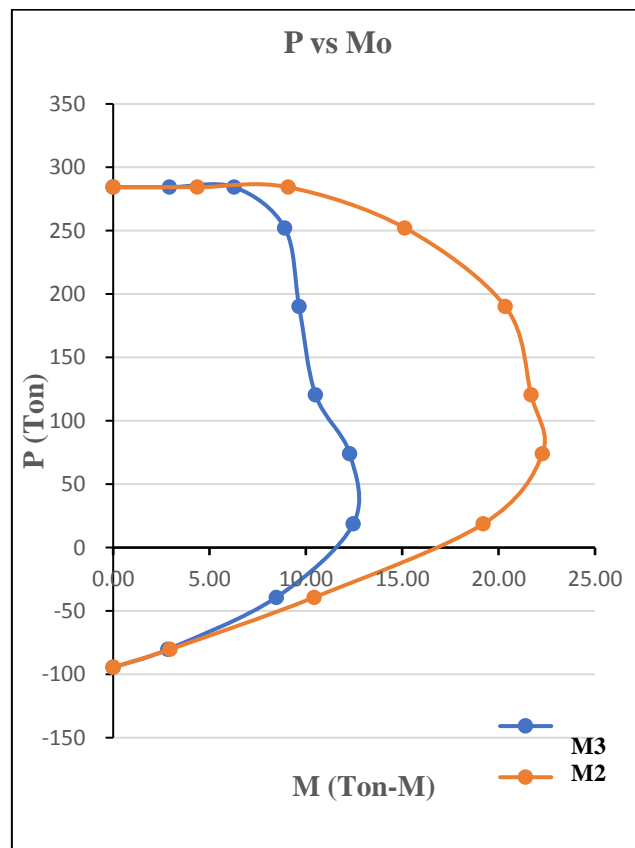


Figura 54: Diagrama de interacción P vs Mo (60 grados). Elaboración propia.

**Tabla 47**

*Carga axial y momento en columna (75 grados)*

<b>Curva #6 75 Grados</b>			
Point	P	M2	M3
	tonf	tonf-m	tonf-m
1	284.33	0.00	0.00
2	284.33	5.66	2.50
3	284.33	12.62	4.03
4	237.70	19.19	4.30
5	184.81	23.29	4.66
6	125.94	25.05	5.21
7	91.34	27.41	5.89
8	45.56	25.69	6.96
9	-20.25	14.79	6.62
10	-76.97	3.72	3.16
11	-94.50	0.00	0.00

Nota: Elaboración propia.

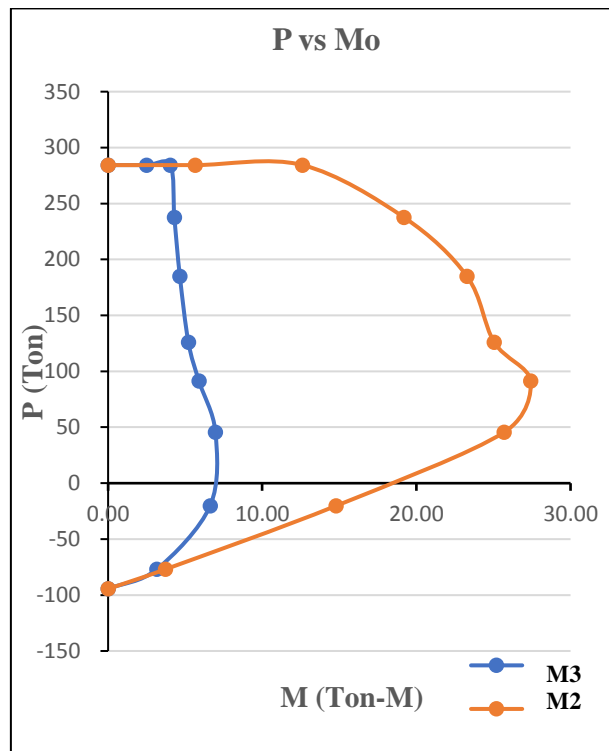


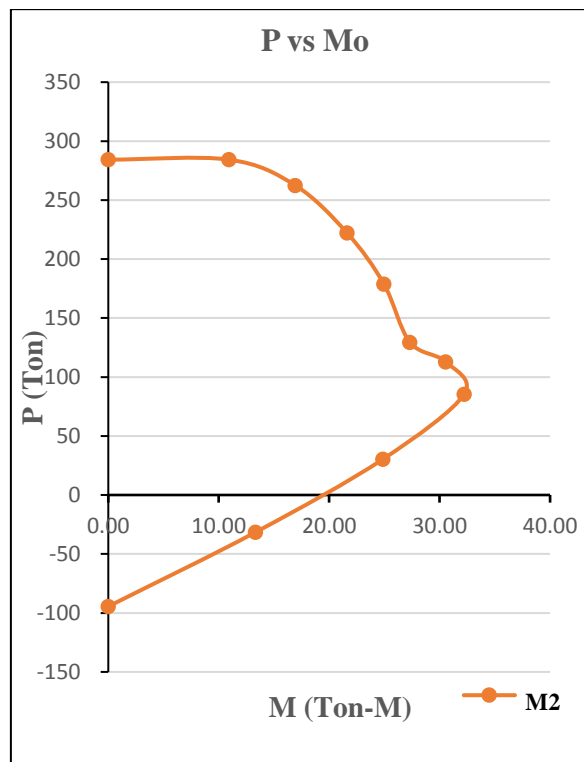
Figura 55: Diagrama de interacción P vs Mo (75 grados). Elaboración propia.

**Tabla 48**

*Carga axial y momento en columna (90 grados)*

<b>Curva #7 90 Grados</b>			
Point	P tonf	M2 tonf- m	M3 tonf- m
1	284.33	0.00	0.00
2	284.33	10.92	0.00
3	262.57	16.92	0.00
4	222.19	21.62	0.00
5	178.94	24.95	0.00
6	129.55	27.30	0.00
7	112.98	30.55	0.00
8	85.42	32.21	0.00
9	30.38	24.87	0.00
10	-31.58	13.33	0.00
11	-94.50	0.00	0.00

*Nota:* Elaboración propia.



*Figura 56:* Diagrama de interacción P vs Mo (90 grados). Elaboración propia.

**Tabla 49***Esfuerzo a compresión y momento según combinaciones de carga en colm.**0.50mx0.50m*

N°	Sección C-1 (cm)	Combinaci ón de carga	P <sub>u</sub> tonf	M <sub>u2</sub> tonf-m	M <sub>u3</sub> tonf-m	Área de acero de refuerzo cm <sup>2</sup>	Cuantilla (%)
1	50x50	0.9CM+SX	48.6789	3.0809	9.7036	25	1
2	50x50	0.9CM+SX	47.8149	-0.787	-3.1835	25	1
3	50x50	0.9CM+SX	46.9509	-1.6118	-3.1442	25	1
4	50x50	0.9CM+SY	43.8097	10.0784	3.4038	25	1
5	50x50	0.9CM+SY	42.9457	-2.5486	-1.2987	25	1
6	50x50	0.9CM+SY	42.0817	-5.0904	-1.2726	25	1
7	50x50	1.25(CM+C V)+SX	81.1587	3.1027	9.6428	25	1
8	50x50	1.25(CM+C V)+SX	79.9587	-0.7995	-3.1425	25	1
9	50x50	1.25(CM+C V)+SX	78.7587	-1.6585	-3.0015	25	1
10	50x50	1.25(CM+C V)+SY	76.2896	10.1002	3.343	25	1
11	50x50	1.25(CM+C V)+SY	75.0896	-2.5611	-2.2707	25	1
12	50x50	1.25(CM+C V)+SY	73.8896	-5.1372	-2.2344	25	1
13	50x50	1.4CM+1.7 CV	98.6401	-0.0434	2.9422	25	1
14	50x50	1.4CM+1.7 CV	97.2961	0.0881	-2.9829	25	1
15	50x50	1.4CM+1.7 CV	95.9521	-0.1749	2.9016	25	1

*Nota:* Elaboración propia.

De los resultados obtenidos del programa de cálculo para la columna de sección de 0.50m x 0.50m se verifica los esfuerzos axiales y momentos bidireccionales de modo que para la sección diseñada con la cuantilla de acero calculado estén dentro de los máximos momentos y esfuerzo obtenidos mediante los diversos estados de carga a continuación se analiza y verifica si los esfuerzos máximos y momentos máximos no superan lo indicado en los cuadros mostrados anteriormente.

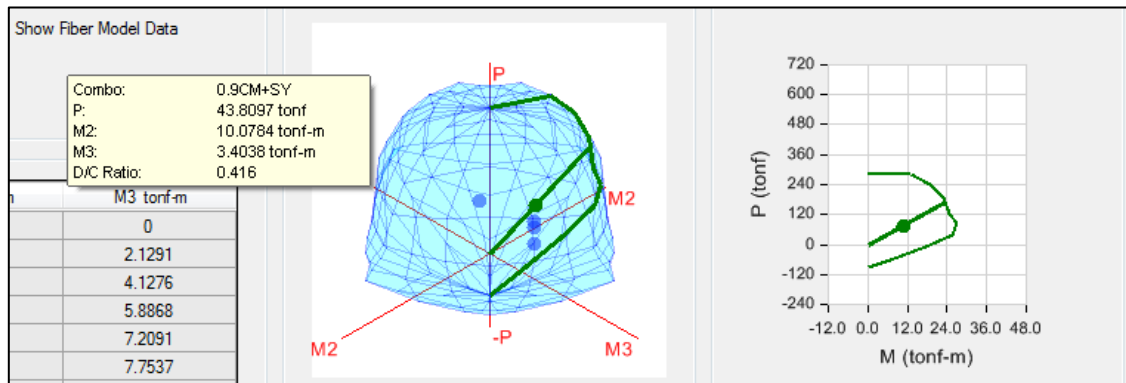
De los resultados obtenidos se pudo apreciar que la mayor combinación de carga se encuentra en la combinación N°4 y N°7, de los cuales se puede ver que están dentro de las diversas curvas del diagrama de interacción de la columna C-1.

**Tabla 50**

*Carga axial y momento según combinación de carga N°4*

<b>Combinación de carga</b>	<b>P<sub>u</sub> tonf</b>	<b>M<sub>u2</sub> tonf-m</b>	<b>M<sub>u3</sub> tonf-m</b>
0.9CM+SY	43.8097	10.0784	3.4038

*Nota:* Elaboración propia.



*Figura 57: Diagrama de interacción de columna con combinación 0.9CM+SY. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.*

**Tabla 51**

*Carga axial y momento según combinación de carga N°7*

<b>Combinación de carga</b>	<b>P<sub>u</sub> tonf</b>	<b>M<sub>u2</sub> tonf-m</b>	<b>M<sub>u3</sub> tonf-m</b>
1.25(CM+CV)+SX	81.1587	3.1027	9.6428

*Nota:* Elaboración propia.

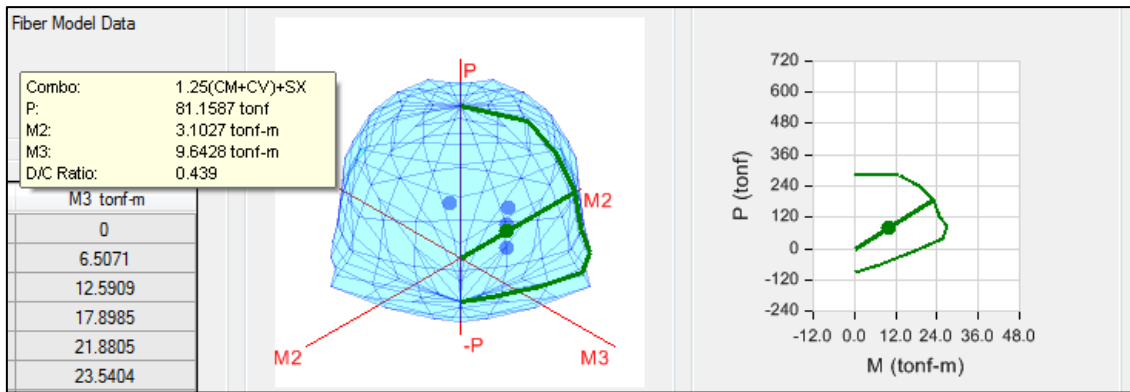


Figura 58: Diagrama de interacción de columna con combinación 1.25 (CM+CV)+SX. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.

Distribución de acero de refuerzo transversal para columna se realizara según las disposiciones para el diseño sísmico de E.060 de la normativa vigente, la cual indica lo siguiente:

La longitud de la zona de confinamiento (**l<sub>o</sub>**), se considera la mayor de:

- $h_n/6$

$$\frac{h_n}{6} = \frac{2.6\text{m}}{6} = 0.433\text{ m}$$

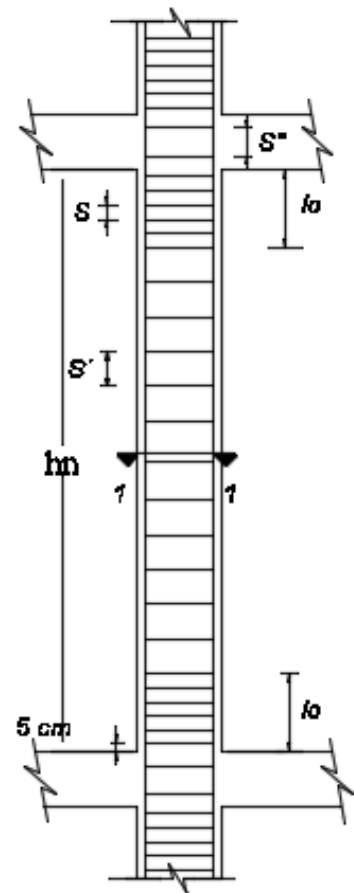
- Mayor dimensión (a ó b) a = 0.50m, b = 0.50m
- 45 cm

EL espaciamiento (**S**) dentro de la zona **l<sub>o</sub>** debe ser menor de:

- Menor valor de:

$$\frac{a}{2} = \frac{0.50\text{m}}{2} = 0.25\text{m}$$

$$\frac{b}{2} = \frac{0.50\text{m}}{2} = 0.25\text{m}$$



- 10 cm

El espaciamiento ( $S''$ ) no debe ser mayor de 15 cm

El espaciamiento ( $S'$ ) fuera de la zona ( $I_0$ ) debe ser menor de:

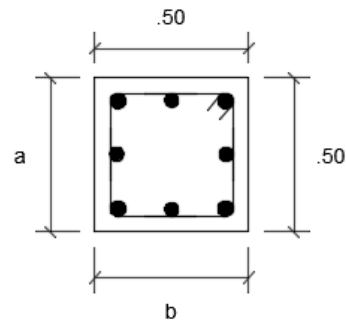
- $d/2$

$$\frac{d}{2} = \frac{0.46\text{m}}{2} = 0.23\text{m}$$

- Menos dimensión de

$$a = 0.50\text{m}$$

$$b = 0.50\text{m}$$



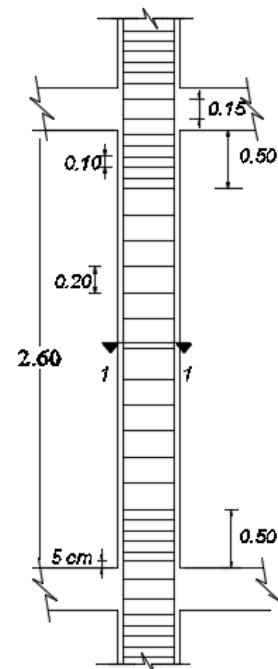
Corte 1-1

- 30cm

Por lo tanto se tiene el siguientes espaciamiento y distribución de acero de refuerzo transversal para la columna.

CUADRO DE COLUMNA

TIPO	C-1
NIVEL	
1° AL 5°	
a x b	0.50 x 0.50
ACERO	4 Ø 3/4" + 8 Ø 5/8"
ESTRIBAJE	<input checked="" type="checkbox"/> Ø 3/8: 1@.05, 5@.10Rto. <input type="checkbox"/> @.20



### 3.1.1.5.3 Diseño de losa aligerada convencional

Para determinar los momentos máximos en la losa aligerada así como las fuerzas cortantes se pueden emplear diversos métodos de análisis estructural como es el método de los coeficientes del ACI 318, en este caso se empleara el programa computacional ya que este permite obtener mayor precisión en el análisis y diseño.

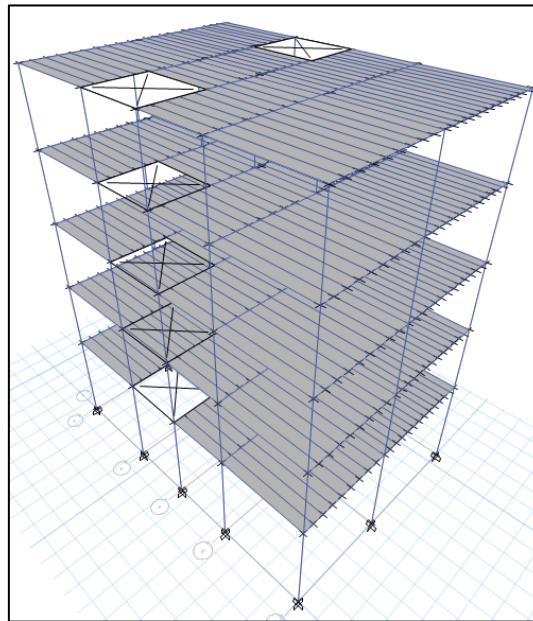


Figura 59: Modelo matemático con losas aligeradas convencionales. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.

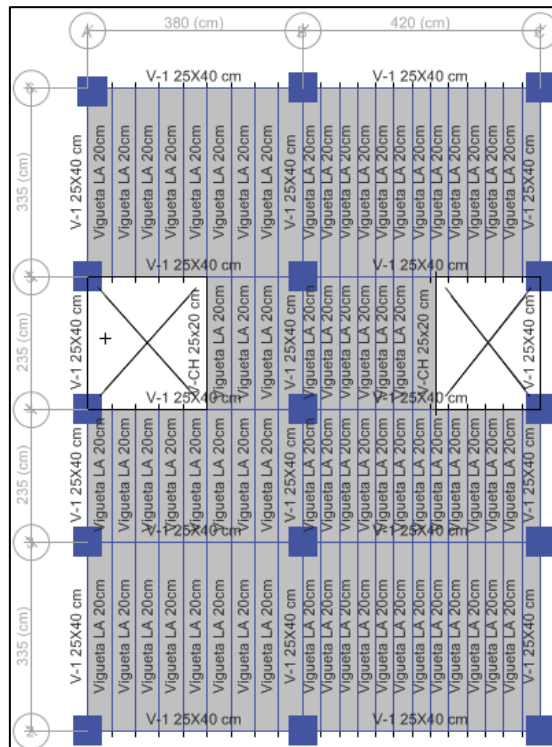
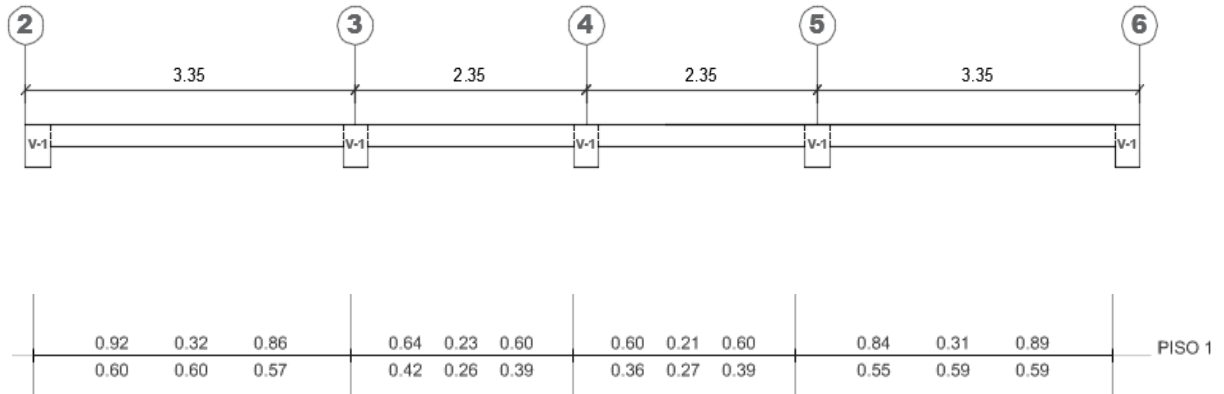


Figura 60: Viguetas de losa aligerada. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.



Para el diseño de losa aligerada se considera la luz libre más desfavorable del cual se tiene:



De manera similar que en el diseño de viga se considera el área de acero calculado por el programa ETABS 2016 V 16.2, considerando los valores máximos se empleara las siguientes varillas de acero requeridas tanto para los momentos positivos como negativos.

Verificamos el área de acero mínimo

$$\rho_{\min} = \frac{14}{f_y} ; \rho_{\min} = \frac{14}{4200} = 0.0033$$

$$\rho_{\min} = \frac{0.8 * \sqrt{f'c}}{f_y} = \frac{0.8 * \sqrt{210}}{4200} = 0.0028$$

$$A_{As \min} = \rho_{\min} * b * d = \rho_{\min} * 40 * 18 = 1.292 \text{ cm}^2$$

Se empleara para el refuerzo en la parte superior como inferior varillas de  $\emptyset 1/2''$

- $\emptyset 1/2'' = 1.29 \text{ cm}^2$

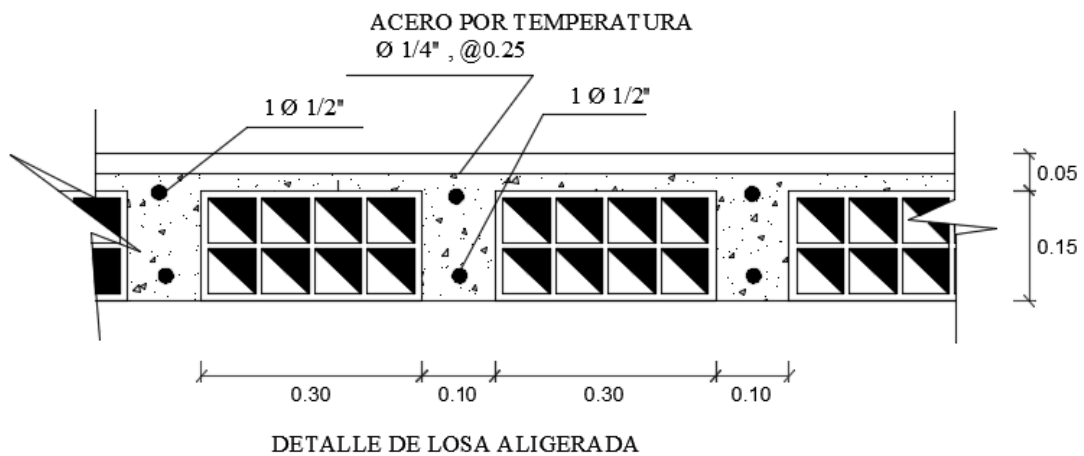
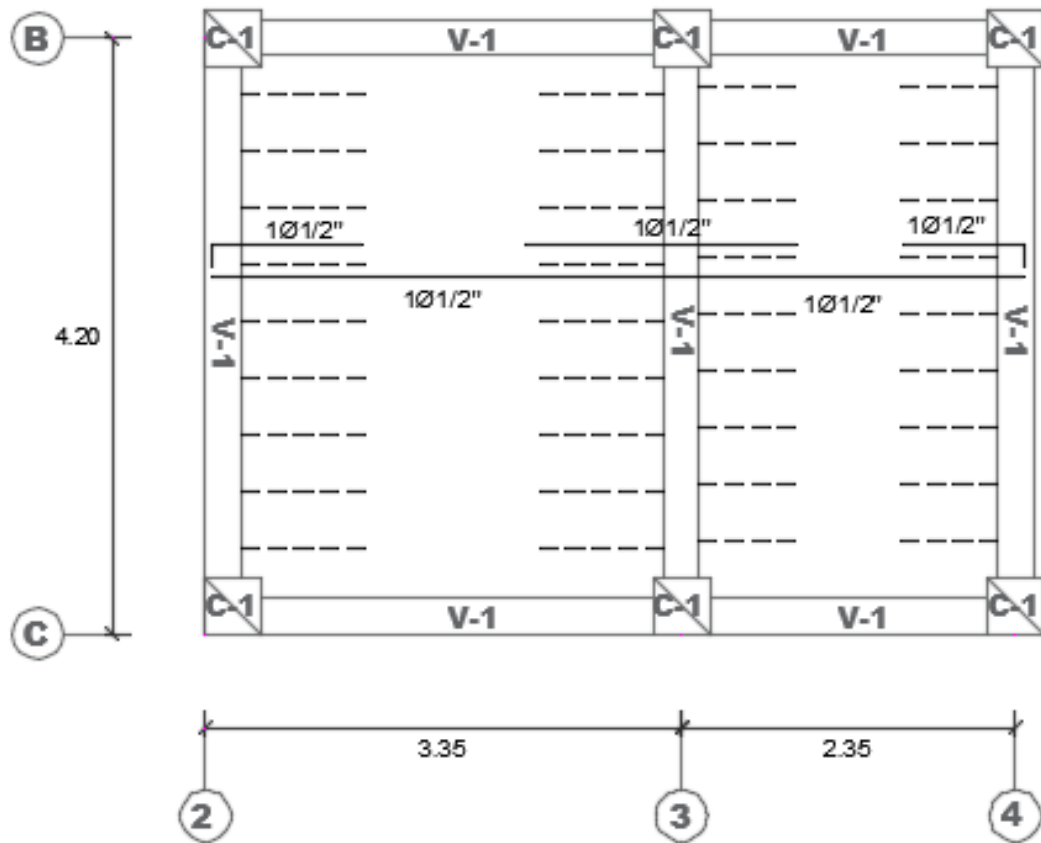


Figura 61: Detalle de losa aligerada. Elaboración propia.

### 3.1.1.6 Diseño de cimentación

Para el diseño de la cimentación de la edificación con losas aligeradas convencionales se realizara con ayuda de los datos exportados del programa ETABS, ya que este nos permite

obtener el peso de la estructura en cada columna de modo que se analizara para la columna con mayor área tributaria ósea la que lleva mayor carga axial.

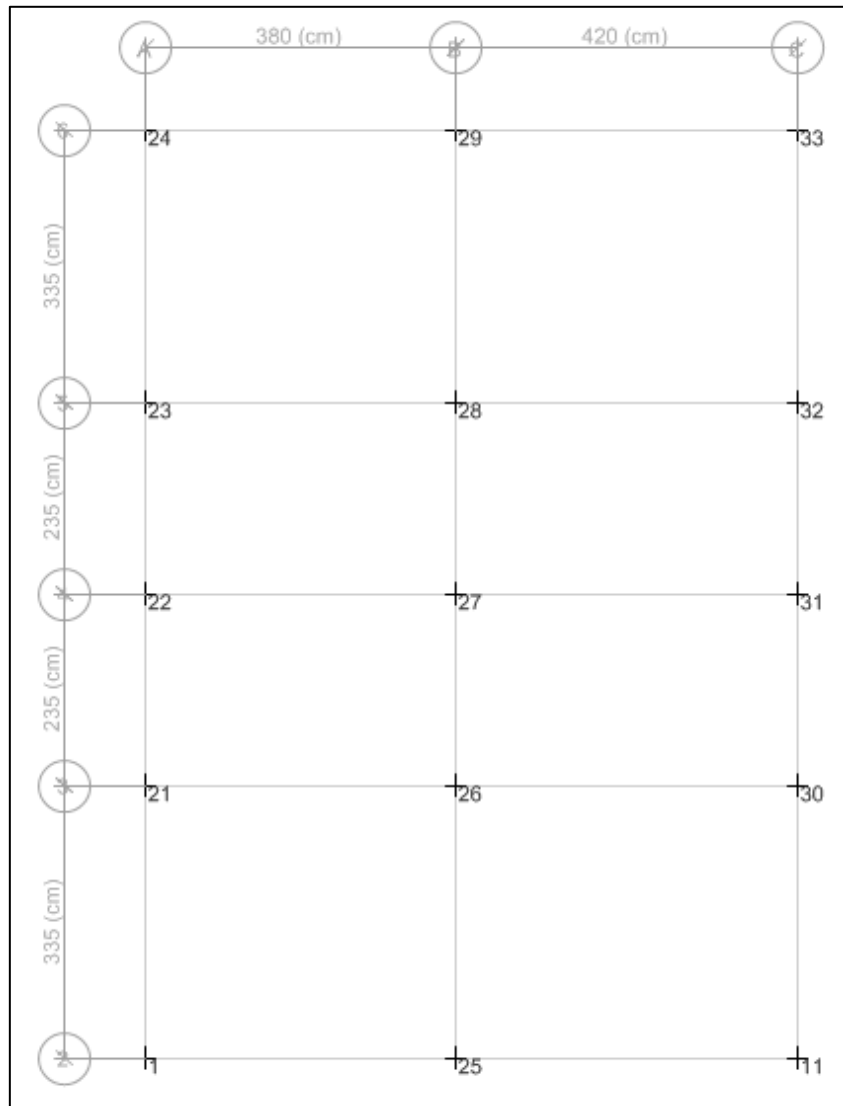


Figura 62: Exportación de puntos carga muerta cara viva para cimentación. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.

De la figura mostrada se muestran los puntos donde se aplica la carga axial producida por las diversas cargas, estas son calculadas por el programa de modo que faciliten y se obtenga mayor precisión en el cálculo de la zapata aislada.

**Tabla 52***Carga muerta y carga viva de estructura con losas aligeradas convencionales*

<b>Nivel</b>	<b>Punto</b>	<b>CM</b>	<b>CV</b>
		<b>kgf</b>	<b>kgf</b>
Base	1	29,028.43	3,027.88
Base	11	30,620.16	3,386.32
Base	21	38,430.60	4,521.04
Base	22	30,790.31	2,920.46
Base	23	32,856.01	3,231.24
Base	24	28,660.18	2,910.95
Base	25	42,739.66	6,147.27
Base	26	58,947.60	9,478.53
Base	27	55,497.92	7,925.80
Base	28	59,046.12	8,737.59
Base	29	42,624.02	6,053.59
Base	30	41,125.64	5,049.75
Base	31	37,069.75	3,359.12
Base	32	39,492.54	3,706.31
Base	33	30,436.88	3,269.90

*Nota:* Elaboración propia.

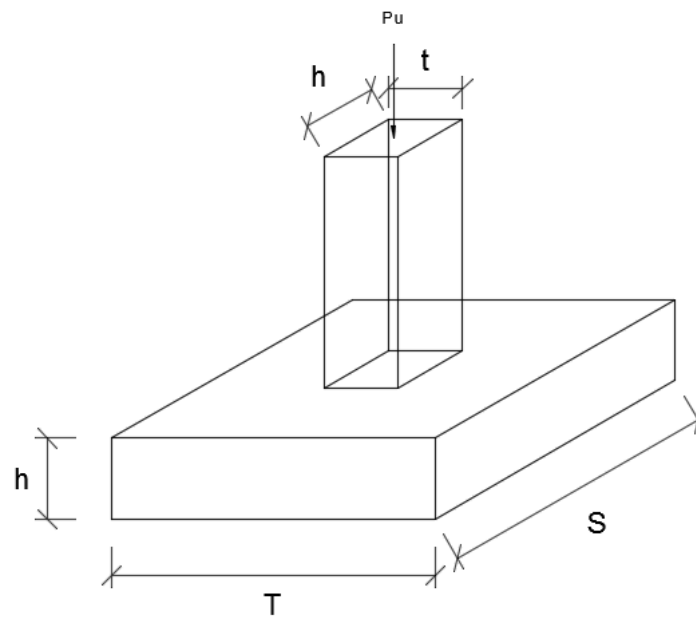
### **3.1.1.6.1 Diseño de zapata aislada**

#### **3.1.1.6.1.1 Predimensionamiento de zapata aislada**

Para el predimensionamiento de la zapata aislada se considera la carga axial máxima mostrada en el cuadro anterior así mismo los siguientes datos:

**Tabla 53***Datos para diseño de zapata aislada*

<b>b<sub>colm</sub></b>	0.50 m	Lado de columna
<b>t<sub>colm</sub></b>	0.50 m	Lado de columna
<b>CM</b>	58,947.60 kgf	Carga Muerta
<b>CV</b>	9,478.53	Carga viva
<b>F'c</b>	210 kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia a la compresion
<b>Fy</b>	4200 kg/cm <sup>2</sup>	Fluencia del acero G60
<b>Ym</b>	2100 kg/cm <sup>2</sup>	Peso específico promedio
<b>σ<sub>t</sub></b>	2.65 kg/cm <sup>2</sup>	Capacidad portante de terreno
<b>S/C</b>	200 kg/m <sup>2</sup>	Sobrecarga en primer nivel
<b>h<sub>f</sub></b>	1.50 m	Altura de piso terminado a H

*Nota:* Elaboración propia.**3.1.1.6.1.2 Determinación de esfuerzo neto del terreno**

$$\sigma_n = \sigma_t - \gamma_m \cdot h_f - S/C$$

$$\sigma_n = 26.5 \text{ ton/m}^2 - (2.1 \cdot 1.50) \cdot h_f - 0.2 \text{ ton/m}^2$$

$$\sigma_n = 23.15 \text{ ton/m}^2$$

Área de la Zapata

$$\sigma_n = \frac{P_T}{A_{zap}} \rightarrow A_{zap} = \frac{P_T}{\sigma_n}$$

$$P_u = 1.4CM + 1.7CV$$

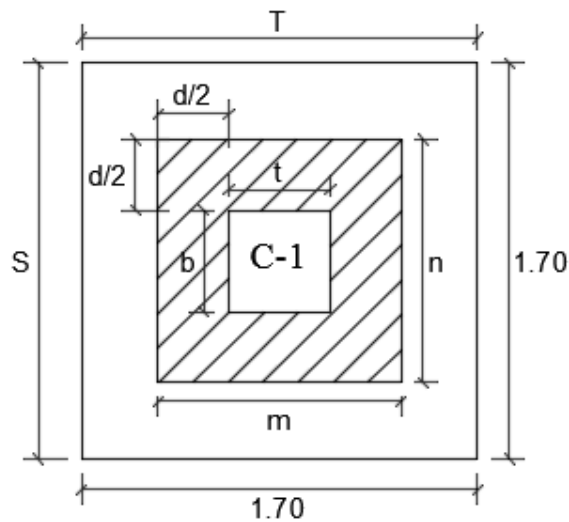
$$A_{zap} = \frac{58.94 + 9.47}{23.15 \text{ ton/m}^2} = 2.955 \text{ m}^2 \quad \rightarrow \quad S = 1.70 \text{ m}, T = 1.70 \text{ m}$$

$$S = 1.70 \text{ m}, T = 1.70 \text{ m}$$

$$\sigma_{nu} = \frac{P_u}{A_{zap}} \rightarrow \sigma_{nu} = \frac{1.4(58.94) + 1.7(9.478)}{2.96} = 33.38 \text{ ton/m}^2$$

### 3.1.1.6.1.3 Condición de diseño por punzonamiento

- $V_u = Pu - \sigma_{nu} * m * n$  ;  $V_u \leq \Phi V_c$
- $V_c = 1.06 \cdot \Phi \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_o \cdot d$
- $Pu - \sigma_{nu} * m * n = 1.06 \cdot \Phi \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_o \cdot d$



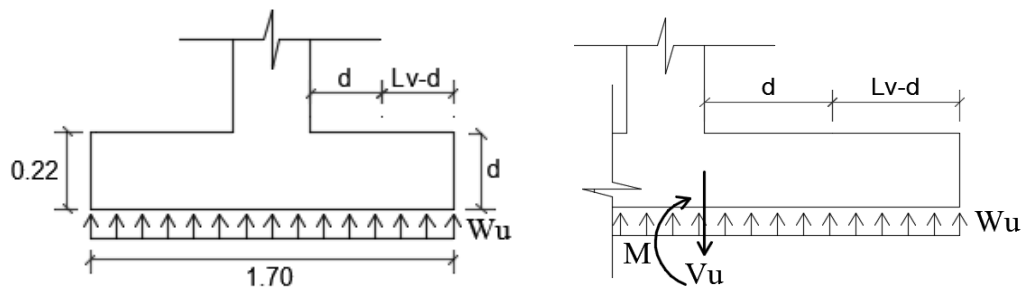
$$b_o = 2 \cdot (t + d) + 2 \cdot (b + d); \quad m = (t + d); \quad n = (b + d)$$

$$98.6286 - 33.38 \cdot (0.50 + d) \cdot (0.50 + d) \\ = 1.06 \cdot 0.85 \cdot \sqrt{210} \cdot (2 \cdot (0.50 + d) + 2 \cdot (0.50 + d)) \cdot d$$

$$d = 0.217 \text{ m}$$

#### 3.1.1.6.1.4 Verificación la fuerza cortante por tracción diagonal

- $V_u = W_u \cdot S \cdot L_v \rightarrow V_{ud} = V_u \cdot \frac{(L_v - d)}{L_v}$
- $V_{ud} = W_u \cdot S \cdot (L_v - d)$
- $\phi \cdot V_c = 0.53 \cdot \phi \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d$



$$V_{ud} = 33.38 \cdot 1.70 \cdot (0.38 - 0.22) = 9.079 \text{ ton}$$

$$\phi V_c = (0.53 \cdot 0.85 \cdot \sqrt{210} \cdot 1.70 \cdot 0.22) \cdot 10 = 24.41 \text{ ton}$$

$$V_u \leq \phi V_c \rightarrow \mathbf{Ok}$$

#### 3.1.1.6.1.5 Diseño de acero en zapata por esfuerzos a flexión

$$M_u = W_u \cdot S \cdot \frac{L_v^2}{2}; \quad R_u = \frac{M_u}{b \cdot d^2}$$

$$M_u = 33.38 \cdot 1.70 \cdot \frac{0.38^2}{2} = 4.097 \text{ ton-m}$$

$$R_u = \frac{10.65 \cdot 10^5}{140 \cdot 35^2} = 4.98$$

Para un concreto de  $210 \text{ kg/cm}^2$ , se tiene los siguientes valores de  $R_u$ :

**Tabla 54***Valores para cuantía balanceada*

$\rho$ (%)	Ru
0.0013	4.839
0.0014	5.105
0.0015	5.570
0.0018	6.659
0.0019	7.021
0.0020	7.382
0.0021	7.741

*Nota:* Elaboración propia.

Se puede apreciar del cuadro anterior que el valor de Ru: 5.105 que equivale al 0.14% de cuantía para el acero de refuerzo en la zapata, siendo este menor a la establecida como cuantía mínima por lo cual se considera lo siguiente:

Según la Norma E.060 indica, que se deberá considerar la longitud de desarrollo, la cual está en función al diámetro de varilla empotrada empleada que para este caso vendría a ser la columna, para ello se considera lo siguiente:

**Tabla 55***Longitud de desarrollo de acero longitudinal según diámetro de varilla*

Varilla de acero	Longitud de desarrollo	dobleces
	cm	cm
3/8"	21	11
1/2"	28	15
5/8"	35	19
3/4"	42	23
1"	56	30

*Nota:* Longitud de desarrollo del acero. Recuperado de EM ingenieros.

Según el diseño de columna C-1, la varilla con mayor área de acero es de medida 3/4", la cual según el cuadro deberá considerar una longitud de desarrollo no menor de 42 cm,



esto quiere decir que si aumentamos el recubrimiento el peralte de la zapata estaría quedando en 50cm.

$$\rho_{\min} (\%) = 0.18;$$

$$A_s = \rho * b * d$$

$$A_{s\min} = 0.0018 * 170\text{cm} * 42\text{cm} = 12.852\text{cm}^2$$

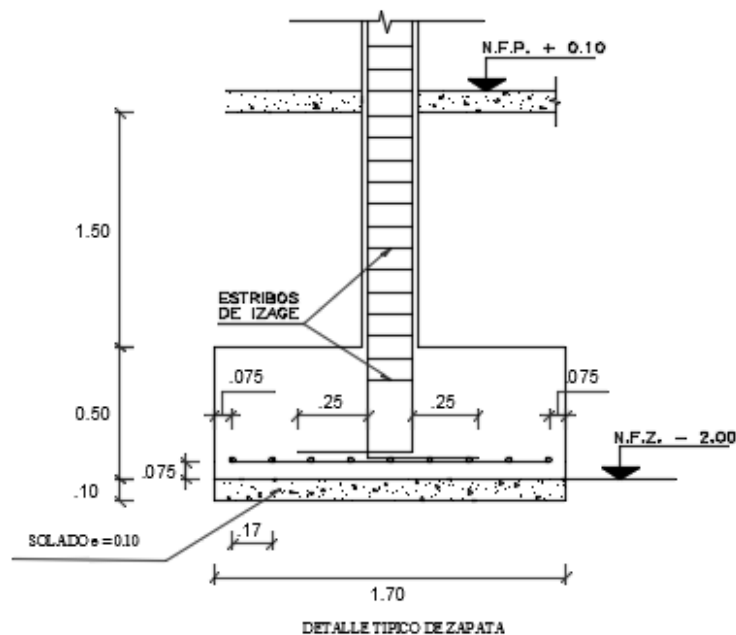
Considerando usar varillas de  $\varnothing 1/2" = 1.29 \text{ cm}^2$ ; se tiene la siguiente distribución:

$$\#Varillas = \frac{A_s}{A_s(\text{provisto})}$$

$$E = \frac{L_t}{\#var - 1}$$

$$\#Varillas = \frac{12.852\text{cm}^2}{1.29\text{cm}^2} = 9.75 \text{ Varillas} \approx 10 \text{ varillas}$$

$$E = \frac{1.70\text{m} - 0.15\text{m} - 0.0159\text{m}}{10 - 1} = 0.1704 \text{ m} \approx @ 0.17 \text{ m}$$



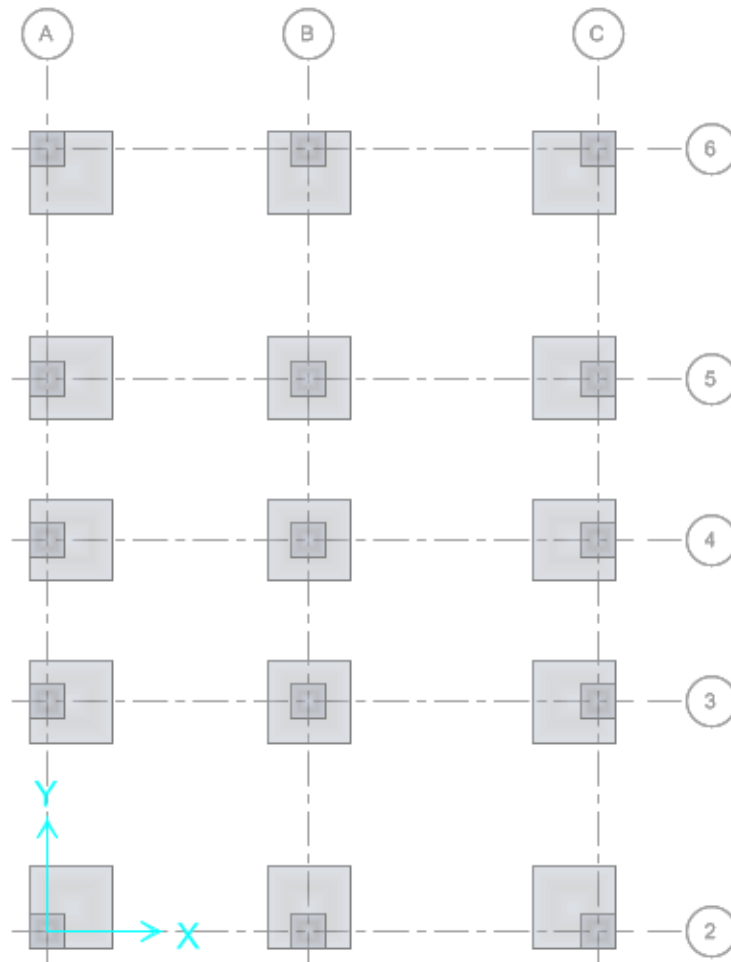
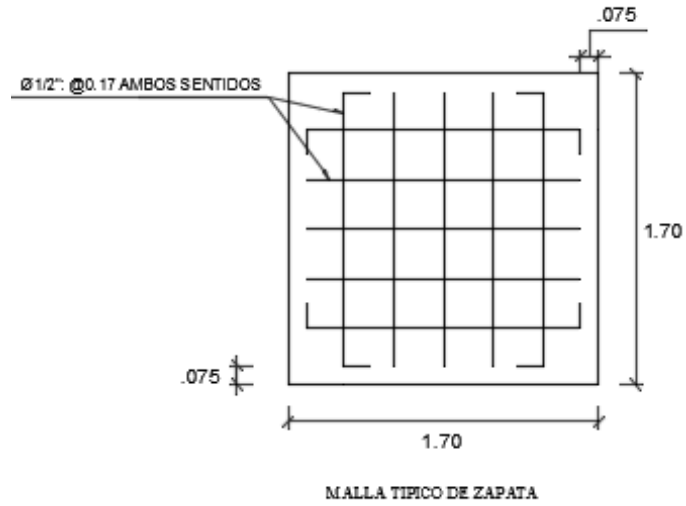


Figura 63: Zapatas aisladas en sistema estructural empleando losas aligeradas convencionales. Elaboración propia.

### 3.1.2 Análisis y diseño estructural de la edificación empleando losas aligeradas VIGACERO

Para el diseño sismorresistente de la edificación se empleara losas aligeradas VIGACERO con la finalidad de reducir de manera considerable el peso propio de cada entrepiso para esto primero se realizara el análisis dinámico modal espectral según indica la norma E.030, para el cual se deberá considerar una estructuración así como un predimensionamiento luego de este verificar los requisitos de rigidez resistencia y ductilidad para posteriormente realizar el diseño de elementos estructurales, para ello primero se realizara la estructuración teniendo en cuenta criterios estructurales y respetando lo que indica el plano de distribución del proyecto de vivienda multifamiliar.

#### 3.1.2.1 Estructuración del proyecto de vivienda multifamiliar

Para el presente proyecto se considera un sistema estructural tipo pórtico del cual se propone las columnas y vigas como se muestra en la imagen:

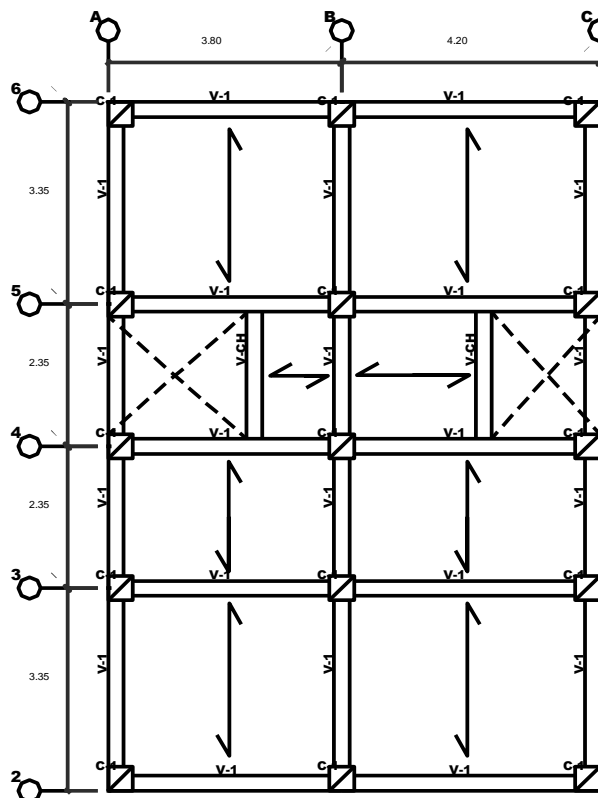


Figura 64: Estructuración de proyecto empleando VIGACERO. Elaboración propia.

### 3.1.2.2 Predimensionamiento de elementos estructurales

Las secciones de los elementos estructurales que se tomaran en cuenta para el análisis sísmico, no serán las definitivas del proyecto, ya que estas deberán cumplir las verificaciones mínimas para el diseño sismorresistente.

#### 3.1.2.2.1 Predimensionamiento de losa aligerada VIGACERO

Considerando la longitud más desfavorable de la estructuración mencionada se considera según la tabla indicada para una longitud libre de 4.00m, h = 0.20m.

**Tabla 56**

*Predimensionamiento de losa aligerada VIGACERO*

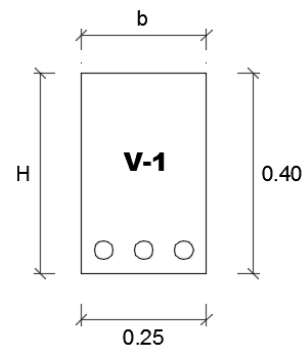
Carga última (kg/m <sup>2</sup> )							
Separación entre viguetas 0.084 m							
Espesor de concreto 4 cm				Espesor de concreto 5cm			
Luz	h	h	h	h	h	h	h
(m)	9cm	12cm	15cm	20cm	25cm	30cm	
3.00	1807	2522	3104				
3.50	1138	1853	2280				
<b>4.00</b>	762	1295	1746	<b>1943</b>	1950	2322	

*Nota:* Recuperado de Manual de construcción VIGACERO (2016).

#### 3.1.2.2.2 Predimensionamiento de viga

$$H_{\text{viga}} = \frac{L_n}{12} = \frac{4.20\text{m}}{12} = 0.35\text{m} \approx \mathbf{0.40\text{m}}$$

$$b_{\text{viga}} = \frac{H}{2} = \frac{0.40\text{m}}{2} = 0.20\text{m} \approx \mathbf{0.25\text{m}}$$



### 3.1.2.2.3 Predimensionamiento de columna

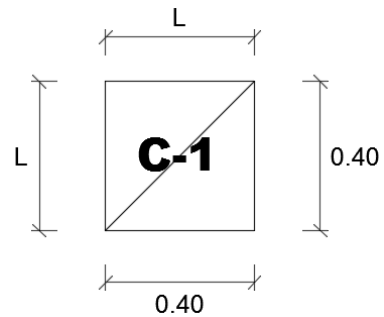
$$A_{\text{colm}} = \frac{P_{\text{servicio}}}{0.45 \cdot f'_c}$$

$$P_{\text{servicio}} = P \cdot A_{\text{trib}} \cdot N_{\text{Pisos}}$$

$$P = \text{Categoria A} = 1500 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Categoria B} = 1300 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Categoria C} = 1000 \text{ Kg/m}^2$$



$$A_{\text{colm}} = \frac{1000 \text{ kg/m}^2 \cdot 11.40 \text{ m} \cdot 14 \text{ m}}{0.45 \cdot 210 \text{ kg/cm}^2} = 1688.89 \text{ cm}^2$$

$$L_{\text{colm}} = \sqrt{1688.89} = 41.096 \text{ cm} \approx 0.45 \text{ m} \times 0.45 \text{ m}$$

Para el análisis se va a considerar las dimensiones de la sección de la columna de **0.40m x 0.40m**

### 3.1.2.3 Análisis sísmico

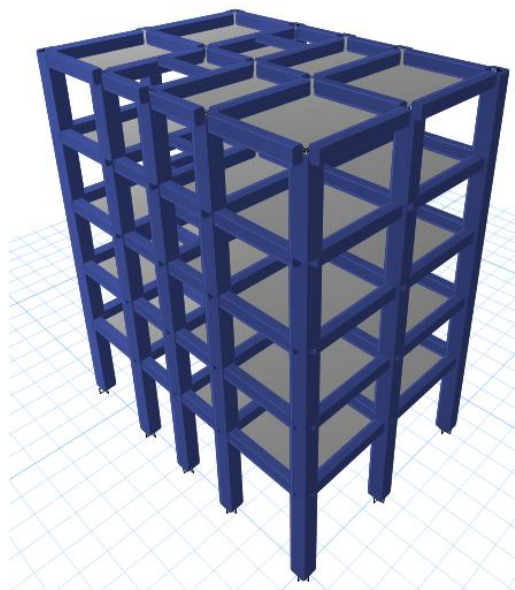


Figura 65: Modelo matemático de estructura empleando VIGACERO. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.

### 3.1.2.3.1 Materiales

Los materiales a considerar en el diseño estructural tendrán las siguientes características:

#### 3.1.2.3.1.1 Concreto armado:

Resistencia a la compresión:  $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$

Peso volumétrico :  $\gamma_c= 2400 \text{ Kg/m}^3$

Deformación unitaria máxima:  $\epsilon_{cu}= 0.003$

Módulo de elasticidad:  $E_c= 0.13731188 \text{ wc}1.5 f'c0.50 =233956 \text{ Kg/cm}^2$

$E_c= 15008.50796871 f'c0.50$  (Sólo para  $Y_c=2300 \text{ Kg/cm}^2$ )

Módulo de rigidez esfuerzo cortante:  $G=E_c/2.3 = 101\,720 \text{ Kg/cm}$

Módulo de poisson :  $\nu =0.15$

The image shows a software dialog box for defining material properties. It is divided into three sections: General Data, Material Weight and Mass, and Mechanical Property Data. In the General Data section, the Material Name is 'f'c=210kg/cm2', Material Type is 'Concrete', and Directional Symmetry Type is 'Isotropic'. In the Material Weight and Mass section, 'Specify Weight Density' is selected, with a value of 0.0024 kgf/cm³. In the Mechanical Property Data section, the Modulus of Elasticity (E) is 217370.65 kgf/cm², Poisson's Ratio (U) is 0.15, Coefficient of Thermal Expansion (A) is 0.0000099 1/C, and Shear Modulus (G) is 94508.98 kgf/cm².

Section	Property	Value	Unit
General Data	Material Name	f'c=210kg/cm2	
	Material Type	Concrete	
	Directional Symmetry Type	Isotropic	
	Material Display Color		Change...
Material Weight and Mass			
	Specify Weight Density	<input checked="" type="radio"/>	
	Specify Mass Density	<input type="radio"/>	
	Weight per Unit Volume	0.0024	kgf/cm³
	Mass per Unit Volume	0.000002	kgf-s³/cm⁴
Mechanical Property Data			
	Modulus of Elasticity, E	217370.65	kgf/cm²
	Poisson's Ratio, U	0.15	
	Coefficient of Thermal Expansion, A	0.0000099	1/C
	Shear Modulus, G	94508.98	kgf/cm²

Figura 66: Definición de material de concreto en programa. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.

#### 3.1.2.3.1.2 Acero corrugado grado 60

Resistencia en fluencia :  $f_y=4200 \text{ Kg/cm}^2$

Peso volumétrico :  $\gamma_s = 7850 \text{ Kg/m}^3$

Deformación máxima antes de la fluencia:  $\epsilon_s = 0.0021$

Módulo de elasticidad :  $E_s=2\,000\,000 \text{ Kg/cm}^2$

Módulo de poisson :  $\nu = 0.30$

Figura 67: Definición de acero en el programa. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.

### 3.1.2.3.2 Cargas

#### 3.1.2.3.2.1 Cargas por gravedad

#### 3.1.2.3.2.2 Cargas muertas

- Peso propio de los elementos de concreto armado
- Peso de acabados: 100 kg/m<sup>2</sup> (según E.020)
- Peso de losa aligerada VIGACERO 0.20 de espesor: 170 kg/m<sup>2</sup>

**Tabla 57**

*Peso propio de losa aligerada de VIGACERO*

	<b>Espesor</b> <b>(m)</b>	<b>Longitud</b> <b>(m)</b>	<b>Peso específico</b> <b>(Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Peso</b> <b>(kg/m<sup>2</sup>)</b>
Losa de concreto de temperatura	0.05	1.00	2400	120
Vigueta (VIGACERO) prefabricada con concreto armado	0.10 x 0.20	1.00	2400	48
Casetón de Poliestireno expandido	0.15	0.9	15	2.03
<b>Total</b>				<b>170.03</b>

*Nota:* Elaboración propia.

- Peso de tabiquería para unidades de arcilla huecas:  $1350 \text{ kg/m}^3$ ; Entonces para divisiones de ambientes y parapetos se tiene las siguientes cargas a considerar para las losas y vigas:

**Tabla 58**

*Peso de tabiquería en vigas*

	<b>Espesor</b> <b>(m)</b>	<b>Altura</b> <b>(m)</b>	<b>Peso</b> <b>Específico</b> <b>(kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Peso</b> <b>(kg/m)</b>
Muro de tabiquería	0.15	2.40	1350	<b>486</b>
Parapeto	0.15	1.20	1350	<b>243</b>

*Nota:* Elaboración propia.

#### **3.1.2.3.2.3 Cargas vivas**

- Sobrecarga de entrepiso para vivienda, pasadizo y escaleras :  $200 \text{ kg/m}^2$  (Según E.020)
- Sobrecarga de techo:  $100 \text{ kg/m}^2$  (Según E.020)

#### **3.1.2.3.2.4 Combinaciones de carga**

- $1.4 \text{ CM} + 1.7 \text{ CV}$                       CM: Carga Muerta
- $1.25 (\text{CM}+\text{CV}) + 1.0 \text{ CsX}$               CV: Carga Viva
- $1.25 (\text{CM}+\text{CV}) + 1.0 \text{ CsY}$               CsX: Carga de sismo en dirección X-X
- $0.9 \text{ CM} + 1.0 \text{ CsX}$                       CsY: Carga de sismo en dirección Y-Y
- $0.9 \text{ CM} + 1.0 \text{ CsY}$

#### **3.1.2.3.2.5 Cargas por sismo**

Configuración de espectro de diseño en el programa ETABS V.2016 Según Norma E.030 para ello se considerara los siguientes factores:



**Tabla 59***Factores para análisis sísmico en losa aligerada en VIGACERO*

Z	0.45	Zona 4
U	1	Común
S	1	
Tp	0.4	s
TL	2.5	s
R	8	Pórticos C°A°

*Nota:* Elaboración propia.**Tabla 60***Periodo de la estructura con losa aligerada VIGACERO*

T	C	Sa (m/s <sup>2</sup> )	2.0	0.50	0.276
0	2.5	1.379	2.1	0.48	0.263
0.1	2.50	1.379	2.2	0.45	0.251
0.2	2.50	1.379	2.3	0.43	0.240
0.3	2.50	1.379	2.4	0.42	0.230
0.4	2.50	1.379	2.5	0.40	0.221
0.5	2.00	1.103	2.6	0.37	0.204
0.6	1.67	0.919	2.7	0.34	0.189
0.7	1.43	0.788	2.8	0.32	0.176
0.8	1.25	0.690	2.9	0.30	0.164
0.9	1.11	0.613	3.0	0.28	0.153
1.0	1.00	0.552	3.1	0.26	0.144
1.1	0.91	0.501	3.2	0.24	0.135
1.2	0.83	0.460	3.3	0.23	0.127
1.3	0.77	0.424	3.4	0.22	0.119
1.4	0.71	0.394	3.5	0.20	0.113
1.5	0.67	0.368	3.6	0.19	0.106
1.6	0.63	0.345	3.7	0.18	0.101
1.7	0.59	0.324	3.8	0.17	0.096
1.8	0.56	0.306	3.9	0.16	0.091
1.9	0.53	0.290	4.0	0.16	0.086

*Nota:* Elaboración propia.

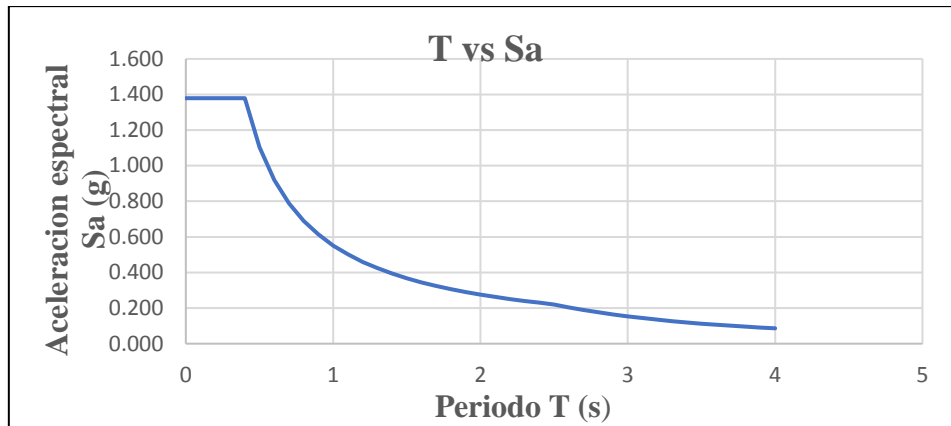


Figura 68: Espectro de diseño en Estructura con VIGACERO. Elaboración propia.

### 3.1.2.3.3 Definición de elementos estructurales en el programa ETABS 2016 V 16.2

Para el modelo matemático de la edificación y previo a un predimensionamiento de los elementos estructurales del sistema estructural aperticado, el cual será analizado en el programa de diseño estructural se designarán los datos correspondientes para su ideal análisis y modelamiento estructural.

Definición de viga V-1 con dimensiones de 0.25m x 0.40m y C-1 con dimensiones de 0.50m x 0.50m para el modelo matemático en el análisis estructural.

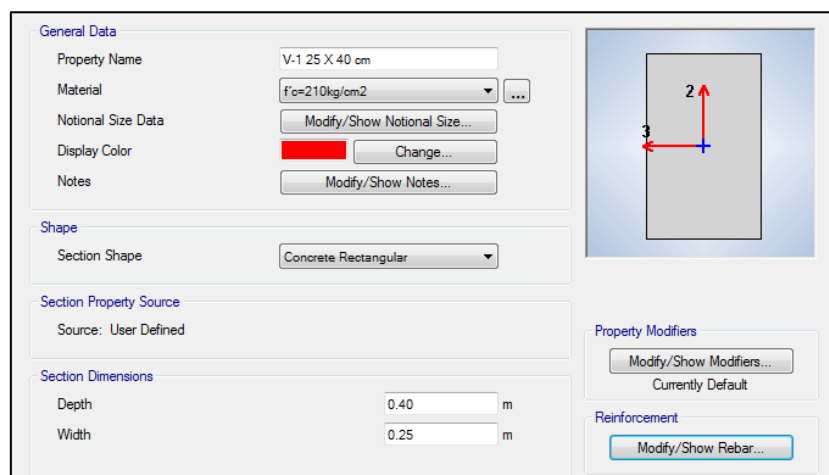


Figura 69: Definición de viga estructural. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.

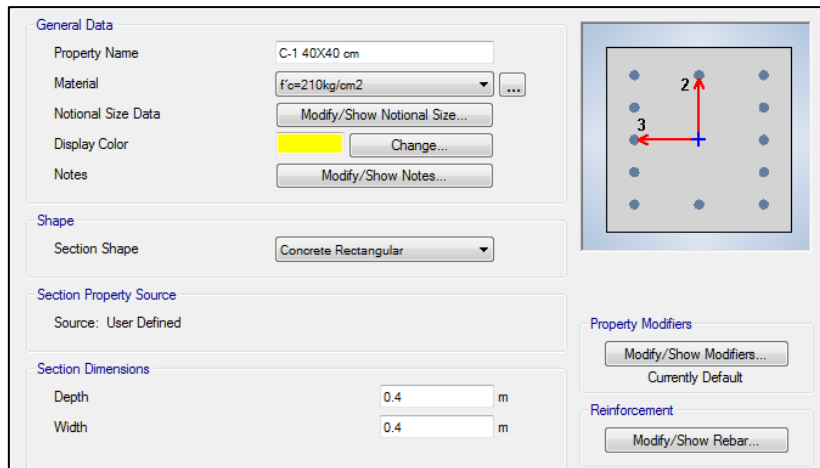


Figura 70: Definición de columna en programa. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.

En la definición de las dimensiones y propiedades para la losa aligerada VIGACERO de espesor de 20cm, para efectos de diseño se considera este como elemento membrana, el cual tiene la función somos de transmitir las cargas de esta hacia los apoyos.

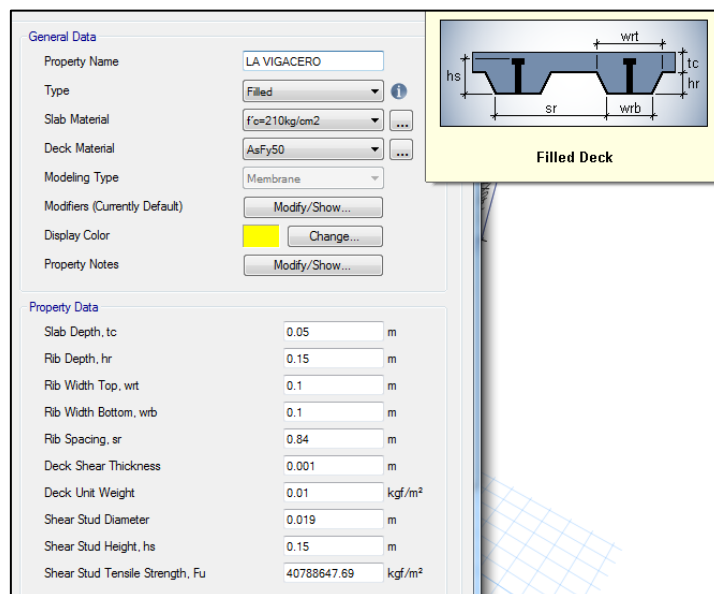


Figura 71: Definición de losa aligerada en VIGACERO. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.

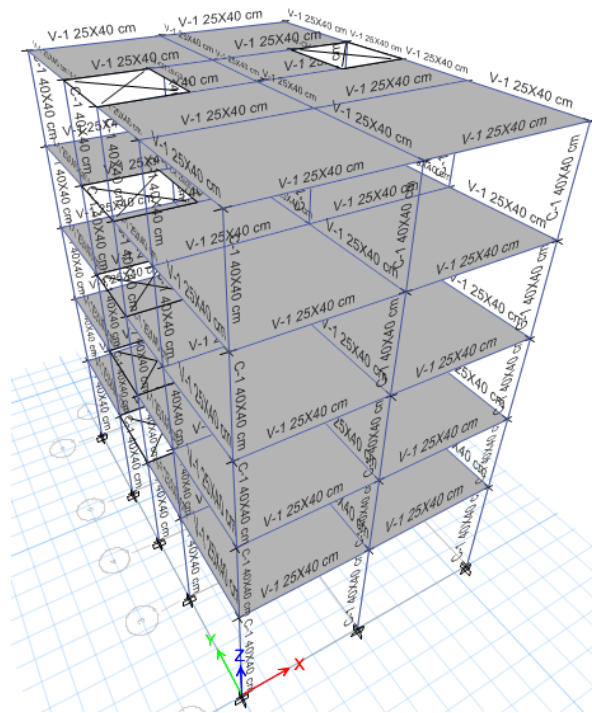


Figura 72: Secciones de elementos estructurales en modelo matemático. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.

Modelo matemático de configuración estructural aporticado con dimensiones de viga V-1 25x40cm, columna C-1 40x40cm y losa aligerada con VIGACERO de espesor de 20cm así mismo determinamos las cargas distribuidas en los elementos Frame (columnas y vigas) estas son de cargas producidas por la tabiquería en el perímetro edificación así como los parapetos.

- Carga muerta (CM):

Peso específico de ladrillo de arcilla hueco:  $1350\text{kg/m}^3$

Peso de muro de tabiquería :  $1350\text{ kg/m}^3 * 2.60\text{m} * 0.15\text{m} = 526.5\text{ kg/m}$

Peso de acabados: 100 kg/m

**Total de carga de muro de tabiquería 626.5 kg/m ≈ 650**

**kg/m**

Peso de parapeto :  $1350\text{ kg/m}^3 * 1.20\text{m} * 0.15\text{m} = 243\text{ kg/m}$

Peso de acabados: 100 kg/m

**Total de carga de muro de tabiquería 343 kg/m ≈ 350 kg/m**

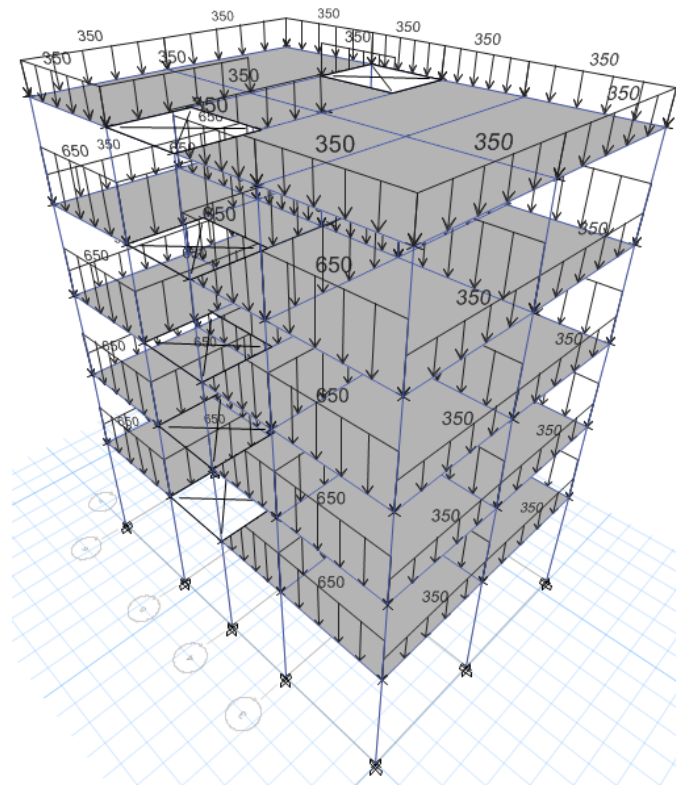


Figura 73: Asignación de cargas de tabiquerías en viga. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.

#### 3.1.2.3.4 Asignación de cargas

- Carga muerta (CM):

Peso de tecnopor:  $2.00 \text{ kg/m}^2$

Peso de tabiquería:  $150 \text{ kg/m}^2$

Peso de acabados:  $100 \text{ kg/m}^2$

**Total :  $252 \text{ kg/m}^2$**

- Carga viva (CV) de 1 – 4 nivel

Sobrecarga para edificaciones:  $200 \text{ kg/m}^2$

**Total :  $200 \text{ kg/m}^2$**

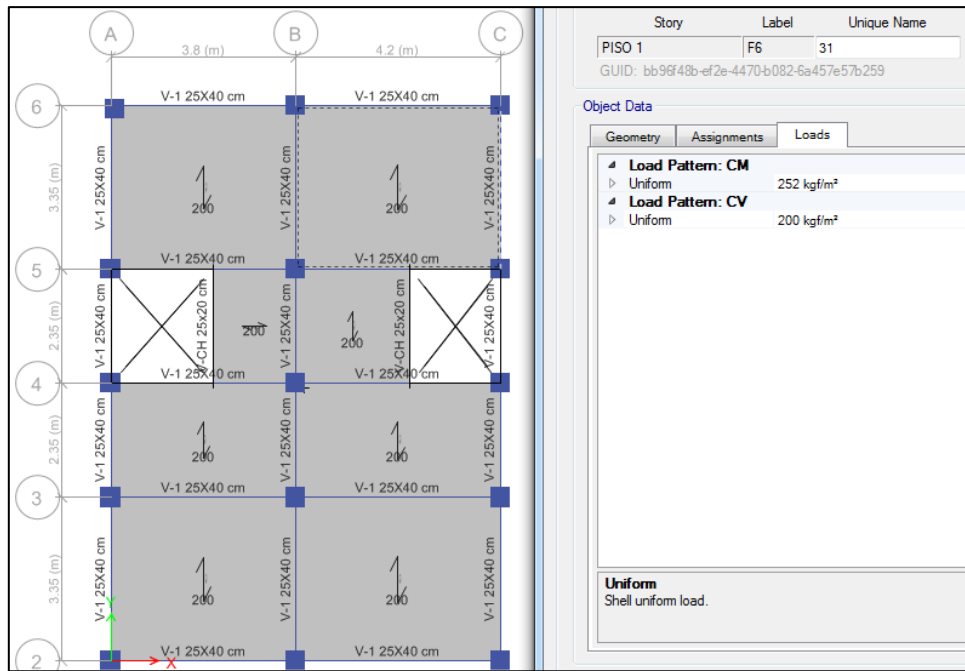


Figura 74: Asignación de carga muerta en losa aligerada VIGACERO. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.

#### Asignación de carga muerta (CM) y carga viva (CV) en techo

- Carga muerta (CM):
  - Peso de tecnoport:  $2.00\text{kg/m}^2$
  - Peso de acabados:  $100\text{ kg/m}^2$
  - Total :  $102\text{ kg/m}^2$**
- Carga viva (CV) de 1 – 4 nivel
  - Sobrecarga para edificaciones:  $100\text{ kg/m}^2$
  - Total :  $100\text{ kg/m}^2$**



Figura 75: Asignación de cargas en techo en VIGACERO. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.

### Patrones de carga en programa de calculo y diseño estructural

Load	Type	Self Weight Multiplier	Auto Lateral Load
SyE	Seismic	0	User Coefficient
CM	Dead	1	User Coefficient
CV	Live	0	User Coefficient
SxE	Seismic	0	User Coefficient
SyE	Seismic	0	User Coefficient

Figura 76: Patrones de carga en programa. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.

Load Case Name	Load Case Type
CM	Linear Static
CV	Linear Static
SxE	Linear Static
SyE	Linear Static
SX	Response Spectrum
SY	Response Spectrum
DX	Response Spectrum
DY	Response Spectrum

Figura 77: Casos de carga en . Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.

Carga sísmica en dirección X-X e Y-Y más 30% de efecto de bidireccionalidad en ambas direcciones.

**General**

Load Case Name: SX [Design...]

Load Case Type: Response Spectrum [Notes...]

Exclude Objects in this Group: Not Applicable

Mass Source: Previous (CM+0.25CV)

**Loads Applied**

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	E.030	9.8067
Acceleration	U2	E.030	2.942

[Add] [Delete] [Advanced]

**Other Parameters**

Modal Load Case: Modal

Modal Combination Method: CQC

Figura 78: Configuración de carga por sismo en dirección X-X. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.

**General**

Load Case Name: SY [Design...]

Load Case Type: Response Spectrum [Notes...]

Exclude Objects in this Group: Not Applicable

Mass Source: Previous (CM+0.25CV)

**Loads Applied**

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U2	E.030	9.8067
Acceleration	U1	E.030	2.942

[Add] [Delete] [Advanced]

**Other Parameters**

Modal Load Case: Modal

Modal Combination Method: CQC

Figura 79: Configuración de carga por sismo en dirección Y-Y. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.

Configuración para los desplazamientos en dirección X-X, 0.75R

**General**

Load Case Name: DX [Design...]

Load Case Type: Response Spectrum [Notes...]

Exclude Objects in this Group: Not Applicable

Mass Source: Previous (CM+0.25CV)

**Loads Applied**

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	E.030	58.8399
Acceleration	U2	E.030	17.652

[Add] [Delete] [Advanced]

**Other Parameters**

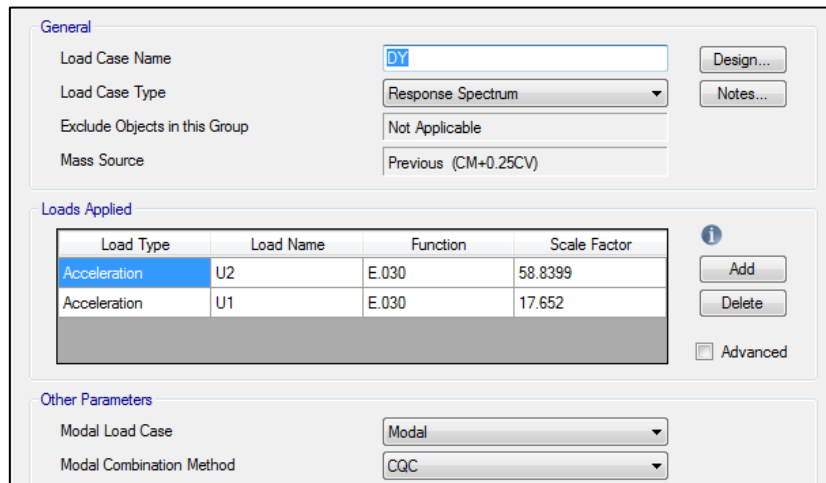
Modal Load Case: Modal

Modal Combination Method: CQC

Figura 80: Configuración para obtener desplazamientos en X-X. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.



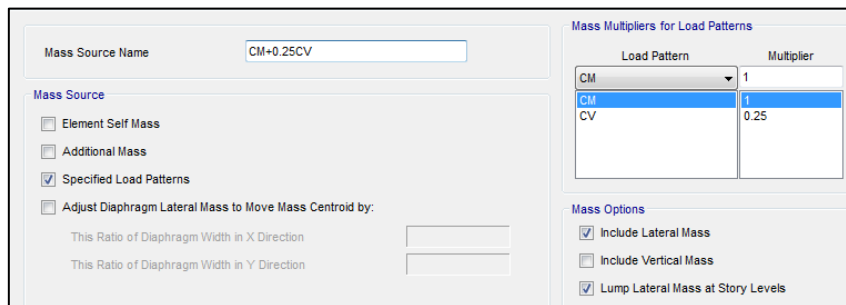
Configuración para los desplazamientos en dirección Y-Y, 0.75R.



Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U2	E.030	58.8399
Acceleration	U1	E.030	17.652

Figura 81: Configuración para obtener desplazamientos en Y-Y. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.

Configuración para masa sísmica de la estructura, según la norma E.030 para el uso de edificación se considera el 100% de la carga muerta más el 25% de la carga viva.



Load Pattern	Multiplier
CM	1
CV	0.25

Figura 82: Configuración para masa sísmica de la estructura. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.

Espectro de diseño según la norma E.030 para determinar las pseudo-aceleraciones en función de los periodos.

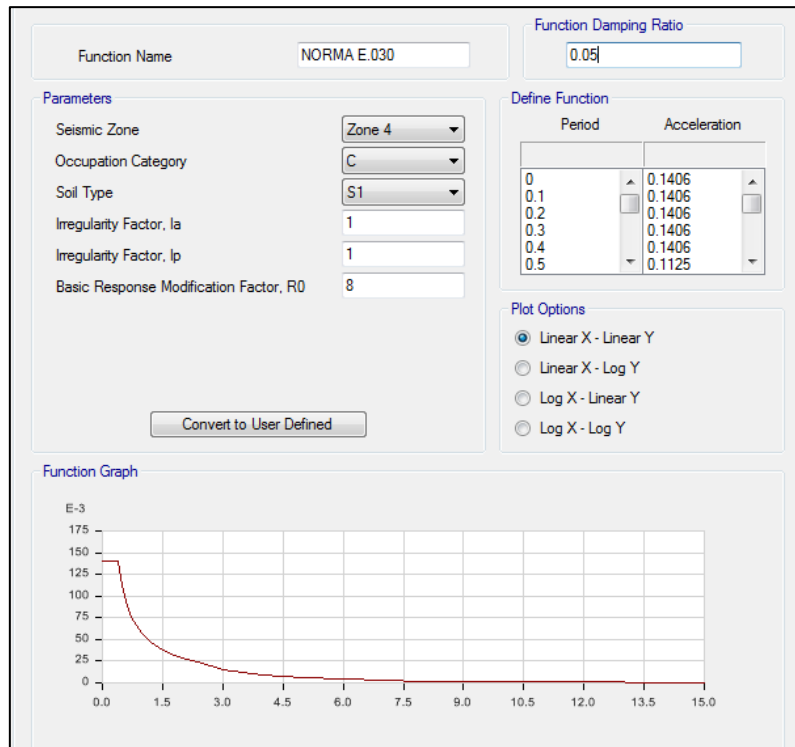


Figura 83: Configuración de espectro de diseño para la estructura con losa aligerada VIGACERO. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.

En el modelo matemático se realiza la configuración del diafragma rígido por cada nivel, con la finalidad de tener la condensación de grados de libertad.

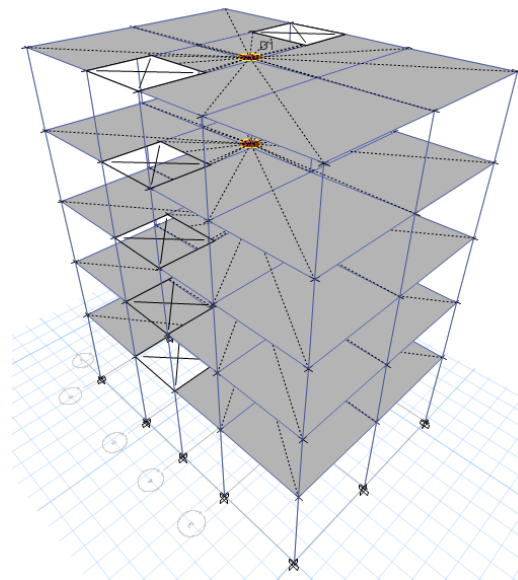


Figura 84: Asignación de diafragma rígido en modelo matemático. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.

Asignación de brazos rígidos en los elementos Frame (columna viga) de modo que se puedan trasladar los grados de libertad en los nodos y estos puedan optimizar su análisis.

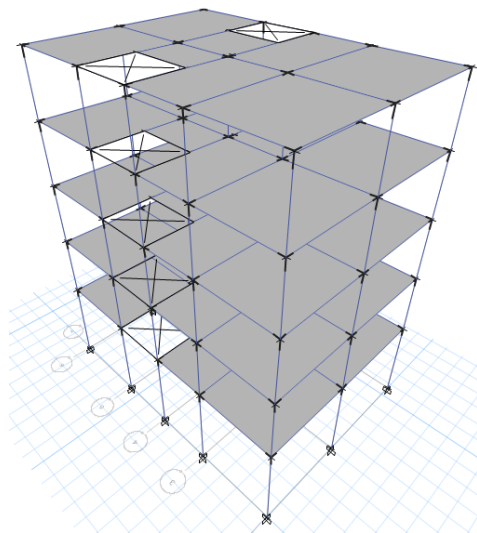


Figura 85: Asignación de brazos rígidos en los elementos Frame. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.

### 3.1.2.3.5 Análisis Estático (Según Norma E.030)

Dirección X-X e Y-Y

**Tabla 61**

*Factores para el análisis estatico segun la norma E.030*

<b>Z:</b>	<b>0.45</b>	<b>Zona 4</b>
U:	1	Común
h <sub>n</sub> :	14	m
C <sub>t</sub> :	35	Pórticos C°A°
T:	0.40	s
S:	1	
T <sub>p</sub> :	0.4	s
T <sub>L</sub> :	2.5	s
C:	2.50	T=T <sub>p</sub>
R:	8	Pórticos C°A°

*Nota:* Elaboración propia.

$$T = \frac{h_n}{C_t} = \frac{14}{35} = \mathbf{0.4}$$

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

$$T_p < T < T_L \quad C = 2.5 * \left(\frac{T_L}{T}\right)$$

$$T < T_L \quad C = 2.5 * \left( \frac{T_P * T_L}{T^2} \right)$$

$$\frac{Z * U * S * C}{R} = \frac{0.45 * 1 * 1 * 2.5}{8} = \mathbf{0.141}$$

Si  $T \leq 0.5$  :  $K = 1$

Si  $T > 0.5$  :  $K = (0.75 + 0.5 * T)$

$K=1$

### 3.1.2.3.5.1 Verificación de la cortante dinámica

Modos de vibración y participación de masas, la norma E.030 considera que la Suma de participación de masa en cada dirección sea mayor del 90%.

### 3.1.2.3.5.2 Participación de masas en casos modal

**Tabla 62**

*Participación de masa en casos modal*

Modo	Periodo (s)	UX	UY	Sum	Sum	RZ	Sum
				UX	UY		RZ
1	0.629	0.8897	1.532E-06	0.8897	1.532E-06	0.0009	0.0009
2	0.535	0.0001	0.8584	0.8897	0.8584	0.0517	0.0526
3	0.522	0.0007	0.0521	0.8905	0.9105	0.8516	0.9042
4	0.193	0.0838	0	0.9742	0.9105	4.694E-05	0.9042
5	0.167	4.876E-06	0.0683	0.9743	0.9787	0.0034	0.9076
6	0.163	0.0001	0.0033	0.9743	0.982	0.0709	0.9785
7	0.102	0.0194	0	0.9937	0.982	0.0000136	0.9785
8	0.091	2.183E-06	0.0132	0.9937	0.9953	0.0007	0.9793
9	0.089	2.657E-05	0.0006	0.9937	0.9959	0.0156	0.9949
10	0.065	0.0052	0	0.999	0.9959	1.297E-05	0.9949
11	0.061	1.051E-06	0.0034	0.999	0.9993	0.0001	0.995
12	0.058	0.0000236	0.0001	0.999	0.9993	0.0042	0.9992

*Nota:* Elaboración propia.

Para la dirección X-X, en el modo de vibración supera el 90% en el modo 4, así como en el modo 3 para la dirección Y-Y, y en la rotación en Z a partir del 3 modo de vibración; por lo tanto se reducen a 4 modos de vibración para el cálculo computacional.

**Tabla 63**

*Participación de masas con 4 modos de vibración*

<b>Modo</b>	<b>Periodo (s)</b>	<b>UX</b>	<b>UY</b>	<b>Sum UX</b>	<b>Sum UY</b>	<b>RZ</b>	<b>Sum RZ</b>
1	0.629	0.8897	1.532E-06	0.8897	1.532E-06	0.0009	0.0009
2	0.535	0.0001	0.8584	0.8897	0.8584	0.0517	0.0526
3	0.522	0.0007	0.0521	0.8905	0.9105	0.8516	0.9042
4	0.193	0.0838	0	0.9742	0.9105	4.694E-05	0.9042

*Nota:* Elaboración propia.

### 3.1.2.3.5.3 Verificación de cortante en la base

Analizamos la fuerza cortante en la base estática respecto la fuerza cortante en la base dinámica.

Cortante Estática respecto a la cortante dinámica en la dirección X-X

**Tabla 64**

*Verificación con la carga estática respecto a la dinámica*

<b>Caso de carga</b>	<b>FX tonf</b>	<b>FY tonf</b>	<b>FZ tonf</b>	<b>MX tonf-m</b>	<b>MY tonf-m</b>	<b>MZ tonf-m</b>
SxE	-69.0985	0	0	0	-67978.98	42828.99
SX Max	39.6995	14.2863	0	13484.25	37579.27	27555.3

*Nota:* Elaboración propia.

Cortante Estática respecto a la cortante dinámica en la dirección Y-Y

**Tabla 65***Cortante estática respecto a la cortante dinámica dirección Y-Y*

<b>Caso de carga</b>	<b>FX</b>	<b>FY</b>	<b>FZ</b>	<b>MX</b>	<b>MY</b>	<b>MZ</b>
	<b>tonf</b>	<b>tonf</b>	<b>tonf</b>	<b>tonf-m</b>	<b>tonf-m</b>	<b>tonf-m</b>
SyE	0	-69.0985	0	67978.98	0	-30307.996
SY Max	12.0237	47.2415	0	44589.55	11392.94	25606.818

*Nota:* Elaboración propia.

El modo de vibración 1 es predominante en la dirección X-X, por lo tanto se considera el periodo que se muestra en la tabla: 0.629s

**Tabla 66***Periodo de la estructura en dirección X-X en primer modo de vibración*

<b>Modo</b>	<b>Periodo</b>	<b>UX</b>	<b>UY</b>	<b>Sum</b>	<b>Sum</b>	<b>RZ</b>	<b>Sum</b>
	<b>(s)</b>			<b>UX</b>	<b>UY</b>		<b>RZ</b>
<b>1</b>	<b>0.629</b>	<b>0.8897</b>	1.532E-06	0.8897	1.532E-06	0.0009	0.0009
2	0.535	0.0001	0.8584	0.8897	0.8584	0.0517	0.0526
3	0.522	0.0007	0.0521	0.8905	0.9105	0.8516	0.9042
4	0.193	0.0838	0	0.9742	0.9105	4.694E-05	0.9042

*Nota:* Elaboración propia.**3.1.2.3.5.4 Análisis Estático (Según Periodos del Análisis Modal)****Tabla 67***Modificación del análisis estático respecto al análisis dinámico X-X*

Z:	0.45	Zona 4
U:	1	Común
T:	0.629 s	
S:	1	
Tp:	0.4 s	
T <sub>L</sub> :	2.5 s	
C:	1.59	
R:	8	Pórticos C°A°

*Nota:* Elaboración propia.

$$\frac{Z * U * S * C}{R} = \frac{0.45 * 1 * 1 * 1.59}{8} = \mathbf{0.089}$$

Si  $T > 0.5$  :  $K = (0.75 + 0.5 * 0.)$

**K=1.065**

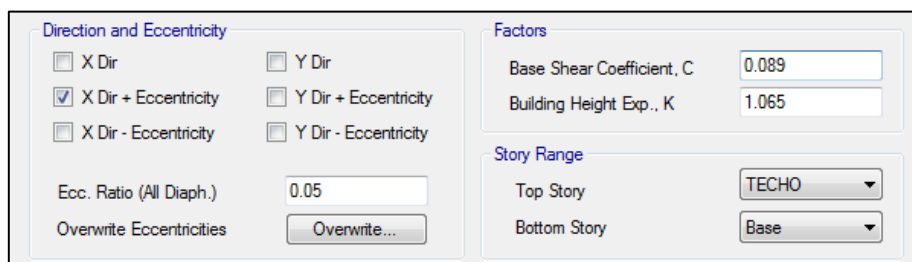


Figura 86: Modificación de coeficientes C y K en analisis estatico en dirección X-X. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.

### 3.1.2.3.5.5 Verificación de la cortante dinámica respecto a la cortante estática en dirección X-X

**Tabla 68**

*Verificación de la cortante dinámica a la cortante estática en dirección X-X*

Caso de carga	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
	tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
SxE	-43.615	0	0	0	-43270.66	27038.55
SX Max	39.6995	14.2863	0	13484.25	37579.27	27555.3

Nota: Elaboración propia.

$$F_{e_x} = \frac{(80\% * S_xE)}{S_X} = \frac{0.8 * 43.615 \text{ ton}}{39.6695 \text{ ton}} = \mathbf{0.8796}$$

**0.908 < 1.00 por lo tanto no se escala!**

El modo 2 es predominante en la dirección Y-Y, por lo tanto se considera el periodo 0.469s

**Tabla 69***Mayor participación de masas en dirección Y-Y*

<b>Modo</b>	<b>Periodo</b>	<b>UX</b>	<b>UY</b>	<b>Sum</b>	<b>Sum</b>	<b>RZ</b>	<b>Sum</b>
	<b>(s)</b>			<b>UX</b>	<b>UY</b>		<b>RZ</b>
1	0.629	0.8897	1.532E-06	0.8897	1.532E-06	0.0009	0.0009
2	0.535	0.0001	0.8584	0.8897	0.8584	0.0517	0.0526
3	0.522	0.0007	0.0521	0.8905	0.9105	0.8516	0.9042
4	0.193	0.0838	0	0.9742	0.9105	4.694E-05	0.9042

*Nota:* Elaboración propia.**Tabla 70***Modificación de factores para análisis estático en dirección Y-Y*

Z:	0.45	Zona 4
U:	1	Común
T:	0.535 s	
S:	1	
Tp:	0.4 s	
T <sub>L</sub> :	2.5 s	
C:	1.87	
R:	8	Pórticos C°A°

*Nota:* Elaboración propia.

$$\frac{Z * U * S * C}{R} = \frac{0.45 * 1 * 1 * 1.87}{8} = \mathbf{0.105}$$

$$\text{Si } T \leq 0.5 \quad K = 1$$

$$\mathbf{K = 1.018}$$



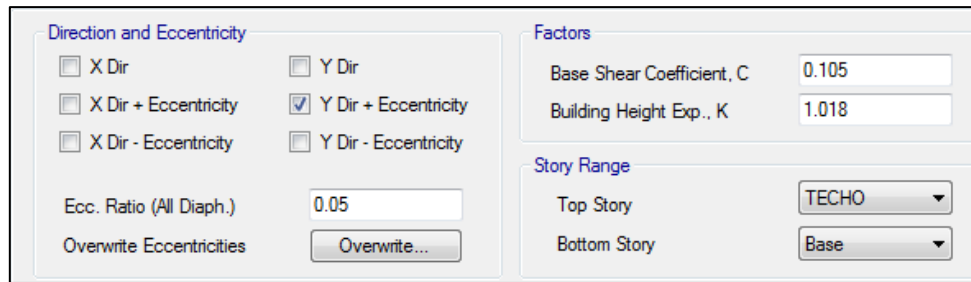


Figura 87: Modificación de los factores C y K en el análisis estático en dirección Y-Y. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.

### 3.1.2.3.5.6 Verificación de la cortante dinámica respecto a la cortante estática en dirección Y-Y

Tabla 71

Verificación de la cortante dinámica respecto a la cortante en dirección Y-Y

Caso de carga	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
	tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
SyE	0	-51.456	0	50741.8	0	-22569.9
SY Max	12.0237	47.2415	0	44589.55	11392.94	25606.82

Nota: Elaboración propia.

$$F_{eY} = \frac{(80\% * SyE)}{SY} = \frac{0.8 * 51.456 \text{ ton}}{47.2415 \text{ ton}} = \mathbf{0.8713}$$

**0.893 < 1.00 por lo tanto no se escala!**

### 3.1.2.3.5.7 Máximos desplazamientos relativos de entrepiso

Máximos desplazamientos relativos en dirección X-X

La norma E.030 indica para las estructuras de concreto armado tendrán un máximos desplazamientos relativos de entrepiso de 0.007.

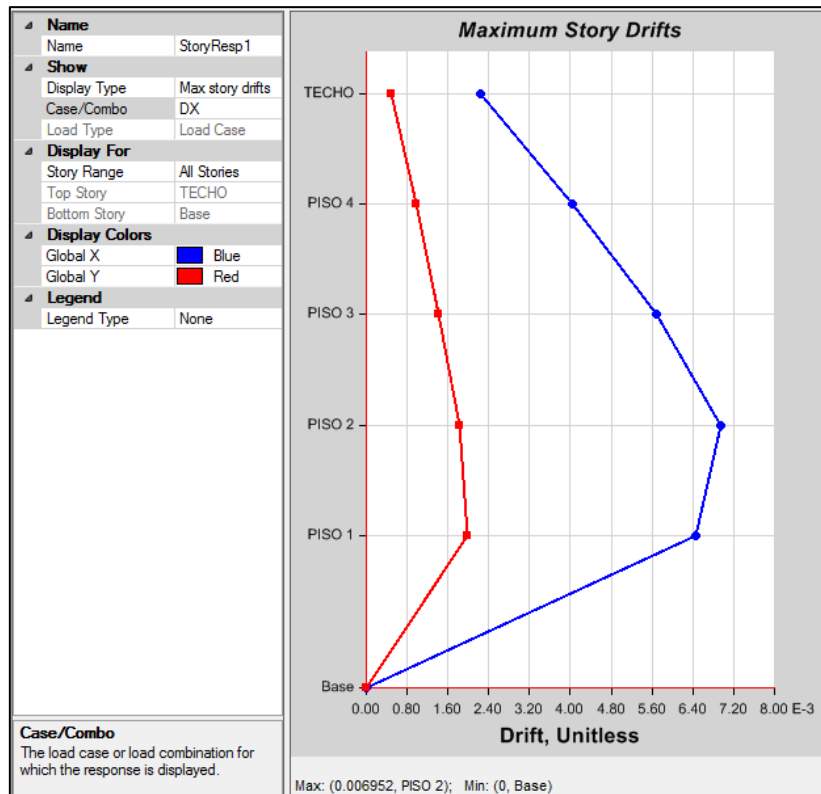


Figura 88: Máximos desplazamientos relativos en dirección X-X. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.

**Tabla 72**

*Derivas en estructura con losa aligerada en VIGACERO en dirección X-X*

Nivel	Caso de Carga	Dirección	Drift	Z	DX < 0.007
TECHO	DX Max	X	<b>0.00224</b>	14	<b>Ok</b>
PISO 4	DX Max	X	<b>0.00403</b>	11.4	<b>Ok</b>
PISO 3	DX Max	X	<b>0.00568</b>	8.8	<b>Ok</b>
PISO 2	DX Max	X	<b>0.00695</b>	6.2	<b>Ok</b>
PISO 1	DX Max	X	<b>0.00646</b>	3.6	<b>Ok</b>

Nota: Elaboración propia.

Máximos desplazamientos relativos en dirección Y-Y.

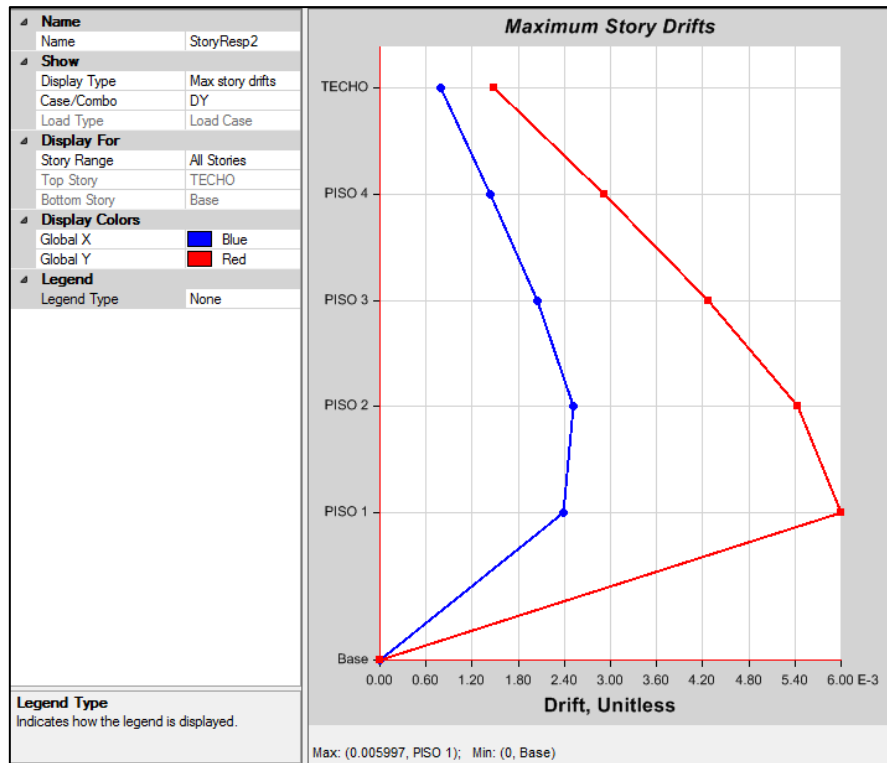


Figura 89: Máximos desplazamientos relativos en dirección Y-Y. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.

**Tabla 73**

*Derivas en estructura con losa aligerada en VIGACERO en direccion Y-Y*

Nivel	Caso de Carga	Dirección	Drift	Z	DX < 0.007
TECHO	DY Max	Y	<b>0.001492</b>	14	<b>Ok</b>
PISO 4	DY Max	Y	<b>0.002912</b>	11.4	<b>Ok</b>
PISO 3	DY Max	Y	<b>0.004269</b>	8.8	<b>Ok</b>
PISO 2	DY Max	Y	<b>0.005439</b>	6.2	<b>Ok</b>
PISO 1	DY Max	Y	<b>0.005997</b>	3.6	<b>Ok</b>

Nota: Elaboración propia.

### 3.1.2.4 Verificación de irregularidades

#### 3.1.2.4.1 Irregularidad estructural en planta

##### 3.1.2.4.1.1 Irregularidad torsional

$$\frac{D_{\text{máx}}}{D_{\text{Cm}}} < 1.2 \rightarrow \text{OK}$$

$D_{\text{máx}}$ : Máximo Desplazamiento Relativo de entrepiso en dirección X-X e Y-Y.

**D<sub>cm</sub>**: Máximo Desplazamiento Relativo de Centro de Masa en dirección X-X e YY.

En dirección X-X

**Tabla 74**

*Verificación de irregularidad torsional en dirección X-X*

<b>PISO</b>	<b>Elevación</b>	<b>X-CM</b>	<b>h<sub>i</sub></b>	<b>Drift</b>	<b>Drift</b>	<b>Dmax /</b>	
	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>CM</b>	<b>máx.</b>	<b>D<sub>cm</sub></b>	
				<b>X-X</b>	<b>X-X</b>	<b>X-X</b>	
Techo	14.00	0.068045	2.60	0.002059	0.00224	<b>1.087785</b>	<b>Ok</b>
Piso 4	11.40	0.062691	2.60	0.003737	0.00403	<b>1.078538</b>	<b>OK</b>
Piso 3	8.80	0.052976	2.60	0.005344	0.00568	<b>1.062828</b>	<b>OK</b>
Piso 2	6.20	0.039081	2.60	0.006590	0.00695	<b>1.054628</b>	<b>Ok</b>
Piso 1	3.60	0.021947	3.60	0.006096	0.00646	<b>1.059644</b>	<b>OK</b>

*Nota:* Elaboración propia.

En dirección Y-Y

**Tabla 75**

*Verificación de irregularidad torsional en dirección Y-Y*

<b>PISO</b>	<b>Elevación</b>	<b>Y-CM</b>	<b>h<sub>i</sub></b>	<b>Drift</b>	<b>Drift</b>	<b>Dmax /</b>	
	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>CM</b>	<b>máx.</b>	<b>D<sub>cm</sub></b>	
				<b>Y-Y</b>	<b>Y-Y</b>	<b>Y-Y</b>	
Piso 5	14.00	0.058272	2.60	0.001491	0.001492	<b>1.000826</b>	<b>Ok</b>
Piso 4	11.40	0.054396	2.60	0.002912	0.002912	<b>1.000159</b>	<b>OK</b>
Piso 3	8.80	0.046826	2.60	0.004268	0.004269	<b>1.000216</b>	<b>Ok</b>
Piso 2	6.20	0.035729	2.60	0.005439	0.005439	<b>1.000028</b>	<b>Ok</b>
Piso 1	3.60	0.021588	3.60	0.005997	0.005997	<b>1.000056</b>	<b>Ok</b>

*Nota:* Elaboración propia.

**I<sub>p</sub> = 1**

### 3.1.2.4.1.2 Esquinas entrantes

La estructura no presenta esquinas entrantes.

$I_p = 1$

### 3.1.2.4.1.3 Discontinuidad del diafragma

Área Bruta de Diafragma =  $11.4 \text{ m} \times 8.00 \text{ m} = 91.20 \text{ m}^2$

Área de aberturas =  $7.17 \text{ m}^2 < 50\%(91.20 \text{ m}^2) : \text{OK}$

$I_p = 1$

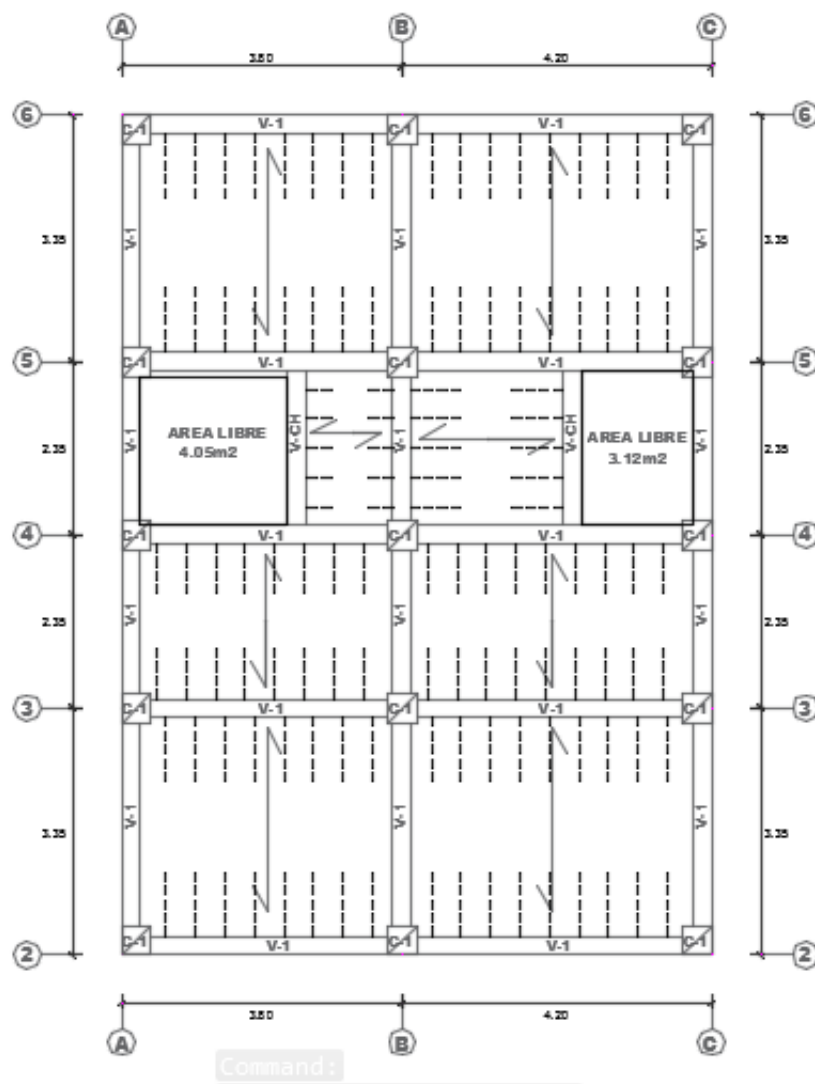


Figura 90: Verificación de área libre en diafragma de la estructura. Elaboración propia.

### 3.1.2.4.1.4 Sistemas no paralelos

Los elementos estructurales que resisten las fuerzas laterales son paralelos a la misma.

$I_p = 1$

### 3.1.2.4.2 Irregularidad estructural en altura

#### 3.1.2.4.2.1 Irregularidad de rigidez – Piso blando

Existe irregularidad de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, en un entrepiso la rigidez lateral es menor que 70% de la rigidez lateral del entrepiso inmediato superior.

**Tabla 76**

*Verificación de irregularidad de rigidez en dirección X-X*

<b>PISO</b>	<b>Elevación</b> <b>m</b>	<b>K<sub>i</sub>-X-X</b> <b>tonf/m</b>	<b>K<sub>i</sub>/K<sub>(i+1)</sub></b>	<b>(K<sub>i</sub>/K<sub>(i+1)</sub>)&gt;0.7</b>
Techo	14	9001.775	<b>1.0000</b>	<b>OK</b>
Piso 4	11.4	11678.489	<b>1.2973</b>	<b>OK</b>
Piso 3	8.8	11943.589	<b>1.0227</b>	<b>OK</b>
Piso 2	6.2	12063.384	<b>1.0100</b>	<b>OK</b>
Piso 1	3.6	10599.001	<b>0.8786</b>	<b>OK</b>

*Nota:* Elaboración propia.

**Tabla 77**

*Verificación de irregularidad de rigidez en dirección Y-Y*

<b>PISO</b>	<b>Elevación</b> <b>m</b>	<b>K<sub>i</sub>-Y-Y</b> <b>tonf/m</b>	<b>K<sub>i</sub>/K<sub>(i+1)</sub></b>	<b>(K<sub>i</sub>/K<sub>(i+1)</sub>) &gt;0.7</b>
Techo	14	13975.028	<b>1.0000</b>	<b>OK</b>
Piso 4	11.4	17690.566	<b>1.2658</b>	<b>OK</b>
Piso 3	8.8	18254.852	<b>1.0318</b>	<b>OK</b>
Piso 2	6.2	18029.984	<b>0.9876</b>	<b>OK</b>
Piso 1	3.6	13304.248	<b>0.7378</b>	<b>OK</b>

*Nota:* Elaboración propia.

$$I_a = 1$$

#### 3.1.2.4.2.2 Irregularidad de masa o peso

**Tabla 78***Verificación de Irregularidad de masa o peso de la estructura con VIGACERO*

<b>PISO</b>	<b>CM+CV</b>	<b>P<sub>i</sub></b> <b>tonf</b>	<b>P<sub>i</sub> / P<sub>(i+1)</sub> &lt; 1.5</b>	
Piso 4	Peso	117.4144	1.000000000	<b>OK</b>
Piso 3	Peso	117.4144	1.000000000	<b>OK</b>
Piso 2	Peso	117.4143	0.999999148	<b>OK</b>
Piso 1	Peso	123.1744	1.049057909	<b>OK</b>

*Nota:* Elaboración propia.**I<sub>a</sub> = 1****3.1.2.4.2.3 Irregularidad geometría vertical**

Las dimensiones de los elementos estructurales que resisten las cargas laterales son iguales en todos los niveles.

**I<sub>a</sub> = 1****3.1.2.4.2.4 Discontinuidad en los sistemas resistentes**

La estructura no presenta desanileamiento vertical, ya que los elementos estructurales son continuos en todos los niveles.

**I<sub>a</sub> = 1**

Una vez culminado el análisis sísmico de la edificación cumpliendo con desplazamientos máximos relativos así como la verificación de irregularidades de la estructura en planta y altura según la norma E.030, se procede a realizar el cálculo y diseño de elementos estructurales con ayuda de los programas de diseño estructural ETABS 2016 V 16.2 y SAFE 2016 V 16.0.

**3.1.2.5 Diseño de elementos estructurales**

Para el diseño de elementos de los elementos estructurales Viga, Columna y losa aligerada, emplearemos las cuantillas obtenidas del programa ETABS 2016 V 16.2 empleando las siguientes combinaciones de carga:

Asignación de combinaciones de carga según norma E.020.

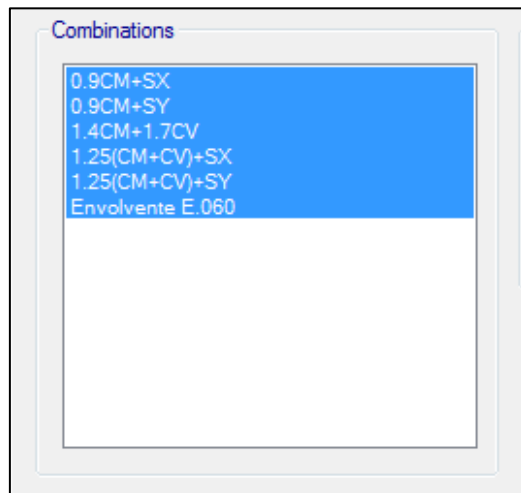


Figura 91: Combinaciones de carga. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.

Mediante la envolvente obtenemos los máximas esfuerzos para determinar el área de refuerzo en las secciones de vigas y Losa aligerada.

Para el diseño de columnas se diseña con diferentes estados de carga de modo de obtener mediante el diagrama de interacción carga axial-momento el área de acero requerido.

#### 3.1.2.5.1 Diseño de Vigas

Como ya se mencionó anteriormente mediante un predimensionamiento y asignación de las características del elemento Viga de 0.25m x 0.40m, se procede a distribuir el área de acero obtenido del programa de diseño estructural, considerando para la Luz libre más desfavorable para su distribución de acero longitudinal en el sentido X-X y el acero transversal.



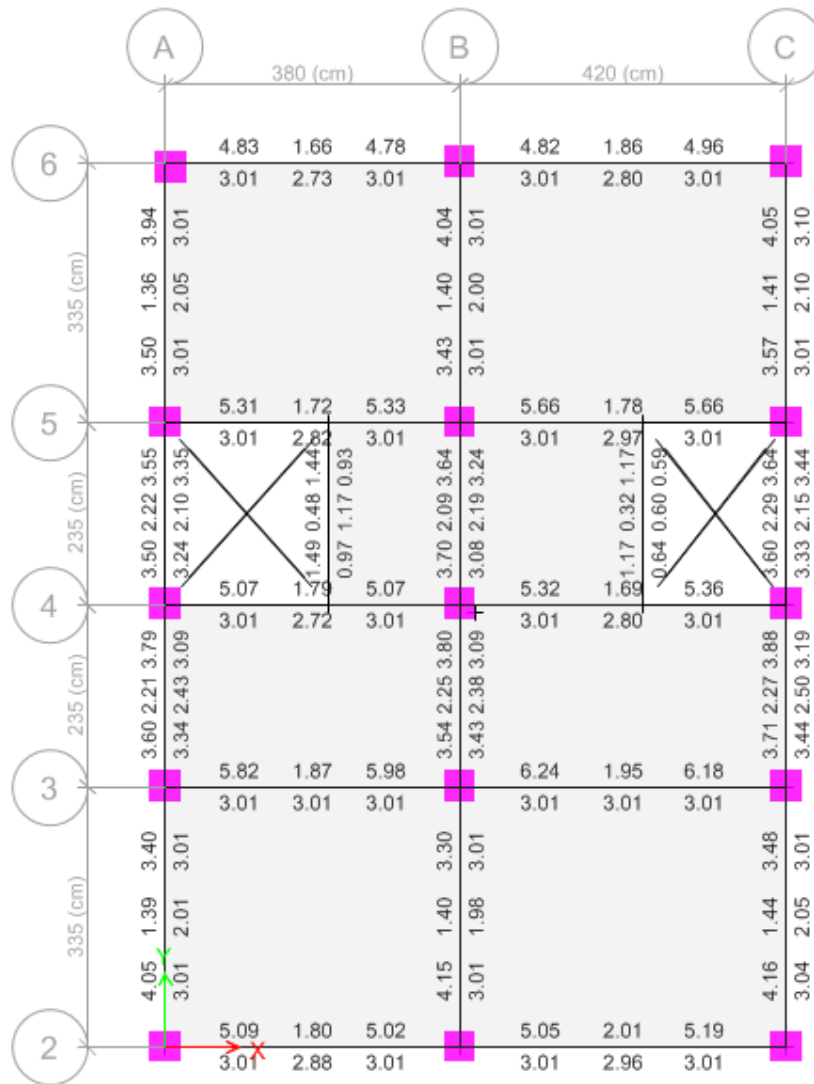


Figura 92: Área de acero en vigas en estructura con VIGACERO. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.

A continuación se toma las áreas de acero longitudinal en la dirección 3-3.

**Tabla 79**

*Resultados de Programa de Calculo*

Nivel	Elemento	Sección cm	Combinación de carga	Longitud (cm)
PISO 1	V-1	V-1 25x40	Envolvente E.060	420

Nota: Elaboración propia.

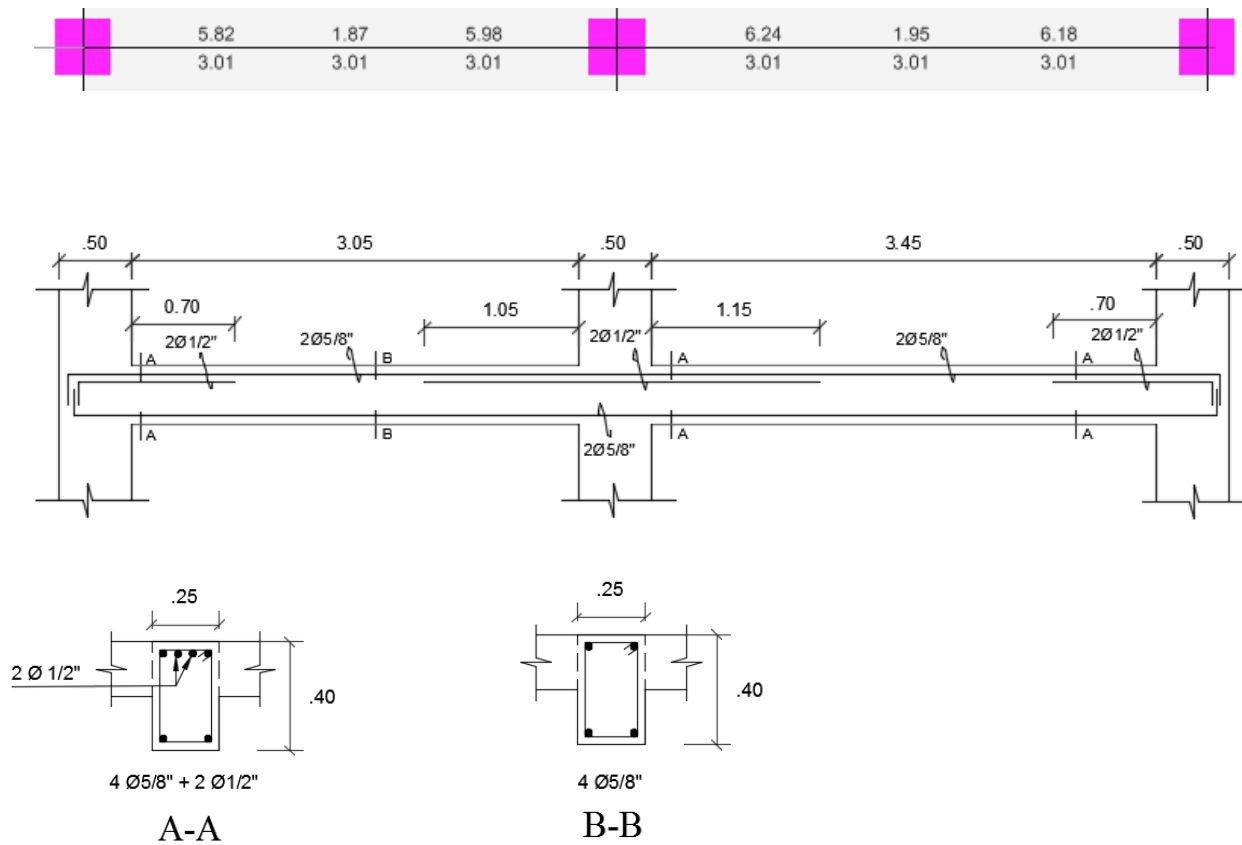
**Tabla 80**

*Momento máximos en viga según programa de cálculo*

Máximo Momento (-) tonf-cm	Máximo Momento (+) tonf-cm	Área de refuerzo longitudinal (-) cm <sup>2</sup>	Área de refuerzo longitudinal (+) cm <sup>2</sup>	Área mínima de refuerzo cm <sup>2</sup>	Refuerzo requerido mínimo cm <sup>2</sup>
- 779.619		6.24	0	3.01	6.24
	389.81	0	2.98	3.01	2.98

*Nota:* Elaboración propia.

**3.1.2.5.1.1 Distribución de acero longitudinal**



### 3.1.2.5.1.2 Distribución de acero transversal

Para la distribución del acero de refuerzo se emplea las recomendaciones de la Norma E.060 del capítulo 21: Disposiciones especiales para el diseño sísmico según la Fig. 21.4.4.

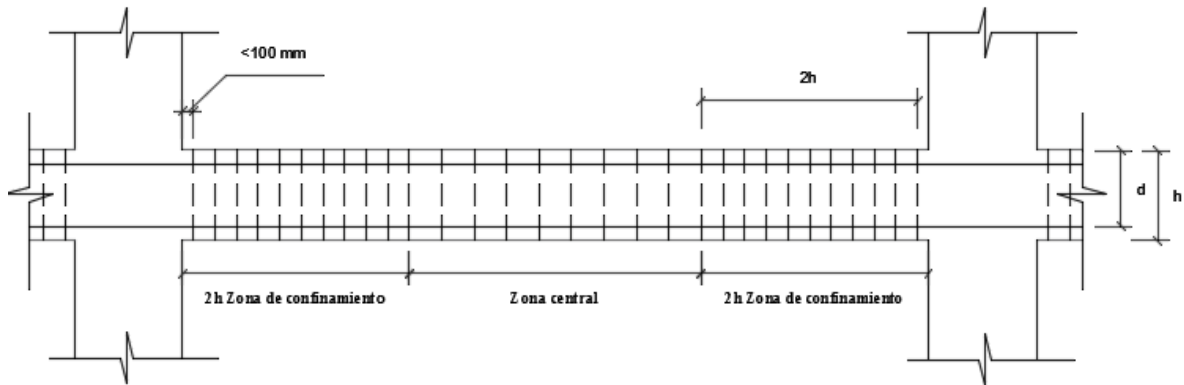


Figura 93: Distribución de acero de refuerzo transversal. Recuperado de RNE E.060 (2016).

La norma de concreto armado E.060 nos indica que se debe utilizar para el confinamiento de sistemas aporticadas varillas de 3/8" de pulgada así mismo cumplir con las siguientes consideraciones:

- $S_0$ : no deberá ser menor a 100 mm; por lo tanto se considera  **$S_0 = 5 \text{ cm}$**
- $S_1$ : Se considerara el menor de las siguientes alternativas:

$$\frac{d}{4} = \frac{36}{4} = 9 \text{ cm};$$

$$10 * 0.95 \text{ cm} = 9.5 \text{ cm};$$

$$24 * 0.95 \text{ cm} = 22.8 \text{ cm};$$

$$300 \text{ mm}$$

Por lo tanto se considera el espaciamiento en  **$S_1 = 10 \text{ cm}$**

- $S_2 = 0.5 * d$ ; entonces  $0.5 * 0.36 \text{ cm} = 18 \text{ cm}$

Por lo tanto el espaciamiento en  **$S_2 = 15 \text{ cm}$**

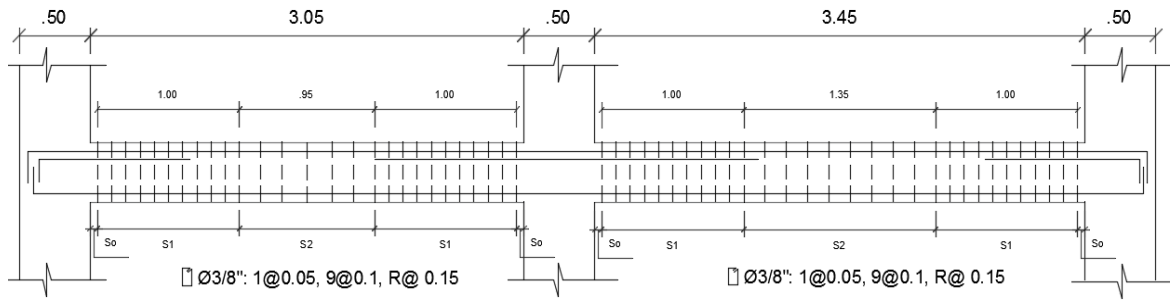


Figura 94: Distribución de acero transversal en Viga. Elaboración propia.

### 3.1.2.5.2 Diseño de Columna

En el diseño de columna se considera a diferencia de las vigas diferentes estados de carga con la finalidad de obtener el área de acero de refuerzo óptimo para la sección indicada anteriormente, después de realizar el análisis sísmico y cumpliendo con las verificaciones correspondientes de la estructura, se realiza el diseño la columna considerando el área de acero y/o cuantilla que se obtiene del programa de diseño estructural.

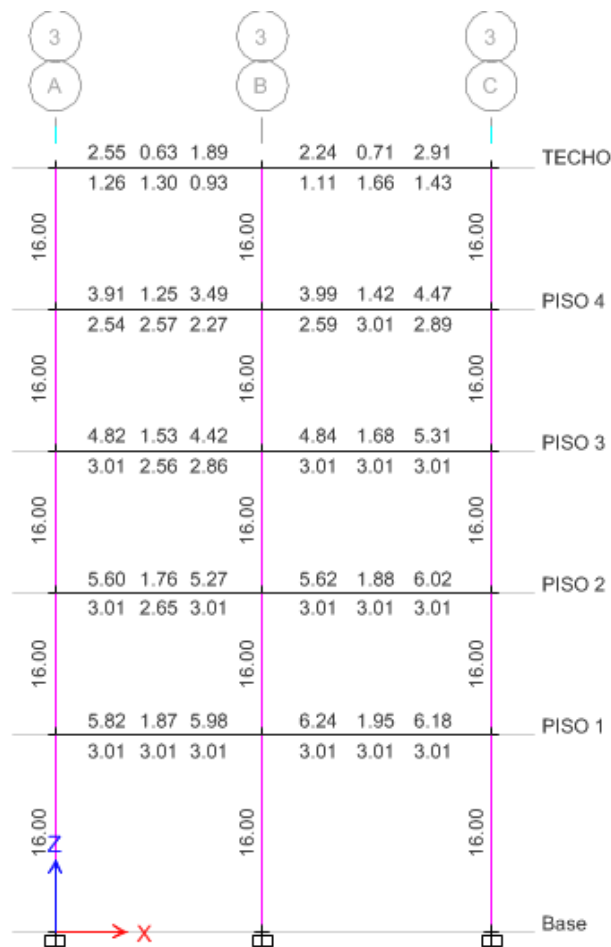


Figura 95: Área de acero en columnas en dirección X-X. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.

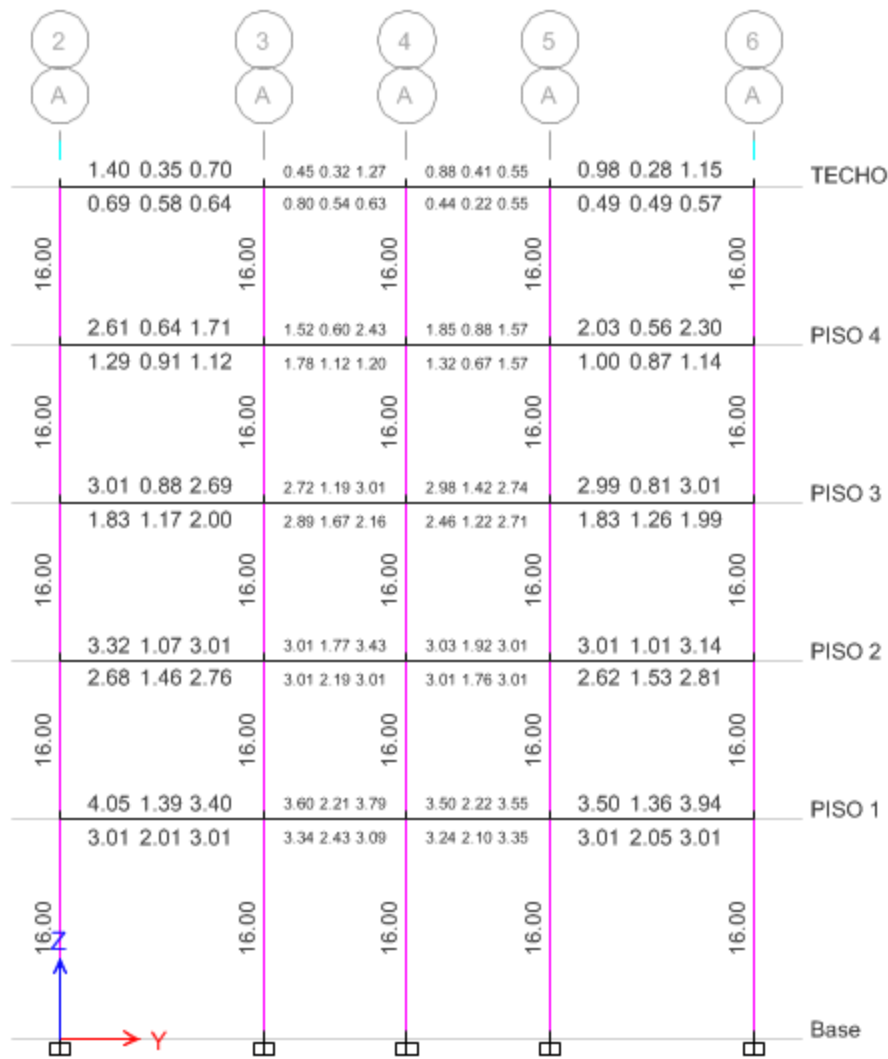


Figura 96. Área de acero en columnas en dirección Y-Y. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.

Del cálculo estructural obtenido del programa ETABS 2016 V.16.2 se realiza el diseño de columna C-1, la cual tiene la misma sección en todos los niveles, con la finalidad de mantener uniforme la rigidez a lo largo de cada eje de la estructura, a continuación se analizara el diagrama de interacción carga axial – momento para verificar si los esfuerzos producidos por las diversas estados de carga están dentro de este, para el cual se considera para dicha sección de columna una distribución de acero correspondiente.

Según la gráfica para la sección de la columna de 40cm x 40cm, se está considerando el 1% de la sección total de la columna para el área de refuerzo longitudinal.

- $A_{Colm} = 1600 \text{ cm}^2$
- $A_{As} = 1600 \text{ cm}^2 \times 0.01 = 16 \text{ cm}^2$

Por lo tanto se considera las siguientes varillas de acero:

- $8 \text{ } \emptyset \text{ } 5/8 = 16.00 \text{ cm}^2$

Área total de acero de refuerzo longitudinal:  $16.00 \text{ cm}^2$

$$\frac{16 \text{ cm}^2}{1600 \text{ cm}^2} = 1.00 \%$$

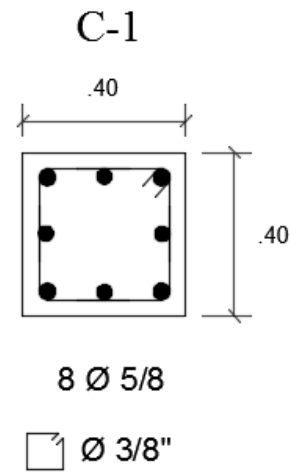
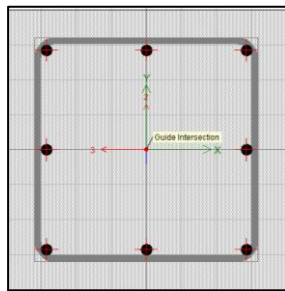


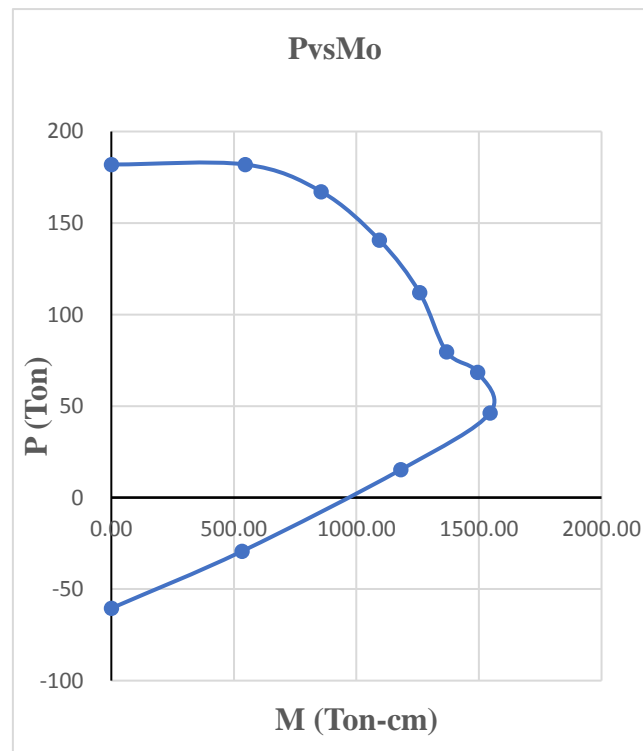
Diagrama de Interacción Carga Axial Vs Momento biaxial de 0 a 90 grados.

**Tabla 81**

*Carga axial y momento en columna (0 grados) Colm 0.40x0.40m*

Curva #1 0 Grados			
Punto	P tonf	M2 tonf- cm	M3 tonf-cm
1	181.97	0.00	0.00
2	181.97	0.00	546.80
3	167.19	0.00	856.11
4	140.69	0.00	1093.53
5	111.96	0.00	1258.03
6	79.66	0.00	1367.81
7	68.48	0.00	1494.80
8	46.24	0.00	1544.71
9	15.27	0.00	1181.46
10	-29.32	0.00	533.33
11	-60.48	0.00	0.00

*Nota:* Elaboración propia.



*Figura 97:* Diagrama de interacción P vs Mo. Elaboración propia.

**Tabla 82**

*Carga axial y momento en columna (15grados) Colm 0.40x0.40m*

Curva #2 15 Grados			
Punto	P tonf	M2 tonf-cm	M3 tonf-cm
1	181.97	0.00	0.00
2	181.97	125.07	278.26
3	181.97	201.23	640.17
4	150.39	217.35	973.79
5	115.86	232.20	1171.63
6	76.51	259.91	1241.06
7	54.35	291.20	1332.46
8	24.02	348.48	1220.61
9	-17.73	321.09	674.34
10	-51.74	126.25	149.15
11	-60.48	0.00	0.00

Nota: Elaboración propia.

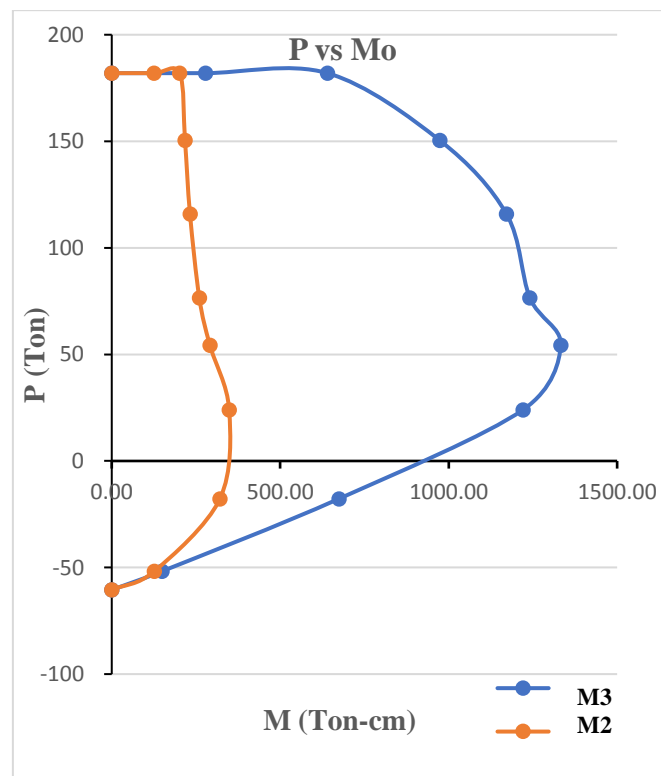


Figura 98: Diagrama de interacción P vs Mo. Elaboración propia.



**Tabla 83**

*Carga axial y momento en columna (30 grados) Colm 0.40x0.40m*

<b>Curva #3 30 Grados</b>			
Punto	P tonf	M2 tonf- cm	M3 tonf-cm
1	181.97	0.00	0.00
2	181.97	147.15	212.74
3	181.97	318.98	461.47
4	159.28	449.10	773.88
5	118.46	482.09	1025.59
6	72.57	525.20	1070.99
7	42.74	607.45	1071.97
8	7.53	596.50	906.30
9	-29.81	375.37	472.11
10	-53.36	112.18	117.67
11	-60.48	0.00	0.00

Nota: Elaboración propia.

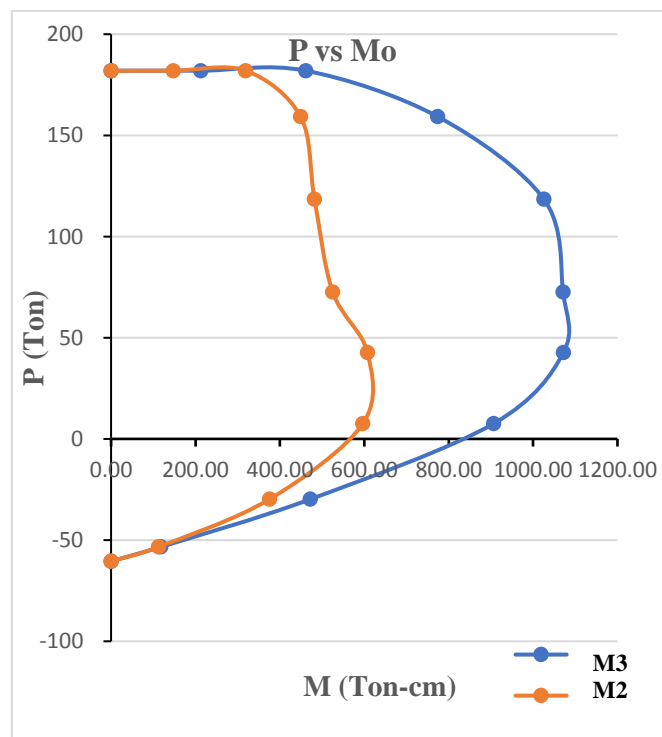


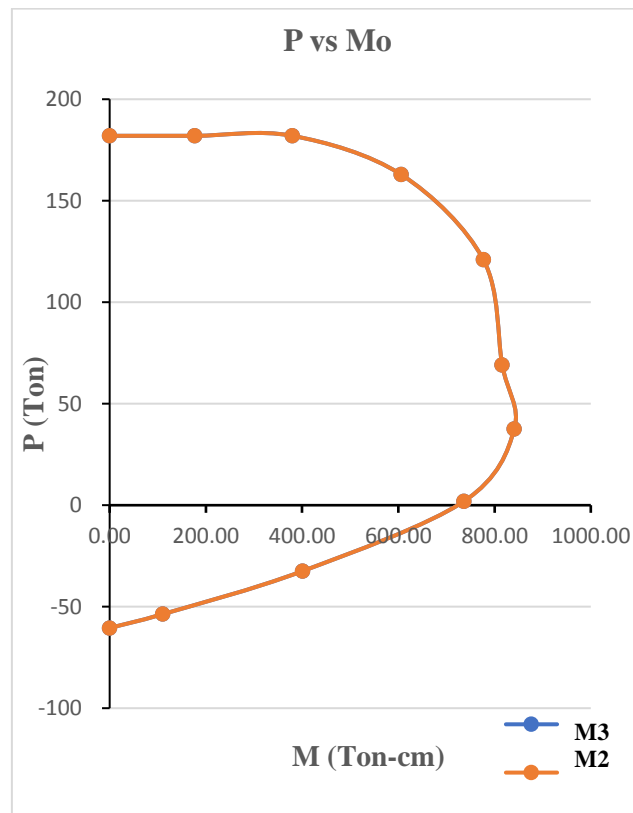
Figura 99: Diagrama de interacción P vs Mo. Elaboración propia.

**Tabla 84**

*Carga axial y momento en columna (45 grados) Colm 0.40x0.40m*

<b>Curva #4 45 Grados</b>			
<b>Punto</b>	<b>P tonf</b>	<b>M2 tonf- cm</b>	<b>M3 tonf- cm</b>
1	181.97	0.00	0.00
2	181.97	177.19	177.19
3	181.97	379.90	379.90
4	162.86	606.14	606.14
5	121.02	776.64	776.64
6	69.17	815.76	815.76
7	37.55	840.94	840.94
8	1.92	736.32	736.32
9	-32.46	400.93	400.93
10	-53.66	110.42	110.42
11	-60.48	0.00	0.00

*Nota: Elaboración propia.*



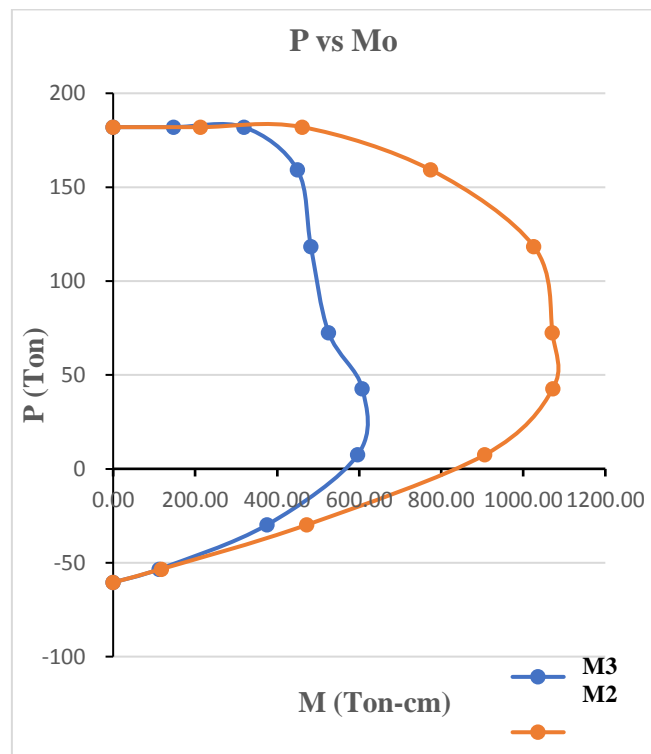
*Figura 100: Diagrama de interacción P vs Mo. Elaboración propia.*

**Tabla 85**

*Carga axial y momento en columna (60 grados) Colm 0.40x0.40m*

<b>Curva #5 60 deg</b>			
<b>Punto</b>	<b>P tonf</b>	<b>M2 tonf-cm</b>	<b>M3 tonf-cm</b>
1	181.97	0.00	0.00
2	181.97	212.74	147.15
3	181.97	461.47	318.98
4	159.28	773.88	449.10
5	118.46	1025.59	482.09
6	72.57	1070.99	525.20
7	42.74	1071.97	607.45
8	7.53	906.30	596.50
9	-29.81	472.11	375.37
10	-53.36	117.67	112.18
11	-60.48	0.00	0.00

*Nota: Elaboración propia.*



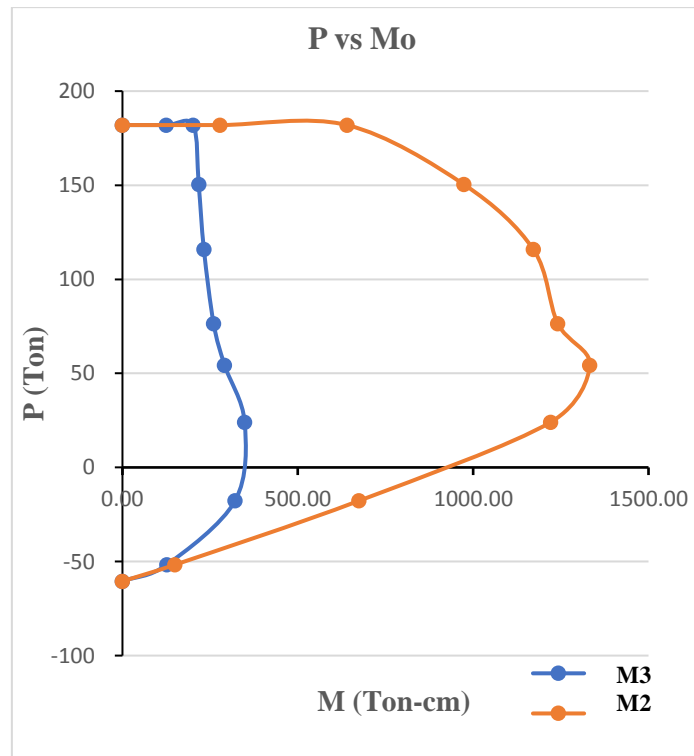
*Figura 101: Diagrama de interacción P vs M. Elaboración propia.*

**Tabla 86**

*Carga axial y momento en columna (75 grados) Colm 0.40x0.40m*

<b>Curva #6 75 Grados</b>			
Point	P tonf	M2 tonf- cm	M3 tonf-cm
1	181.97	0.00	0.00
2	181.97	278.26	125.07
3	181.97	640.17	201.23
4	150.39	973.79	217.35
5	115.86	1171.63	232.20
6	76.51	1241.06	259.91
7	54.35	1332.46	291.20
8	24.02	1220.61	348.48
9	-17.73	674.34	321.09
10	-51.74	149.15	126.25
11	-60.48	0.00	0.00

*Nota:* Elaboración propia.



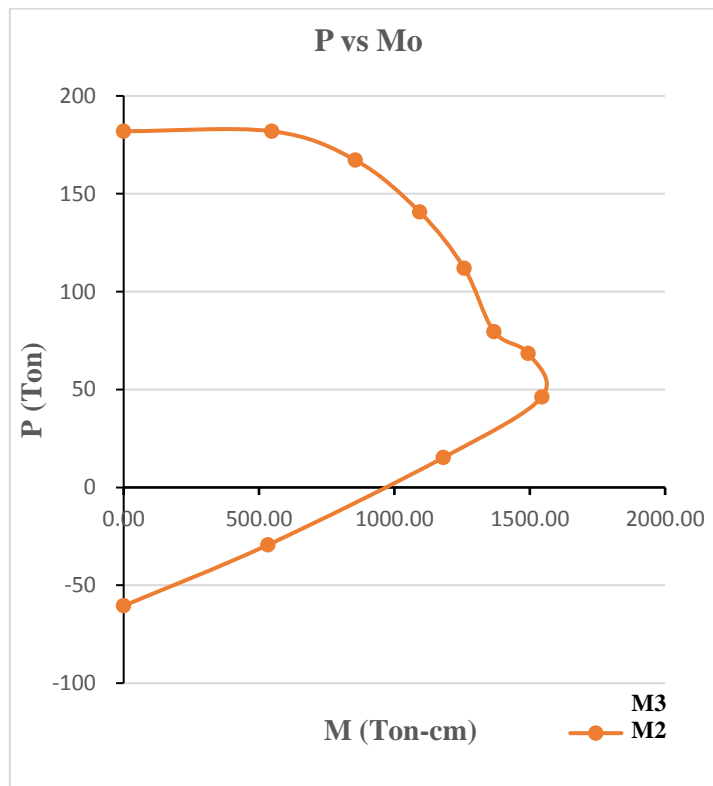
*Figura 102:* Diagrama de interacción P vs Mo. Elaboración propia.

**Tabla 87**

*Carga axial y momento en columna (90 grados) Colm 0.40x0.40m*

<b>Curva #7 90 Grados</b>			
Point	P tonf	M2 tonf-cm	M3 tonf-cm
1	181.97	0.00	0.00
2	181.97	546.80	0.00
3	167.19	856.11	0.00
4	140.69	1093.53	0.00
5	111.96	1258.03	0.00
6	79.66	1367.81	0.00
7	68.48	1494.80	0.00
8	46.24	1544.71	0.00
9	15.27	1181.46	0.00
10	-29.32	533.33	0.00
11	-60.48	0.00	0.00

*Nota:* Elaboración propia.



*Figura 103:* Diagrama de interacción P vs Mo. Elaboración propia.

A continuación se analiza y verifica si las fuerzas obtenidas por las diversas combinaciones de carga no superan lo indicado en los cuadros mostrados anteriormente.

**Tabla 88**

*Carga axial y momentos según las combinaciones de carga en la columna 0.40mx0.40m*

Nº	Combinación de carga	P <sub>u</sub> tonf	M <sub>u2</sub> tonf-cm	M <sub>u3</sub> tonf-cm	Área de acero de refuerzo cm <sup>2</sup>	Cuantilla (%)
1	0.9CM+SX	11.5339	168.725	557.178	16	1
2	0.9CM+SX	10.9809	-40.628	-156.83	16	1
3	0.9CM+SX	10.4279	-65.85	-206.09	16	1
4	0.9CM+SY	11.4832	542.099	190.162	16	1
5	0.9CM+SY	10.9303	-133.74	-51.289	16	1
6	0.9CM+SY	10.3773	-252.989	-49.598	16	1
7	1.25(CM+CV) +SX	23.8784	162.071	537.993	16	1
8	1.25(CM+CV) +SX	23.1104	-38.373	-149.476	16	1
9	1.25(CM+CV) +SX	22.3424	-54.686	-172.211	16	1
10	1.25(CM+CV) +SY	23.8278	535.446	170.977	16	1
11	1.25(CM+CV) +SY	23.0598	-131.485	-62.815	16	1
12	1.25(CM+CV) +SY	22.2918	-241.826	-60.723	16	1
13	1.4CM+1.7C V	39.3036	-25.024	-107.063	16	1
14	1.4CM+1.7C V	8.62	0.0881	104.72	16	1
15	1.4CM+1.7C V	37.5833	42.264	102.377	16	1

Nota: Elaboración propia.

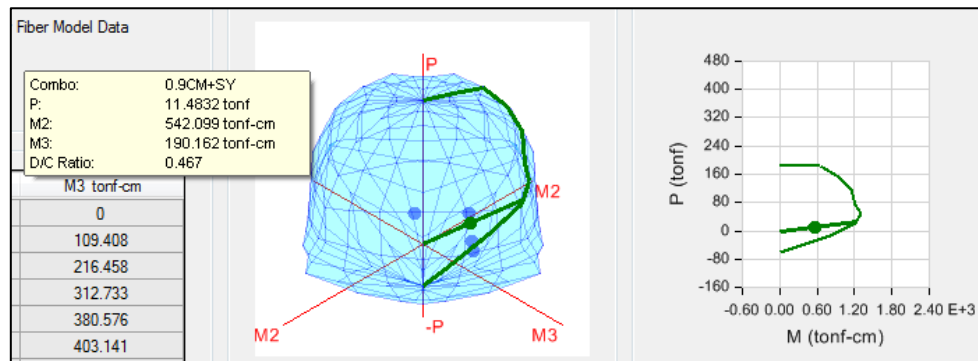
De los resultados obtenidos se pudo apreciar que la mayor combinación de carga se encuentra en la combinación N°1 y N°4, de los cuales se puede ver que están dentro dentro de las diversas curvas del diagrama de interacción de la columna C-1.

**Tabla 89**

*Combinación de Carga N°4*

Combinación de carga	$P_u$	$M_{u2}$	$M_{u3}$
	tonf	tonf-cm	tonf-cm
0.9CM+SY	11.4832	542.099	190.162

*Nota:* Elaboración propia.



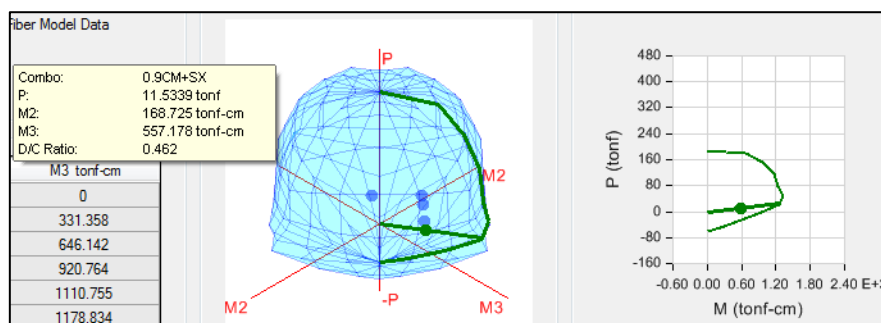
*Figura 104:* Diagrama de interacción de columna 0.40x.040 con combinación 0.9CM+SY. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.

**Tabla 90**

*Combinación de Carga N°4*

Combinación de carga	$P_u$	$M_{u2}$	$M_{u3}$
	tonf	tonf-m	tonf-m
0.9CM+SX	11.5339	168.725	557.178

*Nota:* Elaboración propia.



*Figura 105:* Diagrama de interacción de columna 0.40x.040 con combinación 0.9CM+SX. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.

Distribución de acero de refuerzo transversal para columna se realizara según las disposiciones especiales para el diseño sísmico que indica la norma E.060 de la normativa vigente, la cual indica lo siguiente:

La longitud de la zona de confinamiento (**l<sub>o</sub>**), se considera la mayor de:

- $h_n/6$

$$\frac{h_n}{6} = \frac{2.6m}{6} = 0.433 \text{ m}$$

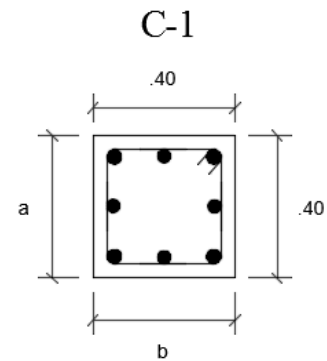
- Mayor dimensión (a ó b) a = 0.50m, b = 0.50m
- 45 cm

EL espaciamiento (**S**) dentro de la zona **l<sub>o</sub>** debe ser menor de:

- Menor valor de:

$$\frac{a}{2} = \frac{0.50m}{2} = 0.25m$$

$$\frac{b}{2} = \frac{0.50m}{2} = 0.25m$$



- 10 cm

El espaciamiento (**S''**) no debe ser mayor de 15 cm

El espaciamiento (**S'**) fuera de la zona (**l<sub>o</sub>**) debe ser menor de:

- $d/2$

$$\frac{d}{2} = \frac{0.36m}{2} = 0.18m$$

- Menos dimensión de

$$a = 0.50m$$

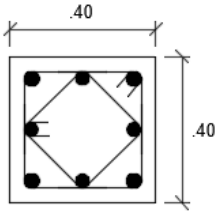
$$b = 0.50m$$

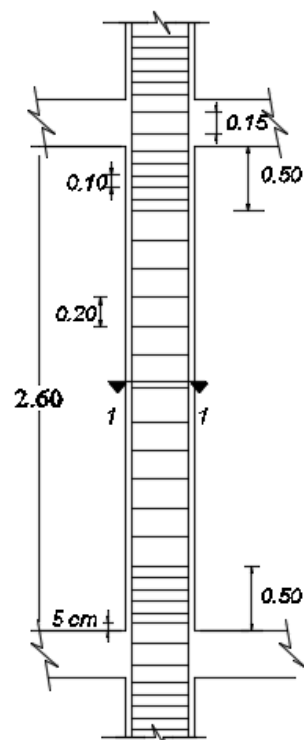
- 30cm

Por lo tanto se tiene el siguientes espaciamiento y distribución de acero de refuerzo transversal para la columna.



## CUADRO DE COLUMNA

TIPO NIVEL	C-1
1° AL 5°	
a x b	0.40 x 0.40
ACERO	8 Ø 5/8"
ESTRIBAJE	<input checked="" type="checkbox"/> Ø 3/8: 1@.05, 5@.10Rto. @.20



### 3.1.2.5.3 Diseño de losa aligerada VIGACERO

La losa aligerada VIGACERO es un sistema de techo de entre piso con materiales prefabricados el cual en su ficha técnica presenta las siguientes características.

**Tabla 91**

*Características de Vigueta prefabricada VIGACERO*

Características de la vigueta	
Dimensiones	h = 9 cm b = 13 cm
Peso	4.8 kg/ml
Espesor	1.5 mm
Normas	ASTM A1011 ASTM A1008 ASTM A 653
Fy	Min 2530 kg/cm <sup>2</sup>
Luz libre máxima	8.00 m
Luz máxima sin puntales	4.40 m

*Nota:* Recuperado de Manual técnico VIGACERO (2016).

**Tabla 92***Características de Casetón de poliestireno expandido EPS*

<b>Características de los Csetones de Poliestireno Expandido</b>	
Dimensiones	Largo: 1.00 ó 2.00 Ancho: 75 ó 60 cm Espesor: de 9, 12, 15, 20 a 30cm
Peso máximo por unidad	1.0 kg/casetón estándar e = 9cm 1.7 kg/casetón estándar e = 15cm
Densidad	15 kg/m <sup>3</sup>

*Nota: Recuperado de Manual técnico VIGACERO (2016).***Tabla 93***Dimensiones de Espesor de Losa Según carga última*

<b>Carga última (kg/m<sup>2</sup>)</b>						
<b>Separación entre viguetas 0.084 m</b>						
<b>Espesor de concreto 4 cm</b>			<b>Espesor de concreto 5cm</b>			
Luz	h	h	h	h	h	h
(m)	9cm	12cm	15cm	20cm	25cm	30cm
3.00	1807	2522	3104			
3.50	1138	1853	2280			
4.00	762	1295	1746	1943	1950	2322

*Nota: Recuperado de Manual técnico VIGACERO (2016).*

Según el proyecto la mayor longitud en el sentido de losa aligerada se tiene 3.35m, por ello se empleara según los cuadros del manual técnico de VIGACERO lo siguiente:

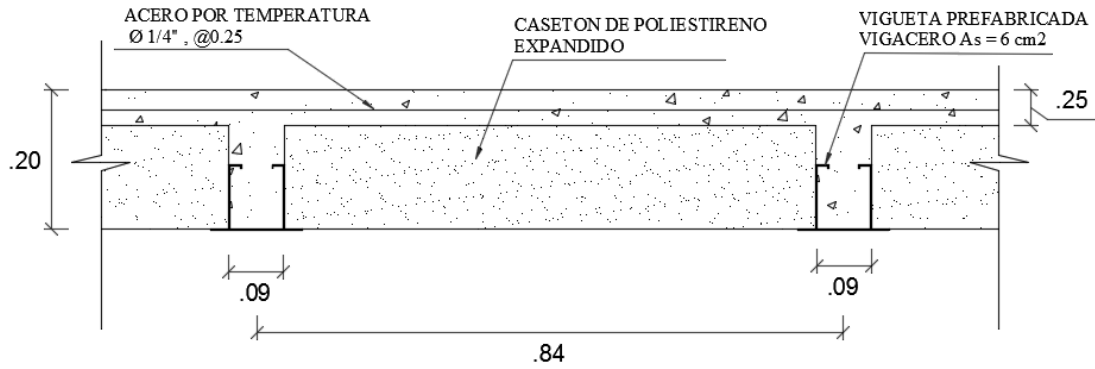


Figura 106: Corte transversal en losa aligerada con VIGACERO. Elaboración propia.

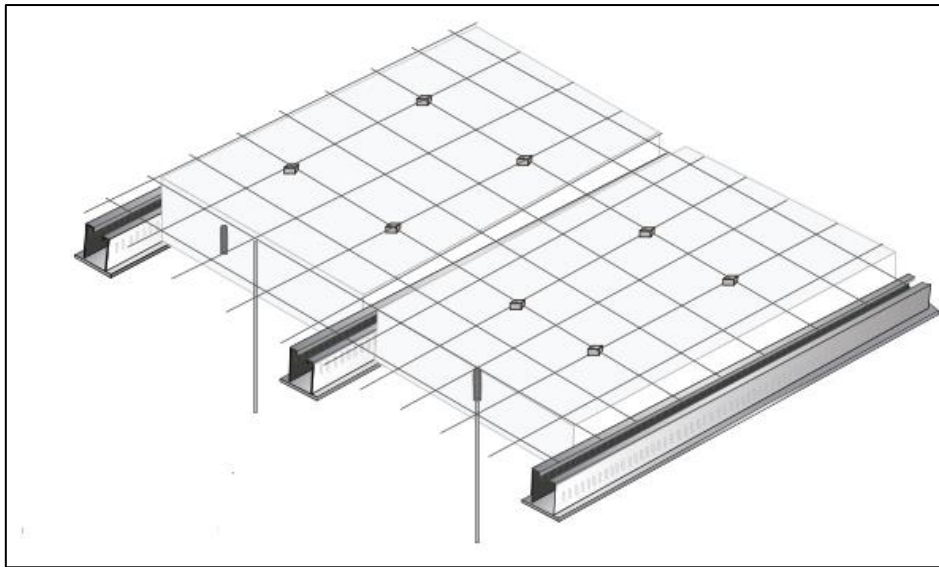


Figura 107: Malla electrosoldada en losa aligerada con VIGACERO. Recuperado de Manual de VIGACERO (2016).

### 3.1.2.6 Diseño de cimentación

Para el diseño de la cimentación de la edificación con losas aligeradas VIGACERO se realizara de manera similar que la anterior con ayuda de los datos exportados del programa ETABS, ya que este nos permite obtener el peso de la estructura en cada columna de modo que se analizara para la columna con mayor área tributaria ósea la que lleva mayor carga axial.

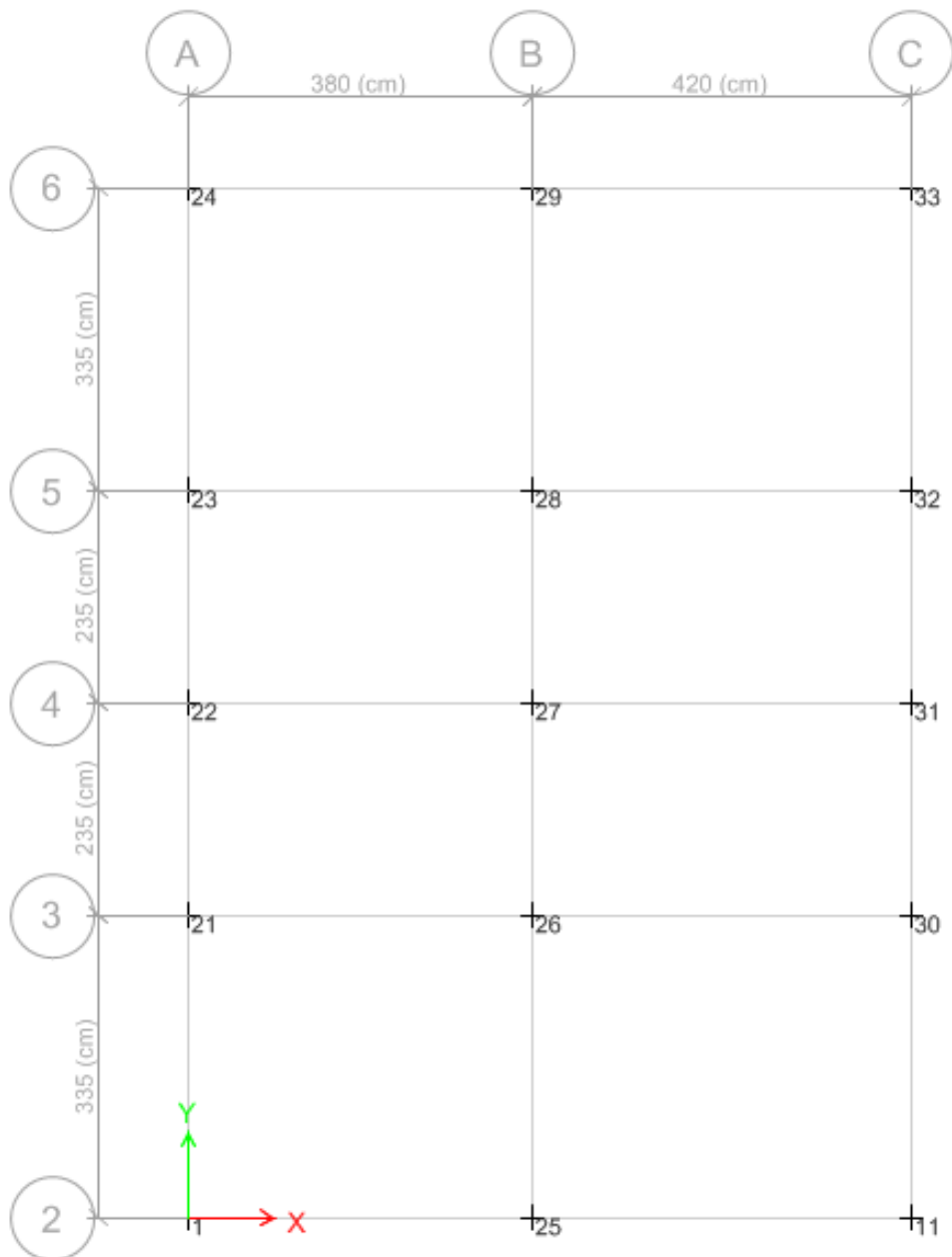


Figura 108: Exportación de puntos carga muerta cara viva para cimentación de estructura con VIGACERO. Elaboración propia en programa ETABS 2016 V16.2.

De la figura mostrada se muestran los puntos donde se aplica la carga axial producida por las diversas cargas, estas son calculadas por el programa de modo que faciliten y se obtenga mayor precisión en el cálculo de la zapata aislada.

**Tabla 94***Carga Muerta y Carga Viva obtenida de programa de cálculo*

<b>Nivel</b>	<b>Punto</b>	<b>CM</b>	<b>CV</b>
		<b>kgf</b>	<b>kgf</b>
Base	1	24,366.95	3,052.87
Base	11	25,677.39	3,406.80
Base	21	32,308.89	4,427.88
Base	22	24,962.15	2,993.34
Base	23	26,582.54	3,214.45
Base	24	23,837.90	2,910.97
Base	25	36,356.64	6,221.61
<b>Base</b>	<b>26</b>	<b>48,427.53</b>	<b>9,379.54</b>
Base	27	42,651.47	8,000.93
Base	28	46,082.09	8,649.44
Base	29	35,982.35	6,097.91
Base	30	34,180.33	4,953.22
Base	31	26,857.68	3,445.67
Base	32	28,552.32	3,701.44
Base	33	25,170.55	3,269.70

*Nota:* Elaboración propia.

### **3.1.2.6.1 Diseño de zapata aislada**

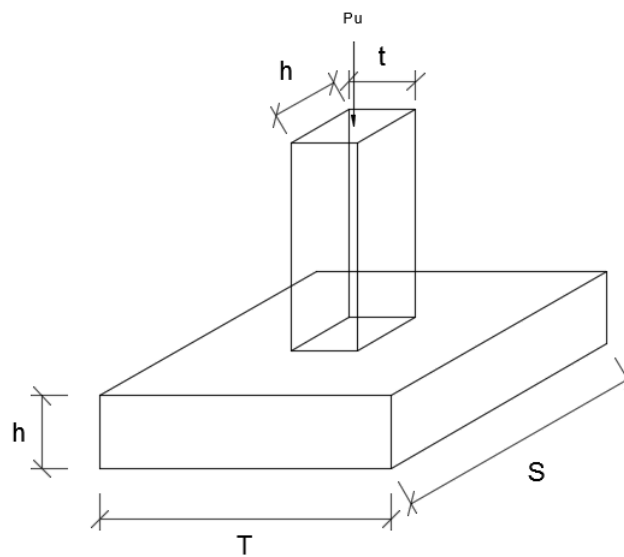
#### **3.1.2.6.1.1 Predimensionamiento de zapata aislada**

Para el predimensionamiento de la zapata aislada se considera la carga axial máxima mostrada en el cuadro anterior así mismo los siguientes datos:

**Tabla 95***Datos para cálculo de zapata aislada en estructura con VIGACERO*

$b_{colm}$	0.40 m	Lado de columna
$t_{colm}$	0.40 m	Lado de columna
CM	48,427.53 kgf	Carga Muerta
CV	9,379.54	Carga viva
$F'c$	210 kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia a la compresion
$F_y$	4200 kg/cm <sup>2</sup>	Fluencia del acero G60
$\gamma_m$	2100 kg/cm <sup>2</sup>	Peso especifico promedio
$\sigma_t$	2.65 kg/cm <sup>2</sup>	Capacidad portante de terreno
S/C	200 kg/m <sup>2</sup>	Sobrecarga en primer nivel
$h_f$	1.00 m	Altura de piso terminado a H

Nota: Elaboración propia.



### 3.1.2.6.1.2 Determinación de esfuerzo neto del terreno

$$\sigma_n = \sigma_t - \gamma_m \cdot h_f - S/C$$

$$\sigma_n = 26.5 \text{ ton/m}^2 - (2.1 * 1.50) \cdot h_f - 0.2 \text{ ton/m}^2$$

$$\sigma_n = 23.15 \text{ ton/m}^2$$

Área de la Zapata

$$\sigma_n = \frac{P_T}{A_{zap}} \rightarrow A_{zap} = \frac{P_T}{\sigma_n}$$

$$P_u = 1.4CM + 1.7CV$$

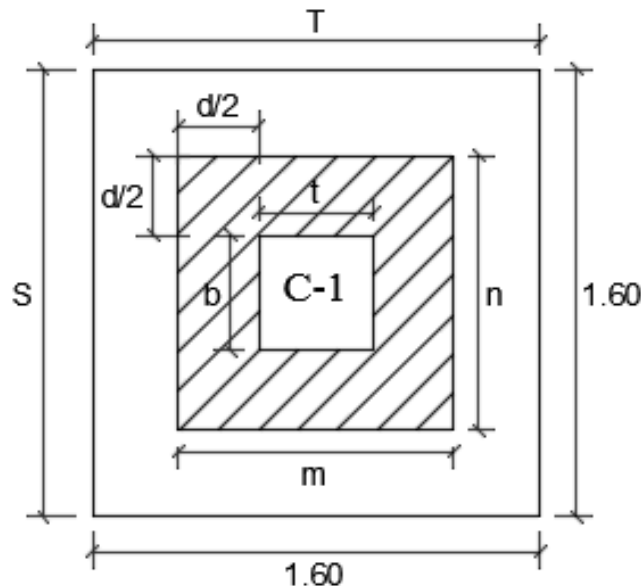
$$A_{zap} = \frac{48.43 + 9.38}{23.15 \text{ ton/m}^2} = 2.49 \text{ m}^2 \quad \rightarrow \quad S = 1.57 \text{ m}, T = 1.57 \text{ m}$$

$$S = 1.60 \text{ m}, T = 1.60 \text{ m}$$

$$\sigma_{nu} = \frac{P_u}{A_{zap}} \rightarrow \sigma_{nu} = \frac{1.4(48.43) + 1.7(9.38)}{2.49} = 33.63 \text{ ton/m}^2$$

### 3.1.2.6.1.3 Condición de diseño por punzonamiento

- $V_u = P_u - \sigma_{nu} * m * n$  ;  $V_u \leq \Phi V_c$
- $V_c = 1.06 \cdot \phi \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_o \cdot d$
- $P_u - \sigma_{nu} * m * n = 1.06 \cdot \phi \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_o \cdot d$



$$b_o = 2 \cdot (t + d) + 2 \cdot (b + d); \quad m = (t + d); \quad n = (b + d)$$

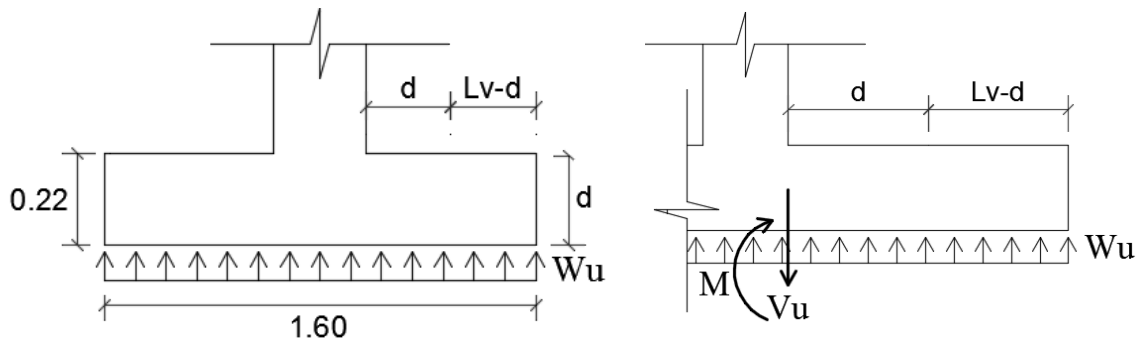
$$83.748 - 33.63 \cdot (0.40 + d) \cdot (0.40 + d) \\ = 1.06 \cdot 0.85 \cdot \sqrt{210} \cdot (2 \cdot (0.40 + d) + 2 \cdot (0.40 + d)) \cdot d$$

$$d = 0.22 \text{ m}$$

El peralte según el cálculo preliminar da como resultado  $d=0.22\text{m}$ , para el cual se considera para verificación de cortante y tracción diagonal.

#### 3.1.2.6.1.4 Verificación la fuerza cortante por tracción diagonal

- $V_u = W_u \cdot S \cdot Lv \rightarrow V_{ud} = V_u \cdot \frac{(Lv-d)}{Lv}$
- $V_{ud} = W_u \cdot S \cdot (Lv - d)$
- $\phi \cdot V_c = 0.53 \cdot \phi \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d$



$$V_{ud} = 33.63 \cdot 1.60 \cdot (0.38 - 0.22) = 8.61 \text{ ton}$$

$$\phi V_c (0.53 \cdot 0.85 \cdot \sqrt{210} \cdot 1.60 \cdot 0.22) \cdot 10 = 22.98 \text{ ton}$$

$$V_u \leq \phi V_c \rightarrow \mathbf{Ok}$$

#### 3.1.2.6.1.5 Diseño de acero en zapata por esfuerzos a flexión



$$M_u = W_u * S * \frac{Lv^2}{2}; R_u = \frac{M_u}{b \cdot d^2}$$

$$M_u = 33.63 * 1.60 * \frac{0.38^2}{2} = 3.88 \text{ ton-m}$$

$$R_u = \frac{3.88 * 10^5}{160 * 22^2} = 5.01$$

Para un concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup>, se tiene los siguientes valores de Ru:

**Tabla 96**

*Valores de Ru para cuantilla de acero*

$\rho$ (%)	Ru
0.0014	5.205
0.0015	5.570
0.0016	5.934
0.0017	6.297
0.0018	6.659
0.0019	7.021
0.0020	7.382
0.0021	7.741

*Nota:* Cuantilla de acero para interpolar y calcular el área de acero. Elaboración propia.

Se puede apreciar del cuadro anterior que el valor de Ru: 5.01 que equivale aproximadamente al 0.014% de cuantía para el acero de refuerzo en la zapata, siendo este menor a la establecida como cuantía mínima por lo cual se considera lo siguiente:

Según la Norma E.060 indica, que se deberá considerar la longitud de desarrollo, la cual está en función al diámetro de varilla empotrada empleada que para este caso vendría a ser la columna, para ello se considera lo siguiente:

**Tabla 97***Longitud de desarrollo de acero longitudinal según diámetro de varilla*

<b>Varilla de acero</b>	<b>Longitud de desarrollo</b>	<b>doblez</b>
	cm	cm
3/8"	21	11
1/2"	28	15
5/8"	35	19
3/4"	42	23
1"	56	30

*Nota:* Recuperado de EM ingenieros (2018).

Según el diseño de columna C-1, la varilla con mayor área de acero es de medida 5/8", la cual según el cuadro deberá considerar una longitud de desarrollo no menor de 35 cm, esto quiere decir que según el peralte efectivo  $d$  estimado anteriormente estaría conforme.

$$\rho_{\min} (\%) = 0.18;$$

$$A_s = \rho * b * d$$

$$A_{s\min} = 0.0018 * 160\text{cm} * 35\text{cm} = 10.08 \text{ cm}^2$$

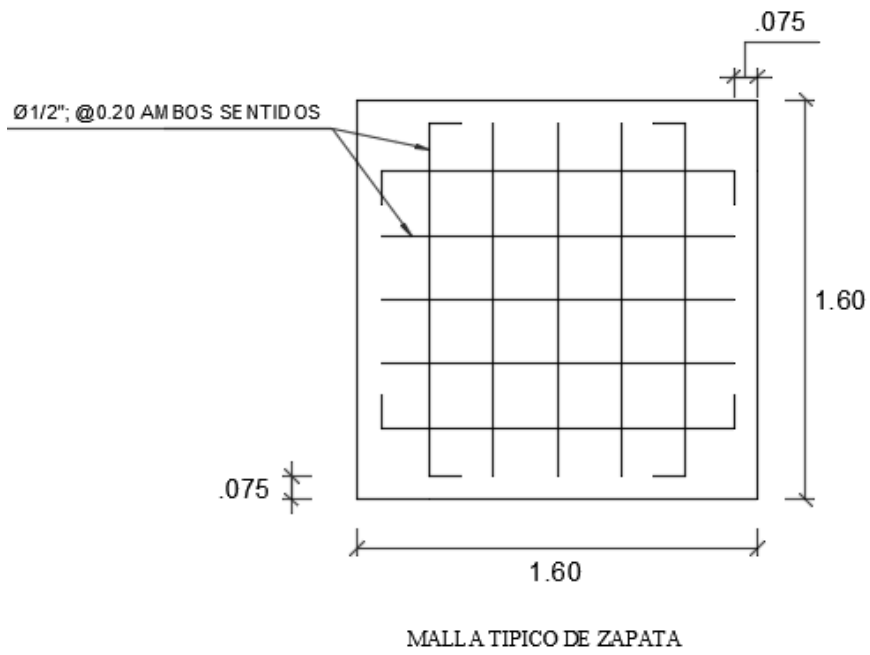
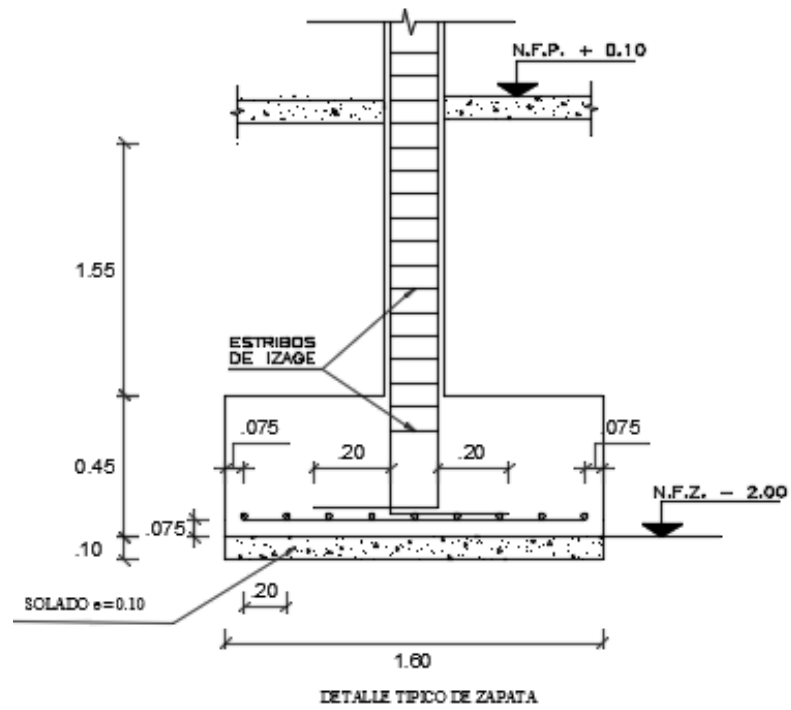
Considerando usar varillas de  $\emptyset 1/2" = 1.29 \text{ cm}^2$ ; se tiene la siguiente distribución:

$$\#Varillas = \frac{A_s}{A_s(\text{provisto})}$$

$$E = \frac{L_t}{\#var - 1}$$

$$\#Varillas = \frac{10.08\text{cm}^2}{1.29\text{cm}^2} = 7.81 \text{ Varillas} \approx 8 \text{ varillas}$$

$$E = \frac{1.60\text{m} - 0.15\text{m} - 0.0159\text{m}}{8 - 1} = 0.2048 \text{ m} \approx @ 0.20 \text{ m}$$



### 3.1.3 Comparación de resultados del análisis y diseño sismorresistente de la estructura empleando losas aligeradas convencionales y losas aligeradas con VIGACERO.

**Tabla 98**

*Cuadro comparativo de resultado de estructura con losas aligeradas convencionales vs VIGACERO.*

	<b>Losas Aligeradas</b>	<b>Convencional</b>		<b>VIGACERO</b>	
<b>Sistema estructural</b>	Material aligerante (kg/m <sup>2</sup> )	Ladrillo de arcilla		Casetón de poliestireno	
	Peso propio del sistema (kg/m <sup>2</sup> )	70.2		2.025	
	Peso total de la estructura (ton)	300		170.02	
<b>Análisis dinámico modal espectral E.030</b>		6		4	
	Modo de vibración dirección X-X	1 Modo predominante		1 Modo predominante	
	Modo de vibración dirección Y-Y	2 Modo predominante		2 Modo predominante	
	Fuerza cortante en la base (Ton)	<b>X-X</b>	<b>Y-Y</b>	<b>X-X</b>	<b>Y-Y</b>
	Fuerza cortante Estática	58.761	71.952	43.615	51.46
	Fuerza cortante Dinámica	51.79	64.45	39.7	47.24
<b>Máximos Desplazamientos</b>	<b>Dirección en la estructura</b>	<b>X-X</b>	<b>Y-Y</b>	<b>X-X</b>	<b>Y-Y</b>
	Participación de masas (%)	0.8612	0.7523	0.887	0.8584
	Periodo de la estructura (S)	0.573	0.469	0.629	0.535
	1 Nivel	dirección X-X	0.004963		0.006457
		dirección Y-Y	0.004528		0.005997

<b>relativos</b>		dirección X-X	0.006615		0.006952	
<b>admisibles</b>	2 Nivel	dirección Y-Y	0.005154		0.005439	
	3 Nivel	dirección X-X	0.005765		0.005681	
<b>Máximos</b>		dirección Y-Y	0.004247		0.004269	
<b>Desplazamientos</b>	4 Nivel	dirección X-X	0.004261		0.004028	
<b>relativos</b>		dirección Y-Y	0.002993		0.002912	
<b>admisibles de</b>	5 Nivel	dirección X-X	0.002655		0.002241	
<b>entrepisos</b>		dirección Y-Y	0.001677		0.001492	
		<b>Lado</b>	<b>b</b>	<b>h</b>	<b>b</b>	<b>h</b>
	Sección de elementos	columna (m)	0.50	0.50	0.40	0.40
	estructurales	Viga (m)	0.25	0.40	0.25	0.40
		Placa (m)	-	-	-	-
		Zapatas (m)	1.70	1.70	1.60	1.60
<b>Dimensión de</b>			<b>As</b>	<b>ρ</b>	<b>As</b>	<b>ρ</b>
<b>elementos</b>						
<b>estructurales</b>	Acero de refuerzo en elementos					
	estructurales		<b>(cm<sup>2</sup>)</b>	<b>(%)</b>	<b>(cm<sup>2</sup>)</b>	<b>(%)</b>
		columna	27.28	1.09	16.00	1.00
	Elemento Estructural	Viga	7.28	0.73	6.24	0.62
		Placa	-	-	-	-
		Zapatas	12.85	0.18	10.08	0.18

Nota: Elaboración propia.

## **IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

Según Avecillas obtuvo mejores resultados más satisfactorios empleando losas aligeradas con poliestireno expandido en el momento de obtener las cantidades de acero para las secciones de los elementos estructurales, de este modo el trabajo de investigación coincide con las conclusiones del autor mencionado ya que empleando losas aligeradas con VIGACERO se obtuvo menores áreas de sección de elementos estructurales y así mismo una comparación significativa en el área de acero en columnas.

Para cubrir el uso de bovedillas de EPS (poliestireno expandido) resulto como alternativa factible empleando una losa aligerada de espesor de 16 cm para una longitud menor a 3m y modelando con una viga simplemente apoyada, del cual obtuvo resultados coherentes pero no tiene alguna veracidad completa si no se aplica para longitudes más amplias, según lo planteado en la investigación las losas aligeradas con VIGACERO en longitudes de 4m en los apoyos, se obtiene 1973 kg/m<sup>2</sup> por resistencia última de este modo se podría decir que resiste la envolvente de los diversos estados de carga, y se comporta como diafragma rígido.

Según Sanabria el uso de materiales prefabricados dan una mejora en el proceso y planificación de obra más en el comportamiento estructural no se obtuvo alguna comparación significativa del cual se puede resaltar las bondades del uso de sistemas prefabricados no solo en el proceso de construcción sino en el aporte del diseño sismorresistente para la edificación ya que no solo disminuye la masa del entrepiso sino también la demanda sísmica para ambas direcciones.

Según Flores y Merino para el análisis comparativo que realizaron la sección de perfiles de acero no se obtuvo alguna variación considerable, siendo resaltante la comparación del peso de la losa de entre piso ya que empleando casetones de poliestireno expandido se obtuvo 100 kg/m<sup>2</sup> menos de la losa aligerada con bovedillas de arcilla, siendo un valor aproximado sean la comparación de la losa aligerada convencional versus la losa aligerada con VIGACERO que tiene una variación de 130 kg/m<sup>2</sup>.

## **V. CONCLUSIONES**



Se comparó los resultados obtenidos del diseño sismorresistente de la edificación de cinco niveles empleando losas aligeradas convencionales así como el diseño sismorresistente de la edificación empleando losas aligeradas con VIGACERO, del cual se confirma la hipótesis, que en edificaciones con menor masa en los entresijos se puede reducir las secciones de los elementos estructurales como se muestra en los resultados; en el diseño estructural empleando losas aligeradas convencionales se obtuvo un área de columna de 0.50m x 0.50m con una área de acero de refuerzo longitudinal de 25cm<sup>2</sup>, para la viga diseñada se obtuvo una sección de 0.25m x 0.40m con un área de acero de refuerzo longitudinal de 7.28cm<sup>2</sup> y para la zapata aislada se obtuvo una sección de 1.70m x 1.70m con una área de acero de refuerzo de 12.85cm<sup>2</sup>, mientras que para el diseño estructural con losas aligeradas VIGACERO se obtuvo una sección de columna de 0.40m x 0.40m con una área de acero de refuerzo longitudinal de 16.00cm<sup>2</sup>, una sección de viga de 0.25m x 0.40m con un área de acero de refuerzo longitudinal de 6.24cm<sup>2</sup> y las zapatas aisladas con una sección de 1.60m x 1.60m con un área de acero de refuerzo de 10.08cm<sup>2</sup>.

Se comparó los pesos obtenidas en el diseño sismorresistente de la edificación de cinco niveles empleando losas aligeradas convencionales así como el diseño sismorresistente de la edificación empleando losas aligeradas con VIGACERO, del cual se obtuvo en el diseño estructural empleando losas aligeradas convencionales una carga de 300 kg/m<sup>2</sup>, y un peso total de la estructura de 671.091 ton, mientras que en el diseño estructural empleando losas aligeradas VIGACERO se obtiene una carga de 170.02 kg/m<sup>2</sup> y un peso total de la estructura de 555.75 ton, siendo esta una diferencia considerable en el peso de la edificación.

Se comparó los resultados obtenidos del análisis dinámico modal espectral para ambas estructuras, del cual se obtuvo para la estructura con losas aligeradas convencionales la verificación de irregularidades tanto en planta como en altura y se pudo confirmar que la estructura es regular por lo que su factor de reducción sísmica se mantuvo R=8, para luego realizar el análisis sísmico del modelo matemático que tuvo mayor predominancia de participación de masas en dirección X-X en el primer modo de vibración de 0.86% con un periodo de 0.753s según el espectro de diseño realizado, y las demás participaciones de masa fueron mayores al 90% en el sexto modo de vibración, así mismo se realizó la verificación y modificación de cortante estática respecto a la cortante dinámica con la finalidad de corroborar si se escala la aceleración, ya que esta deberá

estar como mínimo 0.8 de la cortante estática según indica la normativa, en la estructura con losas aligeradas VIGACERO, de manera similar se verifico las irregularidades tanto en planta como en altura y se confirmó la regularidad de la misma, para su modelo matemático y análisis sísmico se obtuvo como mayor participación de masas también en el primer modo de vibración en dirección X-X con un periodo de 0.629s, con participación de masas en X-X, Y-Y y Rz en 90 % en el cuarto modo de vibración, así mismo se verifico y modifíco la cortante estática respecto a la cortante dinámica siendo esta última mayor del 80% como indica la norma para estructuras regulares.

Se comparó los desplazamientos laterales relativos admisibles tanto en la estructura con losas aligeradas convencionales como en la estructura con losas aligeradas con VIGACERO, siendo para ambos casos menor la deriva de 0.007 en estructuras de concreto armado como indica la norma, cumpliendo este último como una verificación muy importante en los requisitos de rigidez resistencia y ductilidad que indica la norma E.030, una vez cumpliendo esto se puede considerar las dimensiones del sistema estructural como definido para posterior a ello realizar el diseño de acero de refuerzo de los elementos estructurales según sus diversas combinaciones de carga necesarias.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Se recomienda emplear la losa aligerada VIGACERO u otros sistemas de entrepiso que tengan la capacidad de reducir el peso propio de entrepiso, así mismo se debe analizar la estructura para las edificaciones como ya se demostró que este sistema de losa aligerada VIGACERO debido a su peso aligerante obtenidos de los casetones de poliestireno expandido, reducen el peso de cada entrepiso y en total de la estructura, obteniendo como resultado elementos estructurales como menor sección y cumpliendo con las verificaciones y desplazamientos relativos admisibles, siendo una alternativa más óptima y económica en el diseño sismorresistente de edificaciones de concreto armado.

Se recomienda emplear el sistema de losa de entrepiso VIGACERO ya que este reduce considerablemente el peso propio de la estructura, ya que por falta de información o no conocer las ventajas no solo de proceso constructivo sino del aporte que brinda a la estructura al disminuir el peso propio del mismo.

Se recomienda realizar para el análisis sísmico de las estructuras; el análisis estático solo para fines de verificación de la fuerza cortante estática en la base respecto a la fuerza cortante dinámica de la base, ya que esta debe ser mayor al 80% para estructuras regulares, resaltando que en el análisis estático los periodos que resulta del cálculo según las formulas indicadas, brinda unos valores muy conservadores que se aleja en muchas ocasiones considerablemente de los periodos de la estructura, así mismo emplear datos de campo reales, obtenido por estudios geotécnicos, ya que estas nos brindaran parámetros sísmicos reales.

Se recomienda emplear sistemas aporticadas en edificaciones bajas, ya que por ser muy flexibles, demandan mayor sección en los elementos de corte, con la finalidad de obtener en la estructura menores desplazamientos relativos admisibles, por otro lado si en la estructura se aumenta el peso propio se tendrá que rigidizar la estructura para que los desplazamientos relativos admisibles tanto en la dirección X-X, Y-Y sean menores al 0.007 como indica los requisitos de rigidez y ductilidad de la norma E.030.

## **VII. REFERENCIAS**

- Arias Odón, F. G. (2012). *El Proyecto de Investigación*. Caracas: Episteme.
- Avecillas Ríos, D. R. (2016). Alternativa Estructural - Constructiva de Entrepisos y Techos de Hormigón Armado con Bloques de Poliestireno Expandido. (*Tesis de Pregrado*). Universidad de Cuenca, Cuenca.
- Barbat Barbat, A. H., & Bozzo Rotondo, L. M. (s.f.). *Diseño* .
- Bazán, E., & Meli, R. (2002). *Diseño Sísmico de Edificios*. Mexico D.F.: Limusa.
- Blanco Blasco, A. (2011). *Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado*. Lima: Prince Liness.
- Borja Suárez, M. (2012). *Metodología de la investigación científica para ingenieros*. Chiclayo, Perú.
- Cofre Alvarado, A. (2003). Bovedillas de Eps (Poliestireno Expandido): Una Alternativa para la Construcción de Losas Prefabricadas. (*Tesis Pregrado*). Universidad Austral de Chile, Santiago .
- Del Cid, A., Méndez, R., & Sandoval, F. (2011). *Investigación, Fundamentos y Metodología* . México D.F.: Pearson Educación.
- Domínguez Caicedo, M. (2014). Periodos de Vibración de las Edificaciones. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 1-13. Obtenido de <http://www.redalyc.org/html/1939/193932724001/>
- Flores Minaya, J., & Merino González, F. V. (2016). Análisis comparativo en la variación de perfiles de acero resultantes del diseño estructural de un edificio residencial de estructuras metálicas al emplear entrepisos de losas aligeradas de viguetas pretensada con ladrillos de poliestireno expandido. (*Tesis Pregrado*). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima.
- Gómez Hernández, J. A. (2002). Presentación de un nuevo modelo matemático para cálculo del periodo fundamental de vibración de estructuras de edificios. *Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural, A.C.*, 149-160. Obtenido de [http://www.smie.org.mx/SMIE\\_Articulos/co/co\\_12/te\\_01/ar\\_15.pdf](http://www.smie.org.mx/SMIE_Articulos/co/co_12/te_01/ar_15.pdf)
- Gora Flores, D. (2014). Influencia de la calidad de concreto, costos y tiempos en la producción de losas aligeradas y sistemas de placas colaborantes. (*Tesis de Pregrado*). Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo.
- Harmsen, T. (2002). *Diseño de Estructuras de Concreto Armado*. (F. E. Perú, Ed.) Lima, Lima, Perú. Recuperado el 29 de Junio de 2018, de

- <https://stehven.files.wordpress.com/2015/06/disen0-de-estructuras-de-concreto-harmsen.pdf>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. d. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mexico D.F.: McGRAW-HILL.
- Indecopi. (2016). Sistemas Constructivos Convencionales y No Convencionales. *Reporte Electrónico Tecnológico N°9*, 1-32. Obtenido de [https://www.indecopi.gob.pe/documents/20791/201257/9.-Pdf\\_201412310916474709.pdf/e5e04961-6a70-41cb-a75a-df33b2712546](https://www.indecopi.gob.pe/documents/20791/201257/9.-Pdf_201412310916474709.pdf/e5e04961-6a70-41cb-a75a-df33b2712546)
- León Barría, J. G. (2013). Diseño, fabricación y ensayo de una losa unidireccional de hormigón liviano con poliestireno expandido reciclado modificado para fines habitacionales. (*Tesis de Pregrado*). Universidad Austral de Chile, Valdivia.
- Mesía Rusconi, R. (2010). Análisis comparativo del uso de elementos prefabricados de concreto armado vs. concreto vaciado in situ en edificios de vivienda de mediana altura en la ciudad de Lima. (*Tesis de Pregrado*). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima.
- Morales Morales, R. (2006). *Diseño en Concreto Armado*. Lima : Instituto de la Construcción y Gerencia.
- Novas Cabrera, J. A. (2010). Sistemas constructivos prefabricados aplicables a la construcción de edificaciones en países en desarrollo. (*Tesis de postgrado*). Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.
- Ñaupas Paitán, H., Mejía Mejía, E., Novoa Ramírez, E., & Villagómez Paucar, A. (2014). *Metodología de la Investigación*. Bogotá: Ediciones de la U.
- Ortega García, J. E. (2015). *Diseño de estructuras de concreto armado*. Lima: MACRO.
- Paye Anco, A. A., Peña Castillo, J., & Franco Sanchez, J. (2014). Propuesta para la utilización de losas entrepisos prefabricados y su evaluación costo-tiempo. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas*, 1-29. Obtenido de <http://revistas.upc.edu.pe/index.php/sinergia/article/view/376/340>
- Pique del Pozo, J., & Scaletti Farina, H. (1991). *Análisis Sísmico de Edificios*. Lima: Colegio de Ingenieros del Perú.
- Portillo Reynoso, J. D. (2009). Análisis, evaluación y rediseño de losas prefabricadas de concreto armado, aligeradas con poliestireno expandido. (*Tesis de Pregrado*). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

- RNE E.020. (2006). Suelos y cimentaciones. Lima, Lima, Perú. Recuperado el 29 de Junio de 2018, de <https://www.sencico.gob.pe/publicaciones.php?id=230>
- RNE E.030. (2016). Diseño sismorresistente. Perú, Lima, Lima. Recuperado el 29 de Juino de 2018, de <https://www.sencico.gob.pe/investigacion/publicaciones.php?id=444>
- RNE E.060. (2009). Concreto armado. Lima, Lima, Perú. Recuperado el 29 de Junio de 2018, de <https://www.udocz.com/read/e-060-concarmado>
- Rodríguez Chávarry, A. N. (2015). Comparación del comportamiento estructural y económico de losas colaborantes unidireccionales con losas aligeradas. (*Tesis de Pregrado*). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca.
- Rosales Veliz, J. C. (2005). Análisis Comparativo de Costos Entre el Sistema de Losas Prefabricadas Vigueta y Bovedilla, Losa Densa y Losa-Acero. (*Tesis de Pregrado*). Universidad de San Carlos de Guatemala , Guatemala.
- San bartolomé, Á. (1998). *Análisis de Edificios*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Sanabria Riaño, B. S. (2017). Análisis comparativo entre procesos de diseño y construcción de los sistemas tradicional y prefabricado de losas de entrepiso para edificaciones de hasta 4 niveles. (*Tesis Pregrado*). Universidad Católica de Colombia, Bogotá.
- SENCICO. (2014). Manual de Instalación de Techo Aligerado con Viguetas Prefabricadas de Acero. Lima, Lima, Perú. Recuperado el 29 de Junio de 2018, de [file:///C:/Users/david/Downloads/MANUAL\\_DE\\_INSTALACION\\_DE\\_TECHO\\_ALIGERADO\\_CON\\_VIGUETA\\_PREFABRICADA\\_DE\\_ACERO.pdf](file:///C:/Users/david/Downloads/MANUAL_DE_INSTALACION_DE_TECHO_ALIGERADO_CON_VIGUETA_PREFABRICADA_DE_ACERO.pdf)
- VIGACERO. (2016). VIGACERO Sistema de losa aligerada con viga de acero. *Manual de Instalacion*. Lima, Peru. Recuperado el 30 de Junio de Junio de 2018, de <http://www.vigacero.com.pe/archivos/manual.pdf>
- Villa Garcia, L. M. (2002). Diseño sísmico conceptual de estructuras porticas. *Recomendaciones y detalles para la construcción de estructuras porticadas con un comportamiento aceptable en zonas sísmicas*.



## **VIII. ANEXOS**

## Anexo 1

### Matriz de consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
General	General	General			
¿Cuál es el resultado de la comparación del diseño sismorresistente de una edificación empleando losas aligeradas convencionales versus losas aligeradas con VIGACERO, AA.HH-Cruz de Motupe, San Juan de Lurigancho, 2018?	Comparar los resultados obtenidos del diseño sismorresistente de una edificación empleando losas aligeradas convencionales versus losas aligeradas con VIGACERO, AA.HH-Cruz de Motupe, San Juan de Lurigancho, 2018.	Existe una diferencia significativa en la comparación de la dimensión de los elementos estructurales obtenidos del diseño sismorresistente de una edificación empleando losas aligeradas convencionales versus losas aligeradas con VIGACERO, AA.HH-Cruz de Motupe, San Juan de Lurigancho, 2018.		-	-
Específicos	Específicos	Específicos			Indicadores
¿Cuál es la comparación de peso de la edificación en diseño sismorresistente de una edificación empleando losas aligeradas convencionales versus losas aligeradas con VIGACERO, AA.HH-Cruz de Motupe, San Juan de Lurigancho, 2018?	Comparar los pesos de la edificación obtenidos en el diseño sismorresistente de una edificación empleando losas aligeradas convencionales versus losas aligeradas con VIGACERO, AA.HH-Cruz de Motupe, San Juan de Lurigancho, 2018.	Existe una diferencia significativa en el peso de la edificación en la comparación del diseño sismorresistente de una edificación empleando losas aligeradas convencionales versus losas aligeradas con VIGACERO, AA.HH-Cruz de Motupe, San Juan de Lurigancho, 2018.	Variable 1	Peso de la edificación empleando losa aligerada convencional (Norma E.020, 2006)	Materiales Metrado de carga
¿Cuál es comparación de los resultados del análisis dinámico modal espectral en el diseño sismorresistente de una edificación empleando losas aligeradas convencionales versus losas aligeradas con VIGACERO, AA.HH-Cruz de Motupe, San Juan de Lurigancho, 2018?	Comparar los resultados obtenidos del análisis dinámico modal espectral del diseño sismorresistente de una edificación empleando losas aligeradas convencionales versus losas aligeradas con VIGACERO, AA.HH-Cruz de Motupe, San Juan de Lurigancho, 2018.	Existe una diferencia significativa en el análisis dinámico modal espectral en la comparación del diseño sismorresistente de una edificación empleando losas aligeradas convencionales versus losas aligeradas con VIGACERO, AA.HH-Cruz de Motupe, San Juan de Lurigancho, 2018.	Diseño sismorresistente de una edificación empleando losas aligeradas convencional.	Análisis Dinámico modal espectral (Norma E.030, 2016)	Modo de vibración Participación de masas Fuerza cortante en la base Periodo fundamental
¿Cuál es comparación de los resultados del análisis dinámico modal espectral en el diseño sismorresistente de una edificación empleando losas aligeradas convencionales versus losas aligeradas con VIGACERO, AA.HH-Cruz de Motupe, San Juan de Lurigancho, 2018?	Comparar los resultados obtenidos del análisis dinámico modal espectral del diseño sismorresistente de una edificación empleando losas aligeradas convencionales versus losas aligeradas con VIGACERO, AA.HH-Cruz de Motupe, San Juan de Lurigancho, 2018.	Existe una diferencia significativa en el análisis dinámico modal espectral en la comparación del diseño sismorresistente de una edificación empleando losas aligeradas convencionales versus losas aligeradas con VIGACERO, AA.HH-Cruz de Motupe, San Juan de Lurigancho, 2018.		Desplazamientos laterales relativos admisibles (Norma E.030, 2016)	Distorsiones de entepiso en dirección X-X, Y-Y
¿Cuál es la comparación de resultados en los desplazamientos laterales relativos admisibles del diseño sismorresistente de una edificación empleando losas aligeradas convencionales versus losas aligeradas con VIGACERO, AA.HH-Cruz de Motupe, San Juan de Lurigancho, 2018?	Comparar los resultados de los desplazamientos laterales relativos admisibles del diseño sismorresistente de una edificación empleando losas aligeradas convencionales versus losas aligeradas con VIGACERO, AA.HH-Cruz de Motupe, San Juan de Lurigancho, 2018.	Existe una diferencia significativa de los desplazamientos laterales admisibles en la comparación del diseño sismorresistente de una edificación empleando losas aligeradas convencionales versus losas aligeradas con VIGACERO, AA.HH-Cruz de Motupe, San Juan de Lurigancho, 2018.	Variable 2	Peso de la edificación empleando losa aligerada con VIGACERO (Manual VIGACERO, 2018)	Materiales Metrado de carga
			Diseño sismorresistente de una edificación empleando losas aligeradas VIGACERO.	Análisis Dinámico modal espectral (Norma E.030, 2016)	Modo de vibración Participación de masas Fuerza cortante en la base Periodo fundamental
				Desplazamientos laterales relativos admisibles (Norma E.030, 2016)	Distorsiones de entepiso en dirección X-X, Y-Y

## Anexo 2

### Validación de instrumento de investigación



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

#### CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor: Ing. Carmen Beatriz Rodriguez Solis

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTOS.

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mis saludos y asimismo, hacer de su conocimiento que siendo estudiante de la escuela de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, en la sede de San Juan de Lurigancho, promoción 2018, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré la información necesaria para poder desarrollar la investigación para optar el título profesional de INGENIERO CIVIL.

El título del proyecto de investigación es: “Comparación del diseño sismorresistente empleando losas aligeradas convencionales versus VIGACERO, AA.HH-Cruz de Motupe, San Juan de Lurigancho 2018” y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en tema de diseño sísmico estructural.

El expediente de validación, que le hago llegar contiene lo siguiente:

- *Carta de presentación.*
- *Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.*
- *Matriz de operacionalización de las variables.*
- *Certificado de validez de contenido de los instrumentos.*
- *Protocolo de evaluación del instrumento*

Expresándole mis sentimientos de respeto y consideración, me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.

Firma

NOMBRE: David Jhon Cano Cisneros

D.N.I: 44743425



### Definición conceptual de las variables y dimensiones

#### I. **Variable: Diseño sismorresistente de una edificación empleando losas aligeradas convencionales**

El diseño sismorresistente de edificaciones se basa en realizar un modelo matemático considerando las características y dimensiones de los elementos estructurales que puedan soportar las cargas laterales así como los diafragmas ya sean rígidos como son las losas aligeradas convencionales que estas son en esencia losas nervadas, pero tienen como diferencia, que el espacio existente entre las nervaduras o viguetas este relleno por un ladrillo aligerado, en el Perú se hacen con viguetas de 10cm de ancho separadas a una distancia libre de 30 cm, debido a que los ladrillos se fabrican de este ancho (Harmsen, 2009).

#### A. Dimensiones

##### **Losa aligerada convencional**

Las losas aligeradas son en esencia losas nervadas, pero tienen como diferencia, que el espacio existente entre las nervaduras o viguetas este relleno por un ladrillo aligerado (con espacio vacío tubular). Las losas aligeradas en el Perú se hacen con viguetas de 10cm de ancho separadas a una distancia libre de 30 cm, debido a que los ladrillos se fabrican de este ancho (Harmsen, 2009).

##### **Análisis dinámico modal espectral**

Para cualquier tipo de estructura se puede emplear el análisis dinámico por combinación modal espectral el cual debe especificar; los modos de vibración, aceleración espectral, Fuerza cortante mínima, y los requisitos de rigidez resistencia y redundancia (RNE. E.030, 2016).

##### **Requisitos de rigidez resistencia y ductilidad**

Para el diseño sismorresistente de edificaciones se debe considerar los requisitos de rigidez, resistencia y Ductilidad. El cual establece la determinación de los desplazamientos relativos admisibles (RNE E.030, 2016).



## II. Variable: Diseño sismorresistente de una edificación con losas aligeradas con VIGACERO

Para el diseño sismorresistente la edificación empleando losas aligeradas convencionales se realizara un predimensionamiento de columnas, vigas y losa aligerada considerando la luz libre así como la aplicación de cargas correspondientes, para luego realizar el análisis sísmico, que ente caso se realizara el análisis estático para hacer una comparación con el análisis dinámico, posterior a ello se realizan las verificaciones correspondiente de irregularidades ya sea en planta como en altura y los desplazamiento relativos permisibles según la norma E.030, una vez cumpliendo con lo mencionado se realiza el diseño de elementos estructurales ( Norma E.030).

### B. Dimensiones

#### Losa aligerada con VIGACERO

El sistema de losa aligerada no convencional conocido como Techo Aligerado con Vigüeta Prefabricado con Acero VIGACERO, fue aprobado con Resolución Ministerial, y es una alternativa muy eficiente debido al manejo practico en el proceso constructivo y su ligero peso debido al empleo del poliestireno expandido de alta densidad que aligeran el peso del sistema, así mismo estas losas de entrepisos pueden ser más resistentes en los eventos sísmicos, este sistema puede emplearse en los diversos sistemas estructurales como son: albañilería confinada, aporticado y Dual. (SENCICO, 2014).

#### Análisis dinámico modal espectral

Para cualquier tipo de estructura se puede emplear el análisis dinámico por combinación modal espectral el cual debe especificar; los modos de vibración, aceleración espectral, Fuerza cortante mínima, y los requisitos de rigidez resistencia y redundancia (RNE. E.030, 2016).

#### Requisitos de rigidez resistencia y ductilidad

Para el diseño sismorresistente de edificaciones se debe considerar los requisitos de rigidez, resistencia y Ductilidad. El cual establece la determinación de los desplazamientos relativos admisibles (RNE E.030, 2016)

### Matriz de Operacionalización de las variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Instrumento	Escala de medición
Diseno sismorresistente de una edificación empleando losas aligeradas convencionales. (Harmsen, 2009)	El diseno sismorresistente se edificaciones se basa en realizar un modelo matemático considerando las características y dimensiones de los elementos estructurales que puedan soportar las cargas laterales así como los diafragmas ya sean rígidos como son las losas aligeradas convencionales que estas son en esencia losas nervadas, pero tienen como diferencia, que el espacio existente entre las nervaduras o viguetas este relleno por un ladrillo aligerado, el Perí se hacen con viguetas de 10cm de ancho separadas a una distancia libre de 30 cm, debido a que los ladrillos se fabrican de este ancho (Harmsen, 2009)	Para el diseno sismorresistente la edificación empleando losas aligeradas convencionales se realiza un predimensionamiento de columnas, vigas y losa aligerada considerando la luz libre así como la aplicación de cargas correspondientes, para luego realizar el análisis sísmico, que en caso se realiza el análisis estático para hacer una comparación con el análisis dinámico, posterior a ello se realizan las verificaciones correspondiente de irregularidades ya sea en planta como en altura y los desplazamiento relativos permisibles según la norma E.030, una vez cumplido con lo mencionado se realiza el diseno de elementos estructurales ( Norma E.030)	Peso de edificación empleando losa aligerada convencional (Harmsen, 2009)	Materiales Metrado de carga	Ficha Documentales Cuadro de registro	Razón Razón
Diseno sismorresistente de una edificación empleando losas aligeradas VIGACERO (SENCICO, 2014)	El diseno sismorresistente de una edificación empleando el sistema de losa no convencional es conocido como Techo Aligerado con Vigueta Prefabricado con Acero VIGACERO tiene excelentes resultados en el comportamiento estructural así como la reducción de materiales y mano de obra así mismo esta fue aprobado con Resolución Ministerial, y ha sido realizado para desarrollar losas de entresijos más resistentes en los eventos sísmicos, este sistema puede utilizarse en los sistemas de albahilería confinada, aperturado y Dual (SENCICO, 2014)	En el diseno sismorresistente de la edificación empleando losas aligeradas con VIGACERO se emplearan las mismas cargas y procedimientos que en el modelo anterior con la finalidad de obtener resultados comparables únicamente variando el sistema de losa aligerada de entresijo siempre y cuando cumple con los requisitos de rigidez resistencia y ductilidad (Norma E.030 2016).	Peso de edificación empleando losa aligerada con VIGACERO  Análisis Dinámico modal espectral (Norma E.030, 2016)  Desplazamientos laterales relativos admisibles (Norma E.030, 2016)	Materiales Metrado de carga  Modo de vibración Participación de masas Fuerza cortante en la base Periodo fundamental De la estructura  Distorsiones de entresijo en ambas direcciones	Ficha Documentales Cuadro de registro  Cuadro de registros Cuadro de registros Cuadro de registros  Cuadro de registros	Razón Razón  Razón Razón Razón  Razón

**Certificado de validez de contenido del instrumento**

Nº	VARIABLES / DIMENSIONES / INDICADORES	Pertinencia <sup>1</sup>			Relevancia <sup>2</sup>			Claridad <sup>3</sup>			Sugerencias		
		MD	D	A	MA	MD	D	A	MA	MD		D	A
	<b>VARIABLE I: DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA EDIFICACIÓN CON LOSA ALIGERADA CONVENCIONAL</b>												
	<b>DIMENSION: PESO PROPIO DE EDIFICACION EMPLEANDO LOSA ALIGERADA CONVENCIONAL</b>												
1	Materiales	X											
2	Metrado de carga	X											
	<b>DIMENSION: ANÁLISIS DINÁMICO MODAL</b>												
3	Modo de vibración	X											
4	Participación de masas	X											
5	Fuerza cortante en la base	X											
6	Periodo fundamental	X											
	<b>DIMENSION: DEZPLASAMIENTOS LATERALES RELATIVOS ADMISIBLES</b>												
7	Distorsiones de entrepiso en dirección X-X, Y-Y	X											
	<b>VARIABLE II: DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA EDIFICACIÓN CON LOSAS ALIGERADAS VIGACERO</b>												
	<b>DIMENSION: PESO PROPIO DE EDIFICACION EMPLEANDO LOSA ALIGERADA CON VIGACERO</b>												
8	Materiales	X											
9	Metrado de carga	X											
	<b>DIMENSION: ANÁLISIS DINÁMICO MODAL</b>												
10	Modo de vibración	X											
11	Participación de masas	X											
12	Fuerza cortante en la base	X											
	Periodo fundamental	X											
	<b>DIMENSION:DEZPLASAMIENTOS LATERALES RELATIVOS ADMISIBLES</b>												
13	Distorsiones de entrepiso en dirección X-X, Y-Y	X											



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Opinión de aplicabilidad:   Aplicable    No aplicable

Aplicable después de corregir    No aplicable

Apellidos y nombres del juez validador Dr. / Mg: ING. CARMEN B. RODRIGUEZ SOLIS   DNI: 08509106

Especialidad del validador: ING. CIVIL

29 de 10 del 2018

- <sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
- <sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
- <sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

*Carmen B. Rodríguez Solís*  
 CARMEN BEATRIZ  
 RODRIGUEZ SOLIS  
 INGENIERA CIVIL  
 Reg.-CHR N° 56202

Firma del Experto Informante.

Especialidad





### CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor: Ing. Luis Humberto Díaz Huiza

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTOS.

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mis saludos y asimismo, hacer de su conocimiento que siendo estudiante de la escuela de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, en la sede de San Juan de Lurigancho, promoción 2018, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré la información necesaria para poder desarrollar la investigación para optar el título profesional de INGENIERO CIVIL.

El título del proyecto de investigación es: “Comparación del diseño sismorresistente empleando losas aligeradas convencionales versus VIGACERO, AA.HH-Cruz de Motupe, San Juan de Lurigancho 2018” y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en tema de diseño sísmico estructural.

El expediente de validación, que le hago llegar contiene lo siguiente:

- *Carta de presentación.*
- *Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.*
- *Matriz de operacionalización de las variables.*
- *Certificado de validez de contenido de los instrumentos.*
- *Protocolo de evaluación del instrumento*

Expresándole mis sentimientos de respeto y consideración, me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.

Firma

NOMBRE: David Jhon Cano Cisneros

D.N.I: 44743425



### Definición conceptual de las variables y dimensiones

#### I. **Variable: Diseño sismorresistente de una edificación empleando losas aligeradas convencionales**

El diseño sismorresistente de edificaciones se basa en realizar un modelo matemático considerando las características y dimensiones de los elementos estructurales que puedan soportar las cargas laterales así como los diafragmas ya sean rígidos como son las losas aligeradas convencionales que estas son en esencia losas nervadas, pero tienen como diferencia, que el espacio existente entre las nervaduras o viguetas este relleno por un ladrillo aligerado, en el Perú se hacen con viguetas de 10cm de ancho separadas a una distancia libre de 30 cm, debido a que los ladrillos se fabrican de este ancho (Harmsen, 2009).

#### A. Dimensiones

##### **Losa aligerada convencional**

Las losas aligeradas son en esencia losas nervadas, pero tienen como diferencia, que el espacio existente entre las nervaduras o viguetas este relleno por un ladrillo aligerado (con espacio vacío tubular). Las losas aligeradas en el Perú se hacen con viguetas de 10cm de ancho separadas a una distancia libre de 30 cm, debido a que los ladrillos se fabrican de este ancho (Harmsen, 2009).

##### **Análisis dinámico modal espectral**

Para cualquier tipo de estructura se puede emplear el análisis dinámico por combinación modal espectral el cual debe especificar; los modos de vibración, aceleración espectral, Fuerza cortante mínima, y los requisitos de rigidez resistencia y redundancia (RNE. E.030, 2016).

##### **Requisitos de rigidez resistencia y ductilidad**

Para el diseño sismorresistente de edificaciones se debe considerar los requisitos de rigidez, resistencia y Ductilidad. El cual establece la determinación de los desplazamientos relativos admisibles (RNE E.030, 2016).



## II. Variable: Diseño sismorresistente de una edificación con losas aligeradas con VIGACERO

Para el diseño sismorresistente la edificación empleando losas aligeradas convencionales se realizara un predimensionamiento de columnas, vigas y losa aligerada considerando la luz libre así como la aplicación de cargas correspondientes, para luego realizar el análisis sísmico, que ente caso se realizara el análisis estático para hacer una comparación con el análisis dinámico, posterior a ello se realizan las verificaciones correspondiente de irregularidades ya sea en planta como en altura y los desplazamiento relativos permisibles según la norma E.030, una vez cumpliendo con lo mencionado se realiza el diseño de elementos estructurales ( Norma E.030).

### B. Dimensiones

#### Losa aligerada con VIGACERO

El sistema de losa aligerada no convencional conocido como Techo Aligerado con Vigüeta Prefabricado con Acero VIGACERO, fue aprobado con Resolución Ministerial, y es una alternativa muy eficiente debido al manejo practico en el proceso constructivo y su ligero peso debido al empleo del poliestireno expandido de alta densidad que aligeran el peso del sistema, así mismo estas losas de entrepisos pueden ser más resistentes en los eventos sísmicos, este sistema puede emplearse en los diversos sistemas estructurales como son: albañilería confinada, aporcado y Dual. (SENCICO, 2014).

#### Análisis dinámico modal espectral

Para cualquier tipo de estructura se puede emplear el análisis dinámico por combinación modal espectral el cual debe especificar; los modos de vibración, aceleración espectral, Fuerza cortante mínima, y los requisitos de rigidez resistencia y redundancia (RNE. E.030, 2016).

#### Requisitos de rigidez resistencia y ductilidad

Para el diseño sismorresistente de edificaciones se debe considerar los requisitos de rigidez, resistencia y Ductilidad. El cual establece la determinación de los desplazamientos relativos admisibles (RNE E.030, 2016)

### Matriz de Operacionalización de las variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Instrumento	Escala de medición
Diseno sismorresistente de una edificación empleando losas aligeradas convencionales. (Harmsen, 2009)	El diseno sismorresistente se edificaciones se basa en realizar un modelo matemático considerando las características y dimensiones de los elementos estructurales que puedan soportar las cargas laterales así como los diafragmas ya sean rígidos como son las losas aligeradas convencionales que estas son en esencia losas nervadas, pero tienen como diferencia, que el espacio existente entre las nervaduras o viguetas este relleno por un ladrillo aligerado, el Perí se hacen con viguetas de 10cm de ancho separadas a una distancia libre de 30 cm, debido a que los ladrillos se fabrican de este ancho (Harmsen, 2009)	Para el diseno sismorresistente de la edificación empleando losas aligeradas convencionales se realiza un predimensionamiento de columnas, vigas y losa aligerada considerando la luz libre así como la aplicación de cargas correspondientes, para luego realizar el análisis sísmico, que en caso se realiza el análisis estático para hacer una comparación con el análisis dinámico, posterior a ello se realizan las verificaciones correspondiente de irregularidades ya sea en planta como en altura y los desplazamiento relativos permisibles según la norma E.030, una vez cumplido con lo mencionado se realiza el diseno de elementos estructurales ( Norma E.030)	Peso de edificación empleando losa aligerada convencional (Harmsen, 2009)	Materiales Metrado de carga	Ficha Documentales Cuadro de registro	Razón Razón
Diseno sismorresistente de una edificación empleando losas aligeradas VIGACERO (SENCICO, 2014)	El diseno sismorresistente de una edificación empleando el sistema de losa no convencional es conocido como Techo Aligerado con Vigueta Prefabricado con Acero VIGACERO tiene excelentes resultados en el comportamiento estructural así como la reducción de materiales y mano de obra así mismo esta fue aprobado con Resolución Ministerial, y ha sido realizado para desarrollar losas de entresijos más resistentes en los eventos sísmicos, este sistema puede utilizarse en los sistemas de albahilería confinada, apuntocado y Dual (SENCICO, 2014)	En el diseno sismorresistente de la edificación empleando losas aligeradas con VIGACERO se emplearan las mismas cargas y procedimientos que en el modelo anterior con la finalidad de obtener resultados comparables únicamente variando el sistema de losa aligerada de entresijo siempre y cuando cumple con los requisitos de rigidez resistencia y ductilidad (Norma E.030 2016).	Peso de edificación empleando losa aligerada con VIGACERO  Análisis Dinámico modal espectral (Norma E.030, 2016)  Desplazamientos laterales relativos admisibles (Norma E.030, 2016)	Materiales Metrado de carga  Modo de vibración Participación de masas Fuerza cortante en la base Periodo fundamental De la estructura  Distorsiones de entresijo en ambas direcciones	Ficha Documentales Cuadro de registro  Cuadro de registros Cuadro de registros Cuadro de registros Cuadro de registros  Cuadro de registros	Razón Razón Razón Razón Razón Razón Razón Razón

**Certificado de validez de contenido del instrumento**

N°	VARIABLES / DIMENSIONES / INDICADORES	Pertinencia <sup>1</sup>			Relevancia <sup>2</sup>			Claridad <sup>3</sup>			Sugerencias		
		MD	D	A	MA	MD	D	A	MA	MD		D	A
	VARIABLE I: DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA EDIFICACIÓN CON LOSA ALIGERADA CONVENCIONAL												
	DIMENSION: PESO PROPIO DE EDIFICACION EMPLEANDO LOSA ALIGERADA CONVENCIONAL												
1	Materiales		X										
2	Metrado de carga		X										
	DIMENSION: ANÁLISIS DINÁMICO MODAL												
3	Modo de vibración	X											
4	Participación de masas	X											
5	Fuerza cortante en la base	X											
6	Periodo fundamental	X											
	DIMENSION: DEZPLASAMIENTOS LATERALES RELATIVOS ADMISIBLES												
7	Distorsiones de entrepiso en dirección X-X, Y-Y	X											
	VARIABLE II: DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA EDIFICACIÓN CON LOSAS ALIGERADAS VIGACERO												
	DIMENSION: PESO PROPIO DE EDIFICACION EMPLEANDO LOSA ALIGERADA CON VIGACERO												
8	Materiales			X									
9	Metrado de carga			X									
	DIMENSION: ANÁLISIS DINÁMICO MODAL												
10	Modo de vibración	X											
11	Participación de masas	X											
12	Fuerza cortante en la base	X											
	Periodo fundamental	X											
	DIMENSION: DEZPLASAMIENTOS LATERALES RELATIVOS ADMISIBLES												
13	Distorsiones de entrepiso en dirección X-X, Y-Y	X											



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Opinión de aplicabilidad:   Aplicable    No aplicable

Aplicable después de corregir

DNI: 08172973

Apellidos y nombres del juez validador Dr. / Mg: DAR AUIZA LUIS HERRERA

Especialidad del validador: INGENIERIA

26 de 10 del 2018

- <sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
- <sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
- <sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Firma del Experto Informante.  
Especialidad



### CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor: Ing. Hernán Leyva Garcilazo

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTOS.

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mis saludos y asimismo, hacer de su conocimiento que siendo estudiante de la escuela de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, en la sede de San Juan de Lurigancho, promoción 2018, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré la información necesaria para poder desarrollar la investigación para optar el título profesional de INGENIERO CIVIL.

El título del proyecto de investigación es: “Comparación del diseño sismorresistente empleando losas aligeradas convencionales versus VIGACERO, AA.HH-Cruz de Motupe, San Juan de Lurigancho 2018” y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en tema de diseño sísmico estructural.

El expediente de validación, que le hago llegar contiene lo siguiente:

- *Carta de presentación.*
- *Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.*
- *Matriz de operacionalización de las variables.*
- *Certificado de validez de contenido de los instrumentos.*
- *Protocolo de evaluación del instrumento*

Expresándole mis sentimientos de respeto y consideración, me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.

Firma

NOMBRE: David Jhon Cano Cisneros

D.N.I: 44743425



### Definición conceptual de las variables y dimensiones

#### I. **Variable: Diseño sismorresistente de una edificación empleando losas aligeradas convencionales**

El diseño sismorresistente de edificaciones se basa en realizar un modelo matemático considerando las características y dimensiones de los elementos estructurales que puedan soportar las cargas laterales así como los diafragmas ya sean rígidos como son las losas aligeradas convencionales que estas son en esencia losas nervadas, pero tienen como diferencia, que el espacio existente entre las nervaduras o viguetas este relleno por un ladrillo aligerado, en el Perú se hacen con viguetas de 10cm de ancho separadas a una distancia libre de 30 cm, debido a que los ladrillos se fabrican de este ancho (Harmsen, 2009).

#### A. Dimensiones

##### **Losa aligerada convencional**

Las losas aligeradas son en esencia losas nervadas, pero tienen como diferencia, que el espacio existente entre las nervaduras o viguetas este relleno por un ladrillo aligerado (con espacio vacío tubular). Las losas aligeradas en el Perú se hacen con viguetas de 10cm de ancho separadas a una distancia libre de 30 cm, debido a que los ladrillos se fabrican de este ancho (Harmsen, 2009).

##### **Análisis dinámico modal espectral**

Para cualquier tipo de estructura se puede emplear el análisis dinámico por combinación modal espectral el cual debe especificar; los modos de vibración, aceleración espectral, Fuerza cortante mínima, y los requisitos de rigidez resistencia y redundancia (RNE. E.030, 2016).

##### **Requisitos de rigidez resistencia y ductilidad**

Para el diseño sismorresistente de edificaciones se debe considerar los requisitos de rigidez, resistencia y Ductilidad. El cual establece la determinación de los desplazamientos relativos admisibles (RNE E.030, 2016).





## II. Variable: Diseño sismorresistente de una edificación con losas aligeradas con VIGACERO

Para el diseño sismorresistente la edificación empleando losas aligeradas convencionales se realizara un predimensionamiento de columnas, vigas y losa aligerada considerando la luz libre así como la aplicación de cargas correspondientes, para luego realizar el análisis sísmico, que ente caso se realizara el análisis estático para hacer una comparación con el análisis dinámico, posterior a ello se realizan las verificaciones correspondiente de irregularidades ya sea en planta como en altura y los desplazamiento relativos permisibles según la norma E.030, una vez cumpliendo con lo mencionado se realiza el diseño de elementos estructurales ( Norma E.030).

### B. Dimensiones

#### Losa aligerada con VIGACERO

El sistema de losa aligerada no convencional conocido como Techo Aligerado con Vigueta Prefabricado con Acero VIGACERO, fue aprobado con Resolución Ministerial, y es una alternativa muy eficiente debido al manejo practico en el proceso constructivo y su ligero peso debido al empleo del poliestireno expandido de alta densidad que aligeran el peso del sistema, así mismo estas losas de entrepisos pueden ser más resistentes en los eventos sísmicos, este sistema puede emplearse en los diversos sistemas estructurales como son: albañilería confinada, aporticado y Dual. (SENCICO, 2014).

#### Análisis dinámico modal espectral

Para cualquier tipo de estructura se puede emplear el análisis dinámico por combinación modal espectral el cual debe especificar; los modos de vibración, aceleración espectral, Fuerza cortante mínima, y los requisitos de rigidez resistencia y redundancia (RNE. E.030, 2016).

#### Requisitos de rigidez resistencia y ductilidad

Para el diseño sismorresistente de edificaciones se debe considerar los requisitos de rigidez, resistencia y Ductilidad. El cual establece la determinación de los desplazamientos relativos admisibles (RNE E.030, 2016)

### Matriz de Operacionalización de las variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Instrumento	Escala de medición
Diseno sismorresistente de una edificación empleando losas aligeradas convencionales. (Harmsen, 2009)	El diseno sismorresistente se edificaciones se basa en realizar un modelo matemático considerando las características y dimensiones de los elementos estructurales que puedan soportar las cargas laterales así como los diafragmas ya sean rígidos como son las losas aligeradas convencionales que estas son en esencia losas nervadas, pero tienen como diferencia, que el espacio existente entre las nervaduras o viguetas este relleno por un ladrillo aligerado, el Perí se hacen con viguetas de 10cm de ancho separadas a una distancia libre de 30 cm, debido a que los ladrillos se fabrican de este ancho (Harmsen, 2009)	Para el diseno sismorresistente la edificación empleando losas aligeradas convencionales se realiza un predimensionamiento de columnas, vigas y losa aligerada considerando la luz libre así como la aplicación de cargas correspondientes, para luego realizar el análisis sísmico, que en caso se realiza el análisis estático para hacer una comparación con el análisis dinámico, posterior a ello se realizan las verificaciones correspondiente de irregularidades ya sea en planta como en altura y los desplazamiento relativos permisibles según la norma E.030, una vez cumplido con lo mencionado se realiza el diseno de elementos estructurales ( Norma E.030)	Peso de edificación empleando losa aligerada convencional (Harmsen, 2009)	Materiales Metrado de carga	Ficha Documentales Cuadro de registro	Razón Razón
Diseno sismorresistente de una edificación empleando losas aligeradas VIGACERO (SENCICO, 2014)	El diseno sismorresistente de una edificación empleando el sistema de losa no convencional es conocido como Techo Aligerado con Vigueta Prefabricado con Acero VIGACERO tiene excelentes resultados en el comportamiento estructural así como la reducción de materiales y mano de obra así mismo esta fue aprobado con Resolución Ministerial, y ha sido realizado para desarrollar losas de entresijos más resistentes en los eventos sísmicos, este sistema puede utilizarse en los sistemas de albahilería confinada, aporricado y Dual (SENCICO, 2014)	En el diseno sismorresistente de la edificación empleando losas aligeradas con VIGACERO se emplearan las mismas cargas y procedimientos que en el modelo anterior con la finalidad de obtener resultados comparables únicamente variando el sistema de losa aligerada de entresijo siempre y cuando cumple con los requisitos de rigidez resistencia y ductilidad (Norma E.030 2016).	Peso de edificación empleando losa aligerada con VIGACERO  Análisis Dinámico modal espectral (Norma E.030, 2016)  Desplazamientos laterales relativos admisibles (Norma E.030, 2016)	Materiales Metrado de carga  Modo de vibración Participación de masas Fuerza cortante en la base Periodo fundamental De la estructura  Distorsiones de entresijo en ambas direcciones	Ficha Documentales Cuadro de registro  Cuadro de registros Cuadro de registros Cuadro de registros Cuadro de registros  Cuadro de registros	Razón Razón  Razón Razón Razón Razón  Razón

**Certificado de validez de contenido del instrumento**

N°	VARIABLES / DIMENSIONES / INDICADORES	Pertinencia <sup>1</sup>			Relevancia <sup>2</sup>			Claridad <sup>3</sup>			Sugerencias	
		MD	D	A	MD	D	A	MD	D	A		MA
	VARIABLE I: DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA EDIFICACIÓN CON LOSA ALIGERADA CONVENCIONAL											
	DIMENSION: PESO PROPIO DE EDIFICACION EMPLEANDO LOSA ALIGERADA CONVENCIONAL											
1	Materiales		X									
2	Metrado de carga	X										
	DIMENSION: ANÁLISIS DINÁMICO MODAL											
3	Modo de vibración		X									
4	Participación de masas		X									
5	Fuerza cortante en la base	X										
6	Periodo fundamental	X										
	DIMENSION: DEZPLASAMIENTOS LATERALES RELATIVOS ADMISIBLES											
7	Distorsiones de entrespiso en dirección X-X, Y-Y	X										
	VARIABLE II: DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA EDIFICACIÓN CON LOSAS ALIGERADAS VIGACERO											
	DIMENSION: PESO PROPIO DE EDIFICACION EMPLEANDO LOSA ALIGERADA CON VIGACERO											
8	Materiales		X									
9	Metrado de carga	X										
	DIMENSION: ANÁLISIS DINÁMICO MODAL											
10	Modo de vibración		X									
11	Participación de masas		X									
12	Fuerza cortante en la base	X										
	Periodo fundamental		X									
	DIMENSION: DEZPLASAMIENTOS LATERALES RELATIVOS ADMISIBLES											
13	Distorsiones de entrespiso en dirección X-X, Y-Y	X										



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Opinión de aplicabilidad:   Aplicable    No aplicable

Apellidos y nombres del juez validador Dr. / Mg: *Araya, Gussala, Z. Alvarán*   DNI: *0.83.81.670*

Especialidad del validador: *JMG CIVIL*

*26* de *10* del *2018*

- <sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
- <sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
- <sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

*[Handwritten Signature]*



Firma del Experto Informante.

Especialidad

**MD** *Muy en Desacuerdo*  
**D** *Desacuerdo*  
**A** *Acuerdo*  
**MA** *Muy de Acuerdo*

### Anexo 3

#### Instrumento de recolección de datos

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
<b>Método de diseño</b>	
Diseño por resistencia última:	
- Flexión: $\Phi M_n \geq M_u$	
- Corte: $\Phi V_n \geq V_u$	
- Axial: $\Phi P_n \geq P_u$	
- Torsión: $\Phi M_{tn} \geq M_u$	
<b>Combinaciones de cargas</b>	
- 1.4 CM + 1.7 CV	CM: Carga muerta de diseño
- 1.25 (CM+CV) + 1.0 Csx	CV: Carga viva
- 1.25 (CM+CV) - 1.0 Csx	Csx: Carga de sismo en dirección X
- 0.9 CM + 1.0 Csx	Csy: Carga de sismo en dirección Y
- 0.9 CM - 1.0 Csx	
<b>6. DATOS DEL TERRENO DE FUNDACIÓN</b>	
<b>Estudio de mecánica de suelos</b>	
Capacidad portante	
Profundidad de cimentación	
Tipo de cimentación	
Tipo de suelo (S)	
Periodo ( $T_p$ )	
NOTA:	
- Los datos del enunciado número 1 y 2 serán obtenidos del propietario del proyecto	
- Los datos del enunciado número 3, 4 y 5, serán obtenidos de fuentes confiables cumpliendo con las consideraciones de las normas E.020, E.030, E.050 y E.060 vigentes.	
- Los datos obtenidos del enunciado número 6 serán del estudio de mecánica de suelos de un laboratorio particular confiable	
- Los datos obtenidos del enunciado número 2 al 6 serán utilizados para el análisis y procesamiento de datos en el Software ETABS 2016	
Validado por:	
 MAX HUAYNALAYA RASHUAMAN INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 189142	

**Método de diseño**

Diseño por resistencia última:

- Flexión:  $\Phi Mn \geq Mu$
- Corte:  $\Phi Vn \geq Vu$
- Axial:  $\Phi Pn \geq Pu$
- Torsión:  $\Phi Mtn \geq Mu$

**Combinaciones de cargas**

- 1.4 CM + 1.7 CV
- 1.25 (CM+CV) + 1.0 Csx
- 1.25 (CM+CV) - 1.0 Csx
- 0.9 CM + 1.0 Csx
- 0.9 CM - 1.0 Csx

CM: Carga muerta de diseño

CV: Carga viva

Csx: Carga de sismo en dirección X

Csy: Carga de sismo en dirección Y

**6. DATOS DEL TERRENO DE FUNDACIÓN**
**Estudio de mecánica de suelos**

Capacidad portante

Profundidad de cimentación

Tipo de cimentación

Tipo de suelo (S)

 Periodo ( $T_p$ )

**NOTA:**

- Los datos del enunciado número 1 y 2 serán obtenidos del propietario del proyecto
- Los datos del enunciado número 3, 4 y 5, serán obtenidos de fuentes confiables cumpliendo con las consideraciones de las normas E.020, E.030, E.050 y E.060 vigentes.
- Los datos obtenidos del enunciado número 6 serán del estudio de mecánica de suelos de un laboratorio particular confiable
- Los datos obtenidos del enunciado número 2 al 6 serán utilizados para el análisis y procesamiento de datos en el Software ETABS 2016

Validado por:




**MAX HUAYNALAYA RASHUAMAN**  
**INGENIERO CIVIL**  
**Reg. CIP N° 189142**

**CUADRO COMPARATIVO DE LOSAS ALIGERADAS DE ENTREPISO**

sistema estructural		Losas aligeradas convencionales	Losas aligeradas con VIGACERO
Sistema estructural	Materiales		
	Peso propio del sistema por m <sup>2</sup> (kgf)		
	peso de la estructura considerando el tipo de sistema de losa aligerada (ton)		
Análisis dinámico modal espectral	Modo de vibración		
	participación de masas (Ton)	dirección X-X	
		dirección Y-Y	
	Fuerza cortante en la base (Ton)		
Periodo de la estructura (S <sup>-1</sup> )			
Desplazamientos relativos admisibles de entrepisos	1 Nivel	dirección X-X	
		dirección Y-Y	
	2 Nivel	dirección X-X	
		dirección Y-Y	
	3 Nivel	dirección X-X	
		dirección Y-Y	
	4 Nivel	dirección X-X	
		dirección Y-Y	
	5 Nivel	dirección X-X	
		dirección Y-Y	
Dimensiones de elementos estructurales	Área de la sección (cm <sup>2</sup> )	columna	
		Viga	
		Placa	
		Cimentación	
	Área de acero en la sección (cm <sup>2</sup> )	Zapatas	
		columna	
		Viga	
		Placa	
		Cimentación	

Validado por:



**MAX HUAYNALAYA RASMAMAN**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP Nº 189142



Anexo 4

Habilidad de profesional de validación de datos

**COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ**

**Certificado de Habilidad**

Nº - A - 0376493

2018013198

LEY Nº 24648

Los que suscriben certifican que:

El Ingeniero (a): HUAYNALAYA RASHUAMAN, MAX

Adscrito al Consejo Departamental de: DEPARTAMENTAL DE LIMA

Con Registro de Matricula del CIP Nº: 189142 Fecha de Incorporación: 2016-07-14

Especialidad: ING. CIVIL

De conformidad con la Ley Nº 28858, Ley que complementa a la Ley Nº 16053 del Ejercicio Profesional y el Estatuto del Colegio de Ingenieros del Perú, SE ENCUENTRA COLEGIADO Y HABIL, en consecuencia está autorizado para ejercer la Profesión de Ingeniero (a).

ASUNTO: VARIOS / OTROS

ENTIDAD O PROPIETARIO: VARIOS

LUGAR: VARIOS

EL PRESENTE DOCUMENTO TIENE VIGENCIA HASTA

DÍA	MES	AÑO
31	03	2019

SAN ISIDRO, 25 de ENERO del 20 18

**VÁLIDO SOLO ORIGINAL**

Ing. Jorge Elias Domingo Alva Hurtado  
Decano Nacional  
del Colegio de Ingenieros del Perú

Consejo Departamental  
del Colegio de Ingenieros del Perú

SECRETARIA

ING. CARLOS ALFONSO JUAN BARRERA  
PRESIDENTE SECRETARÍA DEL COLICOP

ÁREA DE CERTIFICADOS - BTOLEDO Turno Tarde 19:27:35

NO VÁLIDO PARA FIRMAS DE CONTRATO EN OBRAS PÚBLICAS NI PARA RESIDENTES DE OBRAS PÚBLICAS

## Anexo 5

### *Solicitud de documentos para desarrollo de tesis*

Lima 9 de octubre del 2018

Sra.: Digna Tacsí Huamani de Gonzales

Asunto: Solicitud de estudio de suelos y plano de arquitectura

Cordial saludo:

Por medio de la presente me dirijo hacia su persona en calidad de estudiante con propósito de solicitar al propietario del inmueble: Digna Tacsí Huamani de Gonzales, me conceda los documentos en copia original los estudios de mecánicas de suelos con fines de cimentación realizados en su propiedad, así mismo el plano de arquitectura del proyecto de vivienda multifamiliar, con la finalidad de poder desarrollar la tesis como título: Comparación del diseño sismorresistente de una edificación empleando losas aligeradas convencionales versus VIGACERO, AA.HH-Cruz de Motupe Mz-H Lot-10, SJL-Lima, sin más que decir me despido de su persona agradeciéndole cordialmente por su atención prestada.

Atentamente:



David Jhon Cano Cisneros

DNI: 44743425

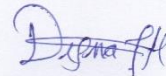
Lima 16 de octubre del 2018

Sr.: David Jhon Cano Cisneros

Asunto: Solicitud de estudio de suelos y plano de arquitectura

Por medio de la presente respondo su petición de la solicitud antes mencionada del cual menciono lo siguiente; que por motivos de tiempo el estudio de mecánica de suelos con fines de cimentación está en proceso, el cual estará en disponibilidad para poder brindarle una copia del mismo los primeros días del mes de noviembre, así mismo se concede la petición del plano de arquitectura el cual ha sido desarrollado por un técnico cadista, dicha propuesta de arquitectura será la definitiva del proyecto de vivienda multifamiliar, me despido de su persona esperando a ver correspondido su petición.

Atentamente:



---


Digna Tacsi Huamani de  
Gonzales

DNI: 10563140

## Anexo 6

*Estudio de suelos del con fines de cimentación del proyecto de vivienda multifamiliar*

**ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES  
DE CIMENTACIÓN**



**Informe No IGC-LEM-529  
Lima, 16 de noviembre de 2018**

Calle 16 Mz. G2 Lote 11 Asoc. San Francisco de Cayran 3era etapa - San Martín de Porres - Lima  
Telf.: (01) 658-9784 - Cel: 924 513 299 - 930 267 190  
www.ingeocontrol.com / Informes@ingeocontrol.com

## 1. GENERALIDADES

### 1.1 Alcances del Estudio

En este Informe se presenta la descripción de los trabajos realizados en campo y laboratorio, los resultados de los análisis efectuados y las conclusiones obtenidas en el Estudio de Mecánica de Suelos llevado a cabo con la finalidad de determinar la información requerida para el diseño de las estructuras de cimentación, para el proyecto "Vivienda Multifamiliar" del propietario Digna Tacsí Huamani.

### 1.2 Ubicación del área de estudio

El terreno donde se realizó la investigación se encuentra ubicado en Calle N°2 Mz H Lote 10 en el AA.HH Cruz de Motupe Grupo 2, San Juan de Lurigancho, Lima.



FIGURA N°01: Vista Satelital Google Earth del área de estudio.

El área del proyecto se encuentra en la región Costa o Chala, ubicada desde la orilla del mar a 0,00 m.s.n.m. hasta donde la pendiente alcanza los 500,00 m.s.n.m.; el cual se caracteriza por poseer en gran parte de su área un relieve topográfico que varía de plano a ondulado. Presenta además una

Noemí C. Sánchez Huamán  
INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029  
INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

### "VIVIENDA MULTIFAMILIAR" CALLE N°2 MZ H LOTE 10 EN EL AA.HH CRUZ DE MOTUPE GRUPO 2 SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA

#### 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente Informe comprende el Estudio de Mecánica de Suelos requerido por **DIGNA TACSI HUAMANI** para determinar las condiciones de cimentación para la construcción de una vivienda de 5 pisos sin sótanos en un terreno de 120m<sup>2</sup> cuya área a techar será de 91m<sup>2</sup>.

Los puntos de investigación (calicatas) se realizaron dentro del terreno mencionado en la ubicación, Se pudo observar que es una zona habitada cuyas construcciones yacen sobre el manto de terreno cuya base es grava pobremente gradada de naturaleza aluvial.

El programa de exploración de campo consistió en la ejecución de 3 calicatas hasta la profundidad de 3.00 m con respecto al nivel de la superficie actual del terreno, denominadas C-1, C-2 y C-3.

#### RECOMENDACIÓN PARA LA CIMENTACIÓN

18

Tipo de cimentación: por medio de zapatas cuadradas.

- Material sobre el cual debe apoyarse la cimentación: **GRAVA POBREMENTE GRADADA**
- Profundidad mínima de cimentación:  $D_f \text{ min} = 2.00 \text{ m}$ .
- En el caso, que al nivel de cimentación se encuentra un lente o bolsón de suelos finos (arena, arcilla y/o limo) o de grava sin matriz arenosa, deberá profundizarse la excavación hasta sobrepasarlo en por lo menos 0.20 m y vaciar en la sobre excavación efectuada un falso cimiento de concreto pobre ciclópeo ( $f'c = 100 \text{ Kg/cm}^2$ ).
- Si se detecta que en el emplazamiento de un cimiento ha sido efectuada una excavación hasta una profundidad mayor que la de cimentación (calicata, pozo, sobre excavación u otra), deberá considerarse en la sobre excavación efectuada un falso cimiento de concreto pobre  $f'c = 100 \text{ Kg/cm}^2$ .



**Noemí C. Sánchez Huamán**  
INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029  
INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

- Se debe sobrepasar las capas de relleno, en ningún caso se debe cimentar en dicho suelo debido a que no posee resistencia al corte por su heterogeneidad y presencia de basura. Se debe garantizar que la zapata se asiente en el suelo conformado por una **GRAVA POBREMENTE GRADADA**.
- De considerar un falso cimiento en cualquiera de las subestructuras este deberá tener una resistencia mínima de 100 kg/cm<sup>2</sup>.
- **Presión admisible en suelo natural desde una cota de 0.00 m a -3.00 m (Grava limosa con arena):**  
 **$Q_{adm} = 2.65 \text{ Kg/cm}^2$**
- Asentamiento total tolerable considerado en los cálculos:  $\delta = 0.08 \text{ cm}$ .
- Factor de seguridad por esfuerzo cortante  $> 3$ .
- Parámetros de diseño según la Norma Técnica de Edificación E030: Diseño Sismorresistente  
Tipo de suelo = S<sub>1</sub>.  
Factor de suelo: S = 1.00.  
Períodos predominantes de vibración TP = 0.4s y TL = 2.5 s.  
Factor de zona: Z = 0.45

#### **AGRESIVIDAD DE LAS SALES DEL SUBSUELO**


Teniendo en cuenta el contenido de sulfatos obtenido y el bajo contenido de sales solubles totales, recomendamos utilizar en todas las estructuras (cimientos, falsos cimientos, muros, patios, pisos, veredas, sardineles, etc.) de concreto en contacto con el subsuelo cemento de uso normal: cemento Portland Tipo II o tipo HS.

#### **LIMITACIONES DEL ESTUDIO**

El estudio de mecánica de suelos efectuado es válido exclusivamente para el terreno estudiado y para el proyecto descrito en el ítem 1.4.



Noemí C. Sánchez Huamán  
INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029  
INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	<b>FORMATO</b>	Código	AE-FO-01-2
	<b>DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD ADMISIBLE DE LOS SUELOS</b>	Versión	01
		Fecha	07-05-2018
		Página	1 de 1

Proyecto : Vivienda Multifamiliar Registro N°: IGC18-LEM-529  
 Solicitante : Digna Tasci Huamani  
 Código del Proyecto : ---  
 Ubicación de Proyecto : Cal. N°2 Mz H Lt. 10 AA.HH. Cruz de Motupe Grupo 2, S.J.L., Lima  
 Material : Terreno existente

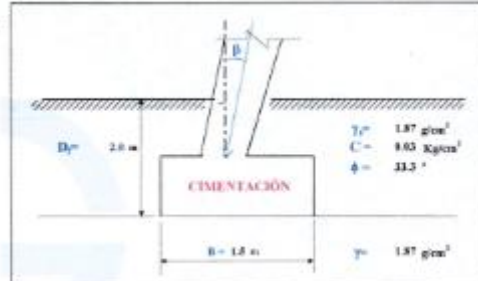
Sondeje / Calicata : C-2 Norte : ---  
 N° de Muestra : M-1 Este : ---  
 Progresiva : --- Cota : ---

**CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO**

Tipo de Suelo : GP-GM REALIZADO : Ing. N.S.H.  
 Grava lirosa pobremente graduada con arena FECHA : 19/05/2018  
 DF : 2.00 m (Profundidad)

**CIMENTACION CUADRADA, RECTANGULAR O CIRCULAR**

Calentón	C	5.93	Kg/cm <sup>2</sup>
Angulo de fricción	φ	33.36	°
Tipo de falla	B		
Peso unitario del suelo sobre el nivel de fundación	γ <sub>s</sub>	1.87	g/cm <sup>3</sup>
Peso unitario del suelo bajo el nivel de fundación	γ	1.87	g/cm <sup>3</sup>
Ancho de la cimentación	B	1.50	m
Largo de la cimentación	L	1.50	m
Profundidad de la cimentación	D <sub>c</sub>	2.00	m
Inclinación de la carga	β	6.00	°
Factor de seguridad	FS	3.00	



$$q_c = cN_c S_c d_c i_c + q_s N_q S_q d_q i_q + 0.5 \gamma B N_\gamma S_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

Tipo de falla	A
Corte general (suelos densos)	
Corte local (suelos suaves como arenas poco densas, limas blandas, etc.)	
C	6.02
φ'	33.05

Calculando los factores de capacidad de carga y forma:

<b>Factores de capacidad de carga</b>	<b>Factores de forma</b>
N <sub>c</sub> = 18.853	S <sub>c</sub> = 1.491
N <sub>q</sub> = 9.261	S <sub>q</sub> = 1.438
N <sub>γ</sub> = 8.987	S <sub>γ</sub> = 0.600
<b>Factores de profundidad</b>	<b>Factores de inclinación</b>
d <sub>c</sub> = 1.371	i <sub>c</sub> = 1.000
d <sub>q</sub> = 1.291	i <sub>q</sub> = 1.000
d <sub>γ</sub> = 1.000	i <sub>γ</sub> = 1.000

Ejemplando en la fórmula se tiene: **Q<sub>u</sub> = 79.58 T/m<sup>2</sup>**  
 Finalmente: **q<sub>u</sub> = 7.96 Kg/cm<sup>2</sup>**  
 Capacidad última de carga: Con FS = 3.00  
 Si tiene finalmente: **q<sub>adm</sub> = 2.65 Kg/cm<sup>2</sup>**  
 Capacidad admisible de carga

$$N_c = (N_c - 1) \cot \phi$$

$$N_q = \gamma g^2 \left(45 + \frac{\phi}{2}\right) e^{k \tan \phi}$$

$$N_\gamma = 2(N_\gamma + 1) \tan \phi$$

$$S_c = 1 + \frac{B}{L} \frac{N_q}{N_c}$$

$$S_q = 1 + \frac{B}{L} \frac{N_\gamma}{N_q}$$


$$S_\gamma = 1 + 0.4 \frac{B}{L}$$

Si  $\frac{D_c}{B} > 1$   
 $d_c = 1 + 0.4 \arctan\left(\frac{D_c}{B}\right)$   
 $d_q = 1 + 2 \left(\tan \phi\right) (1 - \sin \phi)^2 \arctan\left(\frac{D_c}{B}\right)$   
 $d_\gamma = 1$

Si  $\frac{D_c}{B} \leq 1$   
 $i_c = i_q = \left(1 - \frac{\beta}{90}\right)^2$   
 $i_\gamma = 1 + 2 \left(\tan \phi\right) (1 - \sin \phi)^2 \frac{D_c}{B}$   
 $d_\gamma = 1$

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 <b>Noemi C. Sanchez Huamani</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		CQC - LEM	D:
		Nombre y firma:	M:
		 <b>Jony C. Gutierrez Abanto</b> GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:



	<b>FORMATO</b>		Código	AE-FO-01-2
	<b>DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD ADMISIBLE DE LOS SUELOS</b>		Versión	01
			Fecha	07-05-2018
			Página	1 de 1

Proyecto	: Vivienda Multifamiliar	Registro N°:	IGC18-LEM-529
Solicitante	: Digna Tassi Huamani		
Código del Proyecto	: ---		
Ubicación de Proyecto	: Cal. N°2 Mz H Lt. 10 AA.HH. Cruz de Motupe Grupo 2, S.J.L, Lima		
Material	: Terreno existente		
<hr/>			
Sondaje / Calicata	: C-2	Norte:	---
N° de Muestra	* M-1	Este:	---
Progresiva	: ---	Otak:	---

**ASENTAMIENTO (S<sub>s</sub>)**  
Cimentación Cuadrada

Presión por carga admisible	$q_{adm} = 2.65 \text{ Kg/cm}^2$	$S_s = \frac{q B (1 - \mu^2)}{E_s} I_f$ $I_f = \frac{L}{\beta_s}$
Relación de Poisson	$\mu = 0.15$	
Módulo de Elasticidad	$E_s = 5900 \text{ Kg/cm}^2$	
Asentamiento permisible	$S_{perm} = 2.54 \text{ cm}$	
Ancho de la cimentación	$B = 1.5 \text{ m}$	
Factor de forma	$I_f = 0.53 \text{ m/m}$	
<hr/>		
Asentamiento	$S_s = 0.601 \text{ m}$	
Asentamiento	$S_s = 0.60 \text{ cm}$	
<hr/>		
Presión por carga	$q_{adm} = 2.65 \text{ Kg/cm}^2$	$S_s = 0.67 \text{ cm OK !}$
Presión de carga asociada por asentamiento	$q_{adm} = 3.00 \text{ Kg/cm}^2$	$S_s = 0.68 \text{ cm OK !}$

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 <b>Noemi C. Sanchez Huaman</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 195029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

## Anexo 7

### Resultado de turnitin

The screenshot displays the Turnitin Feedback Studio interface. The main document area shows a thesis title and author information. The right sidebar contains a 'Resumen de coincidencias' (Summary of matches) panel with a 23% match rate and a list of 8 sources. The bottom status bar shows 'Página: 1 de 226' and 'Número de palabras: 28134'. The interface also includes navigation icons, a search bar, and a 'Text-only Report' toggle.

**feedback studio** | Comparación del diseño sismorresistente empleando losas aligeradas convencionales versus VIGACERO, AA.HH Cruz de Motupe, San . /0

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

Comparación del diseño sismorresistente empleando losas aligeradas convencionales versus VIGACERO, AA.HH Cruz de Motupe, San Juan de Lurigancho, 2018

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE:**  
Ingeniero Civil

**AUTOR:**  
David Jhon Cano Cisneros

**ASESORA:**  
Dra. María Ysabel García Álvarez

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**  
Diseño Sísmico y estructural

LIMA PERÚ  
2018

**Resumen de coincidencias** X

**23 %**

Se están viendo fuentes estándar

[Ver fuentes en inglés \(Beta\)](#)

**Coincidencias**

Rank	Source	Percentage
1	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	5 %
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	3 %
3	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	2 %
4	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %
5	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %
6	Entregado a Pontificia ... Trabajo del estudiante	1 %
7	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %
8	tesis.pucp.edu.pe Fuente de Internet	1 %

Página: 1 de 226 | Número de palabras: 28134 | Text-only Report | Turnitin Classic | High Resolution | **Activado** | 🔍



**ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD  
DE TESIS**

Código : F06-PP-PR-02.02  
Versión : 09  
Fecha : 23-03-2018  
Página : 1 de 1

Yo, **GARCIA ALVAREZ MARIA YSABEL**, docente de la Facultad Ingeniería y Escuela Profesional de **INGENIERIA CIVIL**. De la **Universidad César Vallejo Sede Lima Este**, revisor (a) de la tesis titulada

**“COMPARACIÓN DEL DISEÑO SISMORRESISTENTE EMPLEANDO LOSAS ALIGERADAS CONVENCIONALES VERSUS VIGACERO, AA.HH CRUZ DE MOTUPE, SAN JUAN DE LURIGANCHO, 2018”**, del (de la) estudiante **CANO CISNEROS DAVID JHON** Facultad Ingeniería y Escuela profesional de Ingeniería Civil, constato que la investigación tiene un índice de similitud de **23%** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Lima, San Juan de Lurigancho 10 de diciembre del 2018

.....  
Dra. Ing. MARIA YSABEL GARCIA ALVAREZ

DNI: 21453567

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------



**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE  
TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL  
UCV**

Código : F08-PP-PR-02.02  
Versión : 09  
Fecha : 23-03-2018  
Página : 1 de 1

Yo David Jhon Cano Cisneros, identificado con DNI N° 44743425, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, autorizo ( x ) , No autorizo ( ) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado “Comparación del diseño sismorresistente empleando losas aligeradas convencionales versus VIGACERO, AA.HH Cruz de Motupe, San Juan de Lurigancho, 2018”; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

FIRMA

DNI: 44743425

FECHA: 10 de diciembre del 2018

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE ENTREGA DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL, DRA. ING. MARIA YSABEL GARCIA ALVAREZ A LA RECEPCIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN SOLICITADA PARA LA ENTREGA DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

DAVID JHON CANO CISNEROS

INFORME TÍTULADO:

COMPARACIÓN DEL DISEÑO SISMORRESISTENTE EMPLEANDO LOSAS ALIGERADAS CONVENCIONALES VERSUS VIGACERO, AA.HH CRUZ DE MOTUPE, SAN JUAN DE LURIGANCHO, 2018

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

---

INGENIERO CIVIL

SUSTENTADO EN FECHA: San Juan de Lurigancho, 10 de diciembre del 2018

NOTA O MENCIÓN: 12 (Doce)



DRA. MARÍA YSABEL GARCÍA ÁLVAREZ