



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

### **ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Diseño de concreto armado considerando interacción pórtico – tabique para mejorar la rigidez lateral frente a un sismo de una edificación en Cajamarca, 2022.

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL**

#### **AUTORES:**

Jara Altamirano, Erick Jhonatan (ORCID :0000 0002 3215 654X)

Vigo Arrestegui, Katerin Tatiana (ORCID: 0000 0003 2163 1402)

#### **ASESOR:**

Mg. Villar Quiroz Josualdo Carlos (ORCID: 0000 0003 3392 9580)

#### **LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico Y Estructural

**Trujillo – Perú**

2022

## **Dedicatoria**

A mi familia por haberme forjado por el camino de Dios y del bien, muchos de mis logros se los debo a ustedes.

A mis amigos y compañeros, quienes sin esperar nada a cambio compartieron sus conocimientos y a todas aquellas personas que durante este tiempo siempre confiaron en mí.

**Jara Altamirano Erick Jhonatan**

A dios, por la fortaleza que me ha dado cada día. Por los triunfos y dificultades de los cuales he aprendido mucho.

A mi madre y hermanos por su apoyo económico y moral y por ser mi inspiración constante para seguir adelante.

**Vigo Arrestegui Katerin Tatiana**

## **Agradecimiento**

Agradezco a Dios en primer lugar por permitirme tener y disfrutar a mi familia, gracias a ellos que me apoyaron siempre en cada decisión que tome.

No ha sido sencillo el camino, pero gracias a su apoyo, amor y su inmensa bondad, lo complicado de esta etapa se ha notado menos.

**Jara Altamirano Erick Jhonatan**

A dios por haberme guiado y acompañado a lo largo de mi carrera.

A mi madre y hermanos por su apoyo ante las dificultades y por los valores que me han inculcado y a mi padre que siempre a sido mi guía desde donde este.

A mi alma Mater la Universidad César Vallejo, así como a mis docentes por sus enseñanzas y sus consejos que me guiaron durante la vida universitaria.

Por último, agradezco a nuestro asesor por el tiempo brindado para realizar y terminar satisfactoriamente esta investigación.

**Vigo Arrestegui Katerin Tatiana**

## Índice de contenido

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Resumen .....	xvii
Abstract.....	xviii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	10
III. METODOLOGÍA.....	20
3.1. Tipo, enfoque y diseño de la investigación.....	20
3.2. Variables y operacionalización.....	22
3.3. Población, muestra y muestreo.....	22
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	23
3.5. Procedimientos .....	26
3.6. Método de análisis de datos .....	36
3.7. Aspectos éticos .....	37
3.8. Desarrollo de tesis .....	37
3.8.1. Estudio Topográfico .....	37
IV. RESULTADOS .....	115
4.1. Estudio topográfico (perimétrico) .....	115
4.1.1. Coordenadas UTM de vértices .....	115
4.2. Mecánica de Suelos.....	116
4.3. Diseño Arquitectónico .....	116
4.4. Análisis sísmico (modal espectral y verificación lineal y elástico tiempo – historia).....	121
V. DISCUSIÓN.....	136
VI. CONCLUSIONES .....	141
VII. RECOMENDACIONES.....	144

REFERENCIAS .....	146
ANEXOS.....	151

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Espectro de pseudo aceleraciones Norma E.030 – 2018.....	16
<b>Tabla 2.</b> Matriz de clasificación de variable .....	18
<b>Tabla 3.</b> Instrumento y validaciones.....	24
<b>Tabla 4.</b> Primer modo de vibración en dirección UYY.....	43
<b>Tabla 5.</b> Segundo modo de vibración en dirección UXX.....	44
<b>Tabla 6.</b> Tercer modo de vibración en dirección UYY.....	45
<b>Tabla 7.</b> Datos requeridos para el diseño de viga peraltada.....	49
<b>Tabla 8.</b> Diseño por flexión de viga peraltada.....	49
<b>Tabla 9.</b> Diseño por capacidad en viga peraltada.....	54
<b>Tabla 10.</b> Verificación de diseño por torsión en viga peraltada.....	56
<b>Tabla 11.</b> Diseño por corte de viga peraltada con la Norma E.060.....	56
<b>Tabla 12.</b> Diseño por flexión en dirección XX.....	60
<b>Tabla 13.</b> Diseño por flexión en dirección YY.....	61
<b>Tabla 14.</b> Diseño por flexión en dirección XX.....	62
<b>Tabla 15.</b> Diseño por flexión en dirección YY.....	63
<b>Tabla 16.</b> Metrado de cargas para rampa de escalera.....	66
<b>Tabla 17.</b> Metrado de cargas para descanso de escalera.....	66
<b>Tabla 18.</b> Cálculo de acero inferior y superior de la escalera.....	68
<b>Tabla 19.</b> Diseño de refuerzo transversal para primer tramo de escalera.....	68
<b>Tabla 20.</b> Demanda por cada patrón de carga para las estaciones “0.00m”, “1.05m” y “2.10”.....	69
<b>Tabla 21.</b> Combinaciones de diseño en dirección XX y YY para la estación 0.00m .....	70
<b>Tabla 22.</b> Combinaciones de diseño en dirección XX y YY para la estación 1.05m .....	70

<b>Tabla 23.</b> Combinaciones de diseño en dirección XX y YY para la estación 2.10m .....	70
<b>Tabla 24.</b> Data de diagrama de interacción para M33 para 0° y 180°.....	71
<b>Tabla 25.</b> Data de diagrama de interacción para M22 para 90° y 270°.....	71
<b>Tabla 26.</b> Cargas para el diseño por corte y verificación por torsión de la columna .....	78
<b>Tabla 27.</b> Diseño por corte y verificación por torsión para columna a 0.00m en XX .....	79
<b>Tabla 28.</b> Cargas para el diseño por corte y verificación por torsión de la columna .....	80
<b>Tabla 29.</b> Diseño por corte y verificación por torsión para columna a 2.10m en XX .....	81
<b>Tabla 30.</b> Cargas para el diseño por corte y verificación por torsión de la columna .....	83
<b>Tabla 31.</b> Diseño por corte y verificación por torsión para columna a 0.00m en YY .....	83
<b>Tabla 32.</b> Cargas para el diseño por corte y verificación por torsión de la columna .....	85
<b>Tabla 33.</b> Diseño por corte y verificación por torsión para columna a 2.10m en YY .....	86
<b>Tabla 34:</b> Demanda por cada patrón de carga .....	88
<b>Tabla 35.</b> Data de diagrama de interacción para M33 para 0° y 180°.....	88
<b>Tabla 36.</b> Data de diagrama de interacción para M22 para 90° y 270°.....	89
<b>Tabla 37.</b> Cálculo de refuerzo horizontal y vertical con E.060 - 2019 en SYYMÍN .....	92
<b>Tabla 38.</b> Verificación de requerimiento de elementos de borde para SYYMÁX.....	95
<b>Tabla 39.</b> Verificación de requerimiento de elementos de borde para SYYMÍN.....	96

<b>Tabla 40.</b> Cálculo de acero inferior vertical para momento flector M22 (+).....	98
<b>Tabla 41.</b> Cálculo de acero superior vertical para momento flector M22 (-).....	99
<b>Tabla 42.</b> Cálculo de acero inferior horizontal para momento flector M11 (+)...	100
<b>Tabla 43.</b> Cálculo de acero superior horizontal para momento flector M11 (-)...	101
<b>Tabla 44.</b> Cálculo de resistencia a corte de muro para cortante V13 (-).....	102
<b>Tabla 45.</b> Cálculo de resistencia a corte de muro para cortante V23 (-).....	103
<b>Tabla 46.</b> Cálculo de resistencia a corte de muro para cortante V13 (-).....	107
<b>Tabla 47</b> Cálculo de resistencia a corte de muro para cortante V23 (-) .....	107
<b>Tabla 48.</b> Tabique de albañilería de dimensiones 2.80m x 3.54m x.23m.....	108
<b>Tabla 49.</b> Coordenadas UTM en los vértices del predio.....	115
<b>Tabla 50.</b> Distancias del predio.....	115
<b>Tabla 51.</b> Área del predio en estudio.....	116
<b>Tabla 52.</b> Desplante de zapatas.....	116
<b>Tabla 53.</b> Recomendación de tipos de zapatas.....	1166
<b>Tabla 54.</b> Capacidad portante para zapatas combinadas y aisladas.....	116
<b>Tabla 55.</b> Asentamientos para zapatas combinadas y aisladas.....	116
<b>Tabla 56.</b> Distribución de nivel de semi-sótano.....	116
<b>Tabla 57.</b> Distribución de primer nivel.....	117
<b>Tabla 58.</b> Distribución de segundo a sexto nivel.....	1177
<b>Tabla 59.</b> Cortes y elevaciones.....	118
<b>Tabla 60.</b> Cuadro de vanos para puertas planta semi – sótano.....	118
<b>Tabla 61.</b> Cuadro de vanos para ventanas planta semi – sótano.....	118
<b>Tabla 62.</b> Cuadro de vanos para puertas planta primer piso.....	1199
<b>Tabla 63.</b> Cuadro de vanos para ventanas planta primer piso.....	1199
<b>Tabla 64.</b> Cuadro de vanos para puertas planta segundo piso.....	120
<b>Tabla 65.</b> Cuadro de vanos para ventanas planta segundo piso.....	120
<b>Tabla 66.</b> Masa participativa predominante en la combinación modal.....	121



<b>Tabla 67.</b> Espectro de respuesta según E.030 en la dirección XX y YY.....	121
<b>Tabla 68.</b> Fuerza de diseño en la base en la dirección XX.....	124
<b>Tabla 69.</b> Fuerza dinámica en la base en la dirección XX.....	124
<b>Tabla 70.</b> Igualdad de obtención de la fuerza de diseño en la base en la dirección XX.....	124
<b>Tabla 71.</b> Fuerza de diseño en la base en la dirección YY.....	124
<b>Tabla 72.</b> Fuerza dinámica en la base en la dirección YY.....	125
<b>Tabla 73.</b> Igualdad de obtención de la fuerza de diseño en la base en la dirección YY.....	125
<b>Tabla 74.</b> Fuerza de diseño en la base en la dirección XX .....	125
<b>Tabla 75.</b> Fuerza de diseño en la base en la dirección YY.....	1266
<b>Tabla 76.</b> Control de deriva por entrepiso en el eje 1.....	126
<b>Tabla 77.</b> Control de deriva por entrepiso en el eje 2.....	126
<b>Tabla 78.</b> Control de deriva por entrepiso en el eje 5.....	127
<b>Tabla 79.</b> Control de deriva por entrepiso en el eje 6.....	127
<b>Tabla 80.</b> Control de deriva por entrepiso en el eje A.....	127
<b>Tabla 81.</b> Control de deriva por entrepiso en el eje B.....	128
<b>Tabla 82.</b> Control de deriva por entrepiso en el eje C.....	128
<b>Tabla 83.</b> Control de deriva por entrepiso en el eje E.....	128
<b>Tabla 84.</b> Control de deriva por entrepiso en el eje F.....	129
<b>Tabla 85.</b> Control de deriva por entrepiso en el eje G.....	129
<b>Tabla 86.</b> Control de deriva por entrepiso en el eje H.....	129
<b>Tabla 87.</b> Control de deriva por entrepiso en el eje 8.....	130
<b>Tabla 88.</b> Matriz de Operacionalización de variables .....	153
<b>Tabla 89.</b> Matriz de indicadores de variables .....	154

## Índice de Figuras

<b>Figura 1.</b> Plataforma del espectro de pseudo aceleraciones.....	18
<b>Figura 2.</b> Diagrama del diseño de investigación.....	21
<b>Figura 3.</b> Procedimientos.....	26
<b>Figura 4.</b> Tabla de frecuencia de datos.....	36
<b>Figura 5.</b> Gráficos estadísticos.....	37
<b>Figura 6.</b> Plano catastral de Cajamarca.....	38
<b>Figura 7.</b> Plano perimétrico en software AutoCAD 2022.....	39
<b>Figura 8.</b> Análisis sísmico modal espectral en el programa autorizado ETABS V19 para sismo en dirección positivo.....	41
<b>Figura 9.</b> Análisis sísmico modal espectral en el programa autorizado ETABS V19 para sismo en dirección negativa.....	41
<b>Figura 10.</b> Modo de vibración traslacional en dirección UYY.....	43
<b>Figura 11.</b> Modo de vibración traslacional en dirección UXX.....	44
<b>Figura 12.</b> Modo de vibración rotacional en dirección UY.....	45
<b>Figura 13.</b> Espectro de aceleraciones.....	47
<b>Figura 14.</b> Tabulación Este – Oeste, sismo PISCO 2007.....	48
<b>Figura 15.</b> Tabulación Norte – Sur, sismo PISCO 2007.....	48
<b>Figura 16.</b> Esfuerzo a compresión en “bottom fase” (S11) para la dirección XX.....	58
<b>Figura 17.</b> Esfuerzo a compresión en “bottom fase” (S22) para la dirección YY.....	58
<b>Figura 18.</b> Esfuerzo a compresión en “top fase” (S11) para la dirección XX.....	59
<b>Figura 19.</b> Esfuerzo a compresión en “top fase” (S22) para la dirección YY.....	59
<b>Figura 20.</b> Diagrama de momentos flectores negativos en dirección XX.....	60

<b>Figura 21.</b> Diagrama de momentos flectores negativos en dirección YY.....	61
<b>Figura 22.</b> Diagrama de momentos flectores positivos en dirección XX.....	62
<b>Figura 23.</b> Diagrama de momentos flectores positivos en dirección YY.....	63
<b>Figura 24.</b> Diagrama de fuerzas cortantes positivos en dirección XX.....	64
<b>Figura 25.</b> Diagrama de fuerzas cortantes negativos en dirección YY.....	65
<b>Figura 26.</b> Modelamiento matemático en SAP2000.....	66
<b>Figura 27.</b> Análisis estructural: DMF.....	67
<b>Figura 28.</b> Análisis estructural: DFC.....	67
<b>Figura 29.</b> Sección de columna C06.....	69
<b>Figura 30.</b> Diagrama de interacción para M33 y ángulos 0° y 180° en dirección XX.....	72
<b>Figura 31.</b> Diagrama de interacción para M22 y ángulos 90° y 270° en dirección XX.....	73
<b>Figura 32.</b> Diagrama de interacción para M33 y ángulos 0° y 180° en dirección YY.....	73
<b>Figura 33.</b> Diagrama de interacción para M22 y ángulos 90° y 270° en dirección YY.....	74
<b>Figura 34.</b> Diagrama de interacción para M33 y ángulos 0° y 180° en dirección XX.....	74
<b>Figura 35.</b> Diagrama de interacción para M22 y ángulos 90° y 270° en dirección XX.....	75
<b>Figura 36.</b> Diagrama de interacción para M33 y ángulos 0° y 180° en dirección YY.....	75

<b>Figura 37.</b> Diagrama de interacción para M22 y ángulos 90° y 270° en dirección YY.....	76
<b>Figura 38.</b> Diagrama de interacción para M33 y ángulos 0° y 180° en dirección XX.....	76
<b>Figura 39.</b> Diagrama de interacción para M22 y ángulos 90° y 270° en dirección XX.....	77
<b>Figura 40.</b> Diagrama de interacción para M33 y ángulos 0° y 180° en dirección YY.....	77
<b>Figura 41.</b> Diagrama de interacción para M22 y ángulos 90° y 270° en dirección YY.....	78
<b>Figura 42.</b> Diseño por Flexocompresión Bi-axial.....	88
<b>Figura 43.</b> Diagrama de interacción para M33 para 0° y 180° en dirección XX.....	90
<b>Figura 44.</b> Diagrama de interacción para M22 para 90° y 270° en dirección XX.....	90
<b>Figura 45.</b> Diagrama de interacción para M33 para 0° y 180° en dirección YY.....	91
<b>Figura 46.</b> Diagrama de interacción para M22 para 90° y 270° en dirección YY.....	91
<b>Figura 47.</b> Deformación del acero en el extremo a tracción cuando $\epsilon_c=3/1000$ , para 0°.....	94
<b>Figura 48.</b> Deformación del acero en el extremo a tracción cuando $\epsilon_c=3/1000$ , para 180°.....	95
<b>Figura 49.</b> Modelamiento de muro de semisótano con espesor de .25m.....	97
<b>Figura 50.</b> Diagrama de momento flector M22 (+).....	98
<b>Figura 51.</b> Diagrama de momento flector M22 (-).....	99
<b>Figura 52.</b> Diagrama de momento flector M11 (+).....	100
<b>Figura 53.</b> Diagrama de momento flector M11 (-).....	101
<b>Figura 54.</b> Diagrama de fuerza cortante V13 (-).....	102

<b>Figura 55.</b> Diagrama de fuerza cortante V23 (-).....	103
<b>Figura 56.</b> Demanda de acero superior para M11 (-).....	104
<b>Figura 57.</b> Demanda de acero superior para M11 (-).....	104
<b>Figura 58.</b> Demanda de acero inferior para M11 (+).....	105
<b>Figura 59.</b> Demanda de acero superior para M22 (-).....	105
<b>Figura 60.</b> Demanda de acero inferior para M22 (-).....	106
<b>Figura 61.</b> Diagrama de fuerza cortante V13 (-).....	106
<b>Figura 62.</b> Diagrama de fuerza cortante V23 (-).....	107
<b>Figura 63.</b> Verificación de cortante por punzonamiento (debido a carga axial).....	108
<b>Figura 64.</b> Demanda de fuerza axial a compresión en franja diagonal equivalente de muro de albañilería (tabique).....	109
<b>Figura 65.</b> Discretización de elementos.....	110
<b>Figura 66.</b> Modelamiento estructural.....	111
<b>Figura 67.</b> Modelamiento estructural presencia de interacción pórtico - tabique.....	112
<b>Figura 68.</b> Datos de rigidez.....	113
<b>Figura 69.</b> Rigidez Lateral en dirección XX.....	113
<b>Figura 70.</b> Rigidez Lateral en dirección YY .....	114
<b>Figura 71.</b> Poligonal cerrada de lados no ortogonales.....	115
<b>Figura 72.</b> Espectro de aceleraciones según Norma E.030 2018 para la dirección XX y YY.....	123
<b>Figura 73.</b> Refuerzo estructural en viga para diseño con Norma E.060 y considerando la interacción pórtico – tabique.....	130
<b>Figura 74.</b> Refuerzo estructural de losa maciza para los diseños con Norma E.060 y considerando la interacción pórtico – tabique.....	131
<b>Figura 75.</b> Refuerzo estructural de escalera para los diseños con Norma E.060 y considerando la interacción pórtico – tabique.....	132

**Figura 76.** Refuerzo estructural de columnas para los diseños con Norma E.060 y considerando la interacción pórtico – tabique..... 1322

**Figura 77.** Refuerzo estructural de platea de cimentación para los diseños con Norma E.060 y considerando la interacción pórtico – tabique.....1333

**Figura 78.** Refuerzo estructural de placas para los diseños con Norma E.060 y considerando la interacción pórtico – tabique.....  
.....1344

## Índice de Ecuaciones

<b>Ecuación 1.</b> Fórmula del Espectro de Aceleraciones .....	15
<b>Ecuación 2.</b> Momento nominal resistente de un elemento a flexión.....	28
<b>Ecuación 3.</b> Cuantía de acero para elementos sometidos a flexión.....	28
<b>Ecuación 4.</b> Cuantía mínima para elementos sometidos a flexión.....	29
<b>Ecuación 5.</b> Momento nominal resistente de elementos sometidos a flexión con acero en compresión.....	29
<b>Ecuación 6.</b> Cuantía de acero a compresión para elementos sometidos a flexión. .....	29
<b>Ecuación 7.</b> Cuantía de acero a tracción para elementos sometidos a flexión.....	29
<b>Ecuación 8.</b> Cuantía mínima para elementos sometidos a flexión.....	30
<b>Ecuación 9.</b> Cortante por aporte del concreto .....	30
<b>Ecuación 10.</b> Cortante por aporte del acero.....	30
<b>Ecuación 11.</b> Momento nominal resistente para elementos sometidos a flexión.....	31
<b>Ecuación 12.</b> Cuantía de acero para elementos sometidos a flexión.....	31
<b>Ecuación 13.</b> Cuantía mínima de acero para elementos sometidos a flexión.....	31
<b>Ecuación 14.</b> Cortante por aporte del concreto.....	32
<b>Ecuación 15.</b> Cortante por aporte del concreto en un elemento sometido a carga axial.....	33
<b>Ecuación 16.</b> Cortante por aporte del acero.....	33
<b>Ecuación 17.</b> Momento nominal resistente en elementos sometidos a flexión.....	34
<b>Ecuación 18.</b> Cuantía de acero para elementos sometidos a flexión.....	34
<b>Ecuación 19.</b> Cuantías mínimas de acero sometidos a flexión.....	34
<b>Ecuación 20.</b> Cortante por aporte del concreto.....	35

**Ecuación 21.** Cortante por aporte del concreto según la relación de las dimensiones y el número de lado de las columnas que llegan al cimiento..... 35



## Resumen

La presente investigación se realizó en Cajamarca, Jr. Mariscal Cáceres; se elaboró el diseño de concreto armado considerando interacción pórtico – tabique para mejorar la rigidez lateral frente a un sismo de una edificación, conforme lo establece la Norma E.070; la presente investigación fue no experimental – propositiva, la muestra fue no probabilístico por juicio de expertos, la recolección de datos se realizó con la técnica de la observación, los instrumentos utilizados fueron guías de observación y fichas de resumen. Los muros de tabiquería contaron con espesores de .13m a .23m; el esfuerzo a compresión diagonal requerido fue de 35kgf/cm<sup>2</sup> y 65kgf/cm<sup>2</sup> según la ubicación del muro. El diseño en concreto armado de los elementos de la superestructura contempló varillas de hasta 3/4" en lo que respecta al diseño de vigas, barras de 5/8" para el acero longitudinal de las columnas, en el caso estribos para vigas y columnas el diámetro de barra fue de 3/8". Con respecto al diseño de placas, no se necesitó elementos de borde, siendo su armado dos mallas, con acero vertical de 1/2"@.20m y acero horizontal de 1/2"@.125m, ensamblados en un espesor de .25m. El diseño de la superestructura tuvo armados con barras de hasta 3/4"@.20m o .15m en doble malla para el diseño de platea de cimentación.

**Palabras clave:** Tabiquería de albañilería, interacción pórtico – tabique, edificación de concreto armado, deformaciones por flexión.

## **Abstract**

The present investigation was carried out in Cajamarca, Jr. Mariscal Cáceres; the design of reinforced concrete was developed considering portico - partition wall interaction to improve the lateral stiffness of a building against an earthquake, according to the E.070 Standard; the present investigation was non-experimental - propositive, the sample was non-probabilistic by expert judgment, the data collection was carried out with the observation technique, the instruments used were observation guides and summary sheets. The partition walls were .13m to .23m thick; the diagonal compressive stress required was 35kgf/cm<sup>2</sup> and 65kgf/cm<sup>2</sup> depending on the location of the wall. The reinforced concrete design of the superstructure elements contemplated rebars up to 3/4" for the beam design, 5/8" rebars for the longitudinal steel of the columns, and 3/8" diameter rebars for the beam and column stirrups. Regarding the plate design, no edge elements were required, being its reinforcement two meshes, with vertical steel of 1/2"@.20m and horizontal steel of 1/2"@.125m, assembled in a thickness of .25m. The superstructure design was reinforced with bars up to 3/4"@.20m or .15m in double mesh for the foundation slab design.

**Keywords:** Masonry partition, frame-wall interaction, reinforced concrete building, bending deformations.

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad Problemática

A nivel internacional, los diseños estructurales han tomado énfasis en cuanto a la rigidez lateral frente a un sismo; esto básicamente en hospitales, puentes, colegios y hasta en viviendas uni o multifamiliares, donde la ingeniería estructural se involucra obligatoriamente con la finalidad de crear estructuras solidas y antisísmicas que permitan su buen desempeño ante agentes externos, creando estructuras que permanezcan durante su tiempo de vida útil. (De la Colina, 2000)

En Colombia, han venido sufriendo sismos importantes, pero no han sido de vital importancia, a pesar de la cantidad de daños irreparables ocasionados por los mismos, ahora se realizó una nueva Norma AIS – 100, la cual busca, después de un proceso muy minucioso de consultas e investigación, se pudo determinar los aportes que esta normativa otorgara en cuanto a la rigidez lateral frente a un sismo de la estructura, en dicho país, teniendo parámetros severos en los diseños y así evaluar la rigidez estructural, como es el caso en hospitales. (Cardona, 2020)

En Chile, la rigidez lateral de la estructura frente a los sismos, se vienen estudiando casi 28 años, obteniendo una normativa que respalda toda investigación y desarrollo del diseño estructural, siendo materia de investigación continua proteger a las estructuras por medio de la rigidez frente a fenómenos sísmicos. En el 2003, Chile diseño el primer código de diseño estructural siendo NCh2745 Of2003, la cual especifica el análisis y diseño de una edificación utilizando aisladores sísmicos y a partir del 2010 se deja de tomar como materia de investigación dicho tema y pasa a ser una alternativa seria en el diseño estructural. (Bastías, 2021)

En Japón, la rigidez lateral frente a un sismo, es materia investigada desde 1923 en donde Japón sufrió un sismo que devastó Tokio, dicho país es uno de los más sísmicos de mundo, por ello, sus normativas actuales tipifican al sismo en dos niveles, siendo el nivel 1 perteneciente a terremotos una fuerza de corte de respuesta la cual corresponde a un cortante basal de 0.2 y por consiguiente la de nivel 2 corresponde al constante basal de 1.0; Japón es un país en donde se ha venido investigando y mejorando los parámetros de diseño, verificando la rigidez estructural. (Gomez, 2018)

En lo Nacional, el Perú es uno de los países más expuestos a terremotos a nivel mundial, encontrándose en el cinturón de fuego, colindando con el Pacífico en donde se encuentra las áreas de subducción más importante del planeta, es por eso, que nuestro patria, viene sufriendo terremotos catastróficos los cuales originaron pérdidas tanto materiales como humanas siendo el caso de Yungay y el de Ica, en donde se pudo evidenciar la deficiencia en cuanto al análisis de la rigidez frente a un sismo, obteniendo una tasa de falla de 90% en los edificios, hoy por hoy, el Reglamento Nacional de Edificaciones viene implementando parámetros, principalmente, en el diseño, los cuales nos proporcionan herramientas eficaces para lograr realizarlos y así puedan soportar las fuerzas externas. (Paredes, 2016)

En Cajamarca, nuestro lugar de estudio, las construcciones de concreto armado, son mayormente sistemas aporticados, puesto que, estas estructuras son elaboradas de forma muy convencional direccionadas por maestros de obra, quienes no toma en cuenta la interacción pórtico tabique, originando que la construcción no se comporte de buena forma frente un sismo, ya que no cuenta con un análisis preciso en cuanto a la rigidez lateral estructural, todo esto se vuelve ajeno a lo determinado en

la normativa peruana. (Norma E.070, 2009)

En de nuestro país, se tiene el RNE, quien nos brinda los parámetros de diseño de una edificación tomando en cuenta la rigidez lateral frente a un sismo, siendo en la Normativa E.070 Albañilería, donde nos detalla el análisis de la interacción pórtico tabique, aunque se aplica muy poco en el diseño, lo que se quiere es ahondar y descubrir lo beneficioso que logra ser para el diseño estructura. (Norma E.070, 2009)

(Saldaña y Huaranchay, 2022) determinó que, la rigidez lateral frente a un sismo, al comparar dos edificaciones una aplicando la interacción pórtico – tabique y la otra no, se determina que respecto al ancho efectivo, la longitud diagonal del pórtico tiene el mayor efecto, por consiguiente, influye en el peralte de las columnas, siendo este el que menor influye para el ITP; a su vez se observó que al comparar los análisis considerando y no la interacción pórtico – tabique, no logra ser significativa, ya que, proporciona una deriva de  $1.5 \times 10^{-3}$ .

(Anaya y Asencio, 2021) Determinó en su investigación que en cuanto al ancho efectivo, lo que tiene mayor influencia es la longitud diagonal del pórtico, seguido del peralte de las columnas; siendo este el de menos influencia; además se esperó que en cuando al análisis comparativo de las estructuras, la interacción pórtico – tabique se sea más conservadora al momento de la evaluación de las irregularidades, sin embargo el resultado del análisis determino al momento de la evaluación por torsión, siempre que se disminuyan los desplazamiento laterales en el desarrollo de puntuales equivalentes, la estructura o edificación se convierte en irregular por no poder superar el 50% de su máxima deriva.

(Bustillos y Carangui, 2018) concluyo en su investigación que los muros rellenos de mampostería tienen influencia en el rendimiento sísmico estructural, ya que, al aumentar la rigidez

lateral estructural a causa de la inclusión de puntales, también habrá un aumento en la máxima fuerza cortante pero una disminución en el desplazamiento de la estructura.

La importante de considerar la interacción pórtico – tabique en edificaciones radica en el correcto modelado y cálculo entre ambas partes, esta interacción debe ser representada en el proceso constructivo tal cual se indica en los detalles y especificaciones (planos) del levantamiento de tabiques de albañilería. Cumpliendo lo descrito anteriormente, estaremos considerando algunos valores de rigidez lateral, fuerza y desplazamiento que no estarían presentes si es que dicha tabiquería es aislada; es por ello que, en una etapa de diseño es preferible considerar estos efectos antes que obviarlos.

Constructora & contratistas generales Philadelfia S.A.C. – conphil S.A.C, trabajan con el RUC 20327154193; construye infraestructuras como viviendas y oficinas. Realizaron un diseño para una multifamiliar de cinco niveles aplicando la interacción pórtico tabique, esta empresa brinda servicios de ejecución, y a su vez realizaron consultorías para sus proyectos tradicionales de poca altura.

La empresa COAM Contratistas S.A.C., se ubica en Trujillo y su RUC es 20481146951, viene elaborando proyectos de uni y multifamiliares, en donde se observan distintos sistemas estructurales, siendo definidos por la demanda sísmica; además, por las necesidades del cliente se realizó el diseño de la estructura en las plantas bajas del edificio en el proyecto calificado de la ciudad aplicando la interacción pórtico tabique.

El problema que engloba esta investigación, nació debido a su diseño estructural, ¿Cuál es el respectivo diseño estructural de una edificación de concreto armado considerando interacción pórtico – tabique para mejorar la rigidez lateral frente a un sismo en una edificación en Cajamarca 2022?, a partir de dicho

problema, se puede determinar que la investigación enfoca los parámetros de diseño tomando en cuenta la Interacción Pórtico – Tabique y los lineamientos del, específicamente la Norma E.070. “Albañilería”, donde nos proporciona alcances sobre la aplicación de la interacción y el análisis de la estructura.

La investigación aporta en el sector construcción ya que este método no se utiliza al momento de diseñar y en la ciudad de estudio, Cajamarca, se viene motivando a la gente a realizar distintos sistemas estructurales, pero el sistema estructural más usado es el de Albañilería Confinada, por ende, es fundamental que se investigue sobre la influencia sobre la tabiquería en la estructura.

La demanda actual de las construcciones de edificaciones de concreto armado ha ido en aumento, y esto debido a la capacidad y resistencia a la deformación de los sistemas estructurales de este tipo, sin embargo, se ha visto en múltiples ocasiones, la utilización de tabiques de albañilería que separan ambientes o que inclusive están ubicados en los ejes principales acompañando a la estructura principal que resiste fuerzas sísmicas, pero que no están correctamente aisladas, sino que por el contrario, se encuentran pegadas con una cierta cantidad de mezcla de concreto, generando una problemática en el sistema estructural global, denominada en el medio como: sistemas híbridos, los cuales desfavorecen y empobrecen los mecanismos de respuesta y resistencia de la edificación ante eventos de sismo.

El diseño a estudiar debe realizarse cumpliendo todo lo establecido en el RNE, teniendo en cuenta la conducta plástica del refuerzo tanto longitudinal como transversal de los elementos con responsabilidad sísmica, así como del concreto. Se tiene en cuenta las recomendaciones acordes a los resultados que se obtuvieron en investigaciones similares provenientes del

ingeniero experto en el tema: Ing. Ángel San Bartolomé, pionero en representar y analizar de manera real el efecto de interacción pórtico - tabique en el Perú.

Dicho esto, el ingeniero civil como proyectista juega un rol fundamental en el desarrollo urbanístico, siendo el responsable de diseñar y ejecutar los proyectos concernientes a estructuras de cualquier índole, entre ellas las edificaciones sismorresistentes capaces de proteger y evitar catástrofes por problemas de mala concepción en el diseño estructural.

## **1.2. Planteamiento del problema**

¿Cuál es el diseño de concreto armado considerando interacción pórtico – tabique para mejorar la rigidez lateral frente a un sismo de una edificación en Cajamarca, 2022?

## **1.3. Justificación**

### **1.3.1. Justificación General**

La investigación se realizó porque se evidenció en acontecimientos sísmicos pasados que las construcciones de concreto armado que conllevan en su configuración el uso de tabiquería de albañilería como recurso de separación de ambientes o para tapar paños en ejes de la estructura principal, terminan dañadas cuando estos muros según sus características no son aislados, y que, sin embargo, a pesar de la experiencia, se sigue repitiendo esta problemática en construcciones informales.

Esta investigación servirá para esclarecer el debido uso de muros de albañilería que sean utilizados como tabiquería estructural, al ser estratégicamente ubicados y diseñados según los principios de estructuración, la fase de análisis sísmico y la correcta aplicación de la normativa correspondiente.



Se logrará que las construcciones de concreto armado para cualquier tipo de uso, incluyendo viviendas, mantengan la concepción estructural sobre el debido uso de estos tabiques según el requisito que se tenga, es decir, si el muro tiene un fin arquitectónico o estructural, de esta forma establecer las diferencias constructivas en el plano.

El desarrollo de esta investigación servirá para estudiantes, profesionales y todos aquellos que estén implicados en el ámbito de la construcción, así como para quienes estén iniciando una línea de especialización estructural y se ejerzan como proyectistas.

### **1.3.2. Justificación Teórica**

Teóricamente se justifica puesto a que su fin es aportar datos significativos para el diseño de todas las estructuras, al aplicar la metodología de la Interacción entre pórtico – tabique. Para eso, se realizó todos los estudios requeridos. Asimismo, se desarrolló la recolección de toda muestra necesaria que nos ayude con el desarrollo del proyecto, siempre teniendo en cuenta las Normativas Peruanas vigentes encontradas en el RNE como, E.020 (cargas), E.030(Diseño Sismorresistente), E.050 (Suelos y Cimentaciones), E.060(Concreto Armado) y E.070 (Albañilería).

### **1.3.3. Justificación Práctica**

Desde lo práctico, la resolución de este problema fortalecerá el desempeño de las estructuras manteniéndola en una zona de operación inmediata o seguridad de vida, ya que en múltiples proyectos y construcciones se tendría presente la importancia de este efecto, ayudando a mitigar las posibles fallas generando que cumplan su etapa de servicio durante su vida útil.

### **1.3.4. Justificación Metodológica**

Este proyecto es cuantitativa, con un diseño de investigación no experimental – propositivo por el cual se basa, primeramente en el RNE que nos ayudó con el diseño de todas las estructuras, por otro lado, la técnica que se aplican por los estudios realizados, para luego definir la arquitectura, para luego con los datos obtenidos en el ETABS se realice el diseño de las estructuras, además se hará uso de la metodología aplicada en la Normativa de albañilería específicamente en el capítulo Interacción pórtico - tabique

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Ejecutar o realizar el diseño de concreto armado considerando interacción pórtico – tabique para mejorar la rigidez lateral frente a un sismo de una edificación en Cajamarca, 2022.

### **1.4.2. Objetivo específico**

O.E.1. Realizar el modelo - estructural de la edificación utilizando Interacción Pórtico Tabique.

O.E.2. Realizar o elaborar el análisis - modal espectral de la edificación utilizando Interacción Pórtico Tabique.

O.E.3. Realizar el análisis - lineal y elástico Tiempo – Historia de la edificación utilizando Interacción Pórtico Tabique.

O.E.4. Realizar o elaborar el diseño estructural de la superestructura

O.E.5. Realizar o elaborar el diseño estructural de la subestructura.

O.E.6. Realizar o elaborar la matriz de rigidez de la edificación por los niveles considerando la Interacción pórtico tabique

## **1.5. Hipótesis**

### **1.5.1. Hipótesis general**

Por tratarse de una investigación no experimental-propositiva no lleva hipótesis.

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes**

#### **“Investigación de interacción entre paredes de mampostería no reforzada y pórticos dúctiles resistentes a flexión”**

(Bustios, y Carangui, 2018) Como principal objetivo se evaluó las consecuencias ocasionadas por despreciar la resistencia y rigidez de las estructuras de mampostería no reforzadas dentro de los diseños de pórticos dúctiles que son resistentes a flexión (p. 9), se utilizó la metodología FEMA 356 con el cual se evaluó el desempeño sísmico de la estructura permitiendo identificar las deficiencias del sistema estructural (p. 28) y finalmente se concluyó que los muros rellenos de mampostería reforzada influyen directamente en la resistencia estructural de la edificación (p. 251)

En comentario de la investigación realizada, el desarrollo de un análisis estático no lineal, según la metodología americana FEMA 356, evidencia que la interacción pórtico – tabique rigidiza a la estructura e influye en la resistencia, por ende, evita que se produzcan rótulas plásticas en los componentes de concreto armado debido a que parte de la fuerza absorbida de la estructura, la toman los muros de albañilería.

#### **“Influencia de la mampostería de relleno en el comportamiento de un pórtico de estructura metálica sometido a carga lateral”**

(Medina y Castro, 2019) El principal motivo de este estudio fue el de crear un modelo matemático que formalice la interacción pórtico - tabique (p. 21), la metodología utilizada fue por nivel, exploratorio y descriptivo (p. 71) y finalmente se concluyó que al comparar los pórticos con mampostería y sin esta, la rigidez varia, afectando a la ductilidad de la estructura, como también a su periodo de vibración, amortiguamiento, desplazamientos, etc. (p. 155)

En opinión a la investigación citada, se establece que existen cambios cuando hay mampostería en pórticos de estructura metálica, por lo que se interpreta que, a pesar de la flexibilidad del material, la rigidez que aportan estos muros cambia considerablemente el comportamiento global de la

estructura, por lo que resulta importante tener en claro que para sistemas donde la ductilidad es alta es desfavorable considerar muros de albañilería en su configuración estructural.

### **“Análisis de desempeño estructural de marcos sísmicos de hormigón armado especiales e intermedios en presencia de diversos sistemas de aislación sísmica”**

(Bastías, 2021) La principal finalidad de este proyecto fue analizar el respuesta sísmica de la estructura de concreto armado en marcos de dos dimensiones (p. 10), por otro lado la metodología utilizada para lograr los objetivos consta, primero; de la formulación de los modelos, es decir determinar el tipo de modelación para el análisis; el siguiente es la modelación computacional, utilizando el software OpenSees seguido del análisis dinámico incremental y finalmente obtener las curvas de fragilidad extraídos de datos estadísticos (p. 10), como conclusión determina que la información obtenida se dirige a profundizar los conocimientos de la realidad del país es decir en Chile, en cuanto al análisis de la cortante basal, esfuerzos y desplazamientos de la superestructura aplicando la interacción pórtico tabique (p. 158)

En comentario de la investigación citada, se establece que los estudios incrementales facilitan al proyectista, saber cuál es el límite de demanda sísmica que pueden soportar las franjas equivalentes de los tabiques en un modelo computacional, más aún con la aplicación de un análisis por desempeño.

### **“Estudio de 2 edificaciones aporricadas considerando los efectos de la interacción tabique pórtico mediante el método del puntal equivalente”**

(Amaya, 2021) El propósito general del proyecto, fue examinar a profundidad el comportamiento de la tabiquería y la influencia aplicando el método puntal equivalente en el análisis sísmico de edificaciones (p. 22), la metodología por el nivel de dicha investigación es explicativo, ya que en base

a los obtenidos se realiza un detallado del proceso, además su diseño es experimental ya que se realizó un modelo matemático utilizando un software (p. 49), finalmente se concluyó que con lo que respecta al ancho efectivo, la variable con influencia es la longitud diagonal del pórtico y por consiguiente el peralte de las columnas es la de menor influencia (p. 151)

En opinión de lo concluido por la investigación de antecedente, se reconoce que el método empleado depende a gran escala de la longitud de esta, puesto que el ancho es proporcional a ese valor, sin embargo, esto solo conlleva a que se tome correctamente el valor de la rigidez y carga axial, mas no la influencia con los demás elementos.

### **“Influencia de la tabiquería en la respuesta sísmica de edificios de concreto armado”**

(Aragón, 2015) Tuvo como principal objetivo el cuantificar en base a diversos parámetros, la influencia del muro en la albañilería maciza ante una carga externa (p. 7), además el proyecto es no experimental (p. 9), finalmente se concluyó que la interacción pórtico-tabique en el caso de la tabiquería enmarcada, se adecua siempre y cuando se utilice el modelo pórtico-diagonal equivalente (p.98)

Como comentario, se establece que la metodología que rige la Norma E.070 es adecuada para establecer el diseño de tabiques ante fisuración, aplastamiento y cizalle, sin embargo, se cree que no solo se debería representar computacionalmente mediante una sola biela, sino con dos o tres para generar el efecto real de la carga a compresión según el contacto del muro con el pórtico o placa.

### **“Análisis estructural sísmico de un edificio de concreto armado evaluando la influencia de la tabiquería”**

(Ancevalle, 2020) el propósito de este proyecto fue efectuar el análisis comparativo tanto dinámico como tiempo historia lineal de una edificación la cual se consideró un modelo con tabiquería y la otra con ausencia de ello (p.

20), por otro lado la metodología estuvo ligado primero a determinar el tipo de análisis, seguido de la elección de cuatro casos en los cuales se fomenta a partir de dicha planta común en arquitectura en 5 pisos (p.48 ), y finalmente concluye que la validación de la estructura resultó ser satisfactoria además se determinó que al adicionar tabiquería la estructura, al inicio, se rigidiza considerablemente, siendo necesario hacer el análisis tiempo historia lineal (p. 101)

En complemento a lo descrito anteriormente, se establece que el análisis lineal tiempo – historia es un mecanismo efectivo puesto que el espectro de respuesta contempla picos importantes a compresión que no se obtienen con el espectro de la Norma E.030, por ende, el que la estructura más rígida tendrá mayor fuerza para el diseño de dichos muros.

## **2.2. Bases teóricas**

### **Rigidez frente a un sismo**

La rigidez se define como la medida cuantitativa de la resistencia a deformaciones elásticas del material frente a acciones externas, en este caso el sismo, es decir, la resistencia de los elementos estructurales para soportar esfuerzos y así evitar deformaciones considerables.

### **Diseño Estructural**

Se entiende por diseño a la determinación de forma ingeniosa a todo lo que requiere la estructura, tomando en cuenta las etapas de estructuración, análisis y dimensionamiento

El diseño se divide en tres etapas: Estructuración, el cual define como la forma global que proporciona a la edificación resistencia y rigidez para obtener una reacción al someterla a fuerzas externas; el análisis, dentro de esta etapa, se evalúa la respuesta estructural ante sucesos prevenibles, donde se asignan magnitudes y distribuciones de acciones, aplicables al modelo analítico con el propósito de obtener la reacción a la deformación y a la repartición de fuerzas de los elementos; finalmente el dimensionamiento, en el cual se verificara las dimensiones y características que determinen una respuesta segura frente a un sismo.

(La Ingeniería Estructural, 2000)

### **Análisis Sísmico**

En base a los parámetros de la (Norma E.030, 2018), decidir las circunstancias de base para la ejecución del plan de diseños sísmico-seguro, ya que su aplicación se requiere para el plan de estructuras y para el apoyo de los existentes. Las reglas que se utilizan a la hora de la configuración son tres; a) el diseño no debe implosionar haciendo enorme daño a la población, b) un diseño debe oponerse a temblores de fuerza moderada, y que dentro de los ominosos puedan fijarse dentro de puntos de corte satisfactorios, c) una estructura fundamental debe permanecer en circunstancias funcionales después de un sismo.

Dentro de las normas del plan sísmico, se establece que, en nuestro país, las zonas de riesgo sísmico se dividen en cuatro, y se muestran como tasas de incremento de velocidad, para el caso más extremo (costa) es del 45%, teniendo en cuenta que es una ocasión sísmica grave con un tiempo de regreso de  $\pm 475$  años y una posibilidad de superación del 10% en 50 años, comprendida a lo largo de la duración de la estructura. (Norma E.030, 2018).

### **Cortante Basal de diseño**

Se determina como la potencia lateral que dispone el diseño de la estructura, y se obtiene del espectro de aceleraciones determinada en la norma, y mediante la elaboración la plataforma, el cruce del periodo de vibración, se obtiene un valor de aceleración el cual, al multiplicarse por la masa, se determina a través de la “Combinación modal” la cual define la cortante de dinámica, la que debe ser escalada en base al cortante estático para obtener el dato que corresponde al cortante del diseño (Norma E.030, 2018).

### **Combinación Modal**

La reacción posterior debe aceptar el modelo de mezcla modular, las medidas consideradas en los principios del plan sísmico-seguro se denominan: Mayor Valor Plausible (ABS), Doble Total, Mezcla



Cuadrática Completa (CQC), Superposición Directa, entre otras (Falconi, 2008)

Nuestra norma da dos tipos de reglas de mezcla modular, la primera es una cantidad de las tasas de Valor Plausible y Cruce Directo más extremas, la segunda es Mezcla Cuadrática Terminada (CQC) (Norma E.030, 2018).

### **Combinación Direccional**

Trabajamos en estructuras de tres capas con la mezcla llamada "Fundación cuadrada de la cantidad de las reacciones al cuadrado" teniendo en cuenta la potencia vitalmente del sismo al 100 por ciento y al 30%, que está en curso concurrente, sin embargo, el tipo de mezcla direccional no se establece directamente (Falconi, 2008).

### **Espectro de aceleraciones**

Las masas concentradas se utilizan a partir de ahora para desempeñar los medios de los elementos primarios en las estructuras que contienen una parte de amortiguación, que asienta la condición principal de la actividad (Chopra, 2012).

El estudio dinámico modal espectral incorpora el aseguramiento de plazos regulares, los modos de vibración y, todavía en el aire en la norma del plan sísmico-seguro, considerando que para cada curso se piensan todos modos que son de vibración, donde la sumatoria de masas efectivas, se encuentran en 90% de masa en promedio, tomando los primeros tres principales modos de la dirección de estudio, las cuales son: traslacional y rotacional en el eje (Norma E.030, 2018).

La fórmula que determina el espectro de aceleraciones es:

#### **Ecuación 1. Fórmula del Espectro de Aceleraciones**

$$S_a = \frac{ZUCS}{R_0 I_a I_p} * g$$

La aceleración y la combinación modal obtenida, en conjunto con el peso

de la estructura, brindan la fuerza basal. Ahora bien, de acuerdo con la norma visualizaremos las modificaciones de todos los espectros de pseudo teniendo un coeficiente de amplificación “C” para los diferentes perfiles de suelo “S (Norma E.030, 2018).

**Tabla 1.** Espectro de pseudo aceleraciones Norma E.030 – 2018

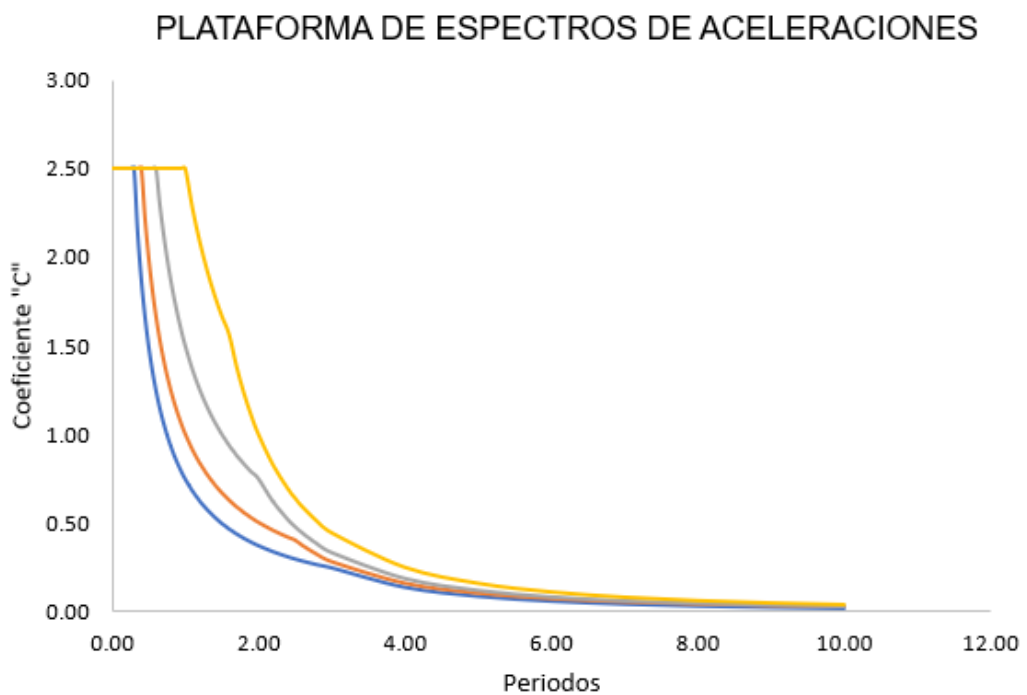
<b>NORMA "Diseño Sismorresistente" E.030-2018</b>				
<b>T</b>	<b>C - So</b>	<b>C - S1</b>	<b>C - S2</b>	<b>C - S3</b>
	<b>Tp=0.3</b>	<b>Tp=0.4</b>	<b>Tp=0.6</b>	<b>Tp=1.0</b>
	<b>TL=3.0</b>	<b>TL=2.5</b>	<b>TL=2.0</b>	<b>TL=1.6</b>
0	2.5	2.5	2.5	2.5
0.02	2.5	2.5	2.5	2.5
0.04	2.5	2.5	2.5	2.5
0.06	2.5	2.5	2.5	2.5
0.08	2.5	2.5	2.5	2.5
0.1	2.5	2.5	2.5	2.5
0.12	2.5	2.5	2.5	2.5
0.14	2.5	2.5	2.5	2.5
0.16	2.5	2.5	2.5	2.5
0.18	2.5	2.5	2.5	2.5
0.2	2.5	2.5	2.5	2.5
0.25	2.5	2.5	2.5	2.5
0.3	2.5	2.5	2.5	2.5
0.35	2.14	2.5	2.5	2.5
0.4	1.88	2.5	2.5	2.5

0.55	1.36	1.82	2.5	2.5
0.6	1.25	1.67	2.5	2.5
0.65	1.15	1.54	2.31	2.5
0.7	1.07	1.43	2.14	2.5
0.75	1	1.33	2	2.5
0.8	0.94	1.25	1.88	2.5
0.85	0.88	1.18	1.76	2.5
0.9	0.83	1.11	1.67	2.5
0.95	0.79	1.05	1.58	2.5
1	0.75	1	1.5	2.5
1.1	0.68	0.91	1.36	2.27
1.2	0.63	0.83	1.25	2.08
1.3	0.58	0.77	1.15	1.92
1.4	0.54	0.71	1.07	1.79
1.5	0.5	0.67	1	1.67
1.6	0.47	0.63	0.94	1.56
1.7	0.44	0.59	0.88	1.38
1.8	0.42	0.56	0.83	1.23
1.9	0.39	0.53	0.79	1.11
2	0.38	0.5	0.75	1
2.2	0.34	0.45	0.62	0.83
2.4	0.31	0.42	0.52	0.69
2.5	0.3	0.4	0.48	0.64
2.6	0.29	0.37	0.44	0.59
2.8	0.27	0.32	0.38	0.51
3	0.25	0.28	0.33	0.44
4	0.14	0.16	0.19	0.25
5	0.09	0.1	0.12	0.16

6	0.06	0.07	0.08	0.11
7	0.05	0.05	0.06	0.08
8	0.04	0.04	0.05	0.06
9	0.03	0.03	0.04	0.05
10	0.02	0.03	0.03	0.04

Fuente: Norma E.030 Diseño sismorresistente.

**Figura 1.** Plataforma del espectro de pseudo aceleraciones



Fuente: Norma E.030 -2018

Esta plataforma decide la capacidad alternativa dependiendo del cambio del componente de tierra, y posteriormente mientras se trabaja con suelos firmes o delicados, el aumento de velocidad sísmica se incrementa, lo que se convierte en una mayor resistencia del plan para

la estimación del examen primario y la configuración en el hormigón soportado.

### **Control de derivas**

La limitación de distorsiones relativas yace de los sistemas estructurales utilizados, con la finalidad de obtener un punto máximo, para que alcancen a ser arregladas, en el hipotético caso de dichas derivas sobrepasan los límites establecidos por la normativa, entonces la reparación no podrá ser una alternativa. Las distorsiones siempre están determinadas por la altura y el desplazamiento multiplicado por el factor de flexibilidad obtenido del análisis elástico no lineal, o una tasa en el rango del 75% y el 85% del descenso sísmico. Dentro de la estructura de la norma, se resolvió además que, teniendo en cuenta estas cualidades, debían comprobarse las anomalías de plano y de nivel, siendo las más perjudiciales las mutilaciones, las anomalías de torsión y los suelos blandos (Norma E.030, 2018).

### **Análisis Estructural**

Aquí se desarrolla los cálculos de las potencias internas, que incorporan cada uno de los componentes, así como las desfiguraciones en cada cubo, considerando las distorsiones de axiales, torsión, flexión y de cortante. (Panca, 2015).

### **Interacción Pórtico Tabique**

En el RNE, Norma E.070; nos detalla en el capítulo 10 todos los parámetros a utilizar para dicha interacción. Nos determina el uso de la interacción de los tabiques de albañilería con la estructura aporticada, los cuales son empleados para el refuerzo del pórtico como estructura principal.

A consecuencia de que el tabique no sea aislado, las acciones sísmicas producirán una interacción el cual hará que se incremente la rigidez lateral de dicho pórtico generando torsión en la estructura, concentración de los esfuerzos en los bordes de los pórticos, fisura del tabique, piso suave, columnas cortas y del aumento de las potencias sísmicas.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo, enfoque y diseño de la investigación**

##### **3.1.1. Enfoque de investigación:**

El proyecto es cuantitativo, debido a que, la investigación presenta ideas, problemas, en los cuales, se elabora un marco teórico, además de contener una hipótesis, por consiguiente, se realiza una recopilación de datos útiles para el estudio ya sea con métodos estadístico o una medición numérica, para así poder determinar el conjunto de factores que rigen el comportamiento de dicha variable en estudio (Hernandez, 2014)

##### **3.1.2. Tipo de Investigación:**

###### **3.1.2.1. Tipo de investigación por el propósito**

Esta es aplicada, siendo esta la forma en cómo se emplea los conocimientos adquiridos, en la experiencia, para así poder emplearlas en la investigación. (Vargas, 2009)

###### **3.1.2.2. Tipo de investigación por el diseño**

Para la presente se determinó que es de tipo no experimental – propositiva porque la variable en estudio no es manipulada, limitándose únicamente en analizarla, principalmente los fenómenos que sufre dicha variable y se realiza una propuesta con la finalidad de mejorar a variable fáctica.

### 3.1.2.3. Tipo de investigación por el nivel

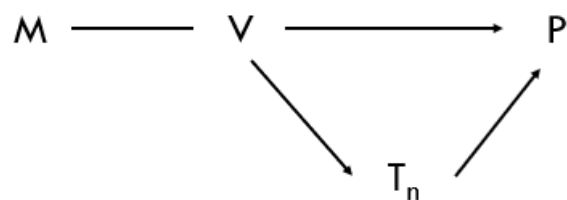
El nivel de este proyecto es descriptiva, Hernández (2010) lo conceptualiza como el estudio que pretende detallar todas las propiedades, riesgos, pero sobre todo las características más resaltantes de dicha variable, siendo determinante la recolección de la información ya sea de forma individual o agrupada tomando en cuenta las nociones o variables en tesis.

### 3.1.3. Diseño de investigación:

La investigación mediante diseño es no experimental y según (Hernandez, 2014), detalla que, este tipo de investigación no manipula la variable en estudio, además es propositiva ya que se plasmó una necesidad de analizar las estructuras mediante la rigidez frente a sismos, generando propuestas en base a los análisis y así encontrar soluciones a problemas actuales.

**Figura 2.** Diagrama del diseño de investigación

ESQUEMA:



Donde:

M: Muestra

V: Variable Fáctica

Tn: Análisis y fundamentación  
teórica

P: Propuesta

## 3.2. Variables y operacionalización

### 3.2.1. Variable

#### Rigidez frente a un sismo

En un sistema, los elementos trabajan en conjunto soportando esfuerzos evitando deformaciones; en las estructuras, la rigidez frente a un sismo se define como la acción de la estructura, principalmente de sus elementos, para resistir grandes deformaciones ante acciones sísmicas.

### 3.2.2. Matriz de clasificación de variable

**Tabla 2.** Matriz de clasificación de variable

Variables	CLASIFICACIÓN				
	Relación	Naturaleza	Escala de medición	Dimensión	Forma de medición
Rigidez frente a un sismo	Independiente	Cuantitativa Continua	Razón	Multidimensional	Indirecta

### 3.1.1. Matriz de convergencia (Anexo 3.1)

## 3.3. Población, muestra y muestreo

### 3.3.1. Población

La población definida es una edificación de concreto armado considerando interacción pórtico – tabique en Cajamarca – 2022

(López, 2004) define, como las cosas o grupos de personas con las que se perpetrará el estudio a la población.



### **3.3.2. Muestra**

En la muestra se consideró a una edificación de concreto armado considerando interacción pórtico – tabique en Cajamarca-

Según (López, 2004), define como muestra a una pequeña parte de dicha población, en la cual se estudiará.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **3.1.2. Técnica de recolección de datos**

Esta revisión utilizará la percepción inmediata y participativa, así como el estudio de archivo de los métodos de surtido de información, ya que la directriz incorporará visitas de campo y auditoría de informes para obtener los datos importantes para el giro de los acontecimientos. Los métodos de recopilación de información son la ayuda fundamental para impulsar la organización de un tema determinado. (Behar, 2008)

#### **3.1.3. Instrumento de recolección de datos**

(Niño, 2011) Define a los instrumentos de recolección de información como recursos que se emplea para que el investigador pueda obtener los datos que necesita para el desarrollo de la investigación.

Después de definir y considerar todas las técnicas de obtención de datos empleados para el estudio, a saber. Se considerarán herramientas de recolección de datos la observación y revisión de documentos, la guía de observación y el formulario resumen:

Para la topografía se empleará la Guía de Observación 1 (Anexo 4.1), la cual nos accederá tomar la averiguación del campo, igualmente del GPS que es el equipo que nos ayudara a realizar el cerco perimétrico y recibirán la verificación profesional correspondiente con

un certificado de calibración.

Para el estudio de superficies se ejecutará el ensayo en un laboratorio avalado por la Norma ASTM y de la observación obtenida se realizará una ficha de recolección de datos 1(anexo 4.2) la cual será validada por juicio de expertos, por consiguiente, la arquitectura se elaborará con el programa AutoCAD siempre considerando lo dispuesto en del RNE.

En el análisis sísmico, se tomará con una Guía de Observación N°01 y la ficha de recolección de datos N°1, ya que esos datos nos permitirán realizar la modelación de la estructura, de igual forma para el diseño estructural e interacción pórtico - tabique.

**Tabla 3.** Instrumento y validaciones

<b>Etapas de la investigación</b>	<b>Instrumentos</b>	<b>Validación/Confiability</b>
Estudio topográfico (perimétrico)	Guía de observación N°01	Juicio de Expertos
Estudio de geotécnico	Ficha de Recolección de datos N°01	Juicio de Expertos
Diseño arquitectónico	Guía de observación N°01	Juicio de expertos
Análisis sísmico (modal espectral)	Guía de observación N°01 Ficha de Recolección de datos N°01	Juicio de expertos
Diseño estructural	Guía de Observación N° 01 Ficha de Recolección de datos N°01	Juicio de expertos
Interacción Pórtico – Tabique	Guía de Observación N°01 Ficha de Resumen N°01	Juicio de expertos

#### **3.1.4. Validación del instrumento de recolección de datos**

Niño 2011 define la validez del instrumento como una herramienta utilizada para medir variables de forma precisa y determinista. (pág. 87).

Los estudios utilizarán guías de observación y hojas de resumen como herramientas para la recolección de datos y serán evaluados por expertos en cada campo de estudio:

- Guías de observación: La guía de observación N°01 será confirmado a través de juicio de experto, y será por el

Ingeniero Josualdo Villar Quiroz, cuyo CIP 106997. (Anexo 5.1).

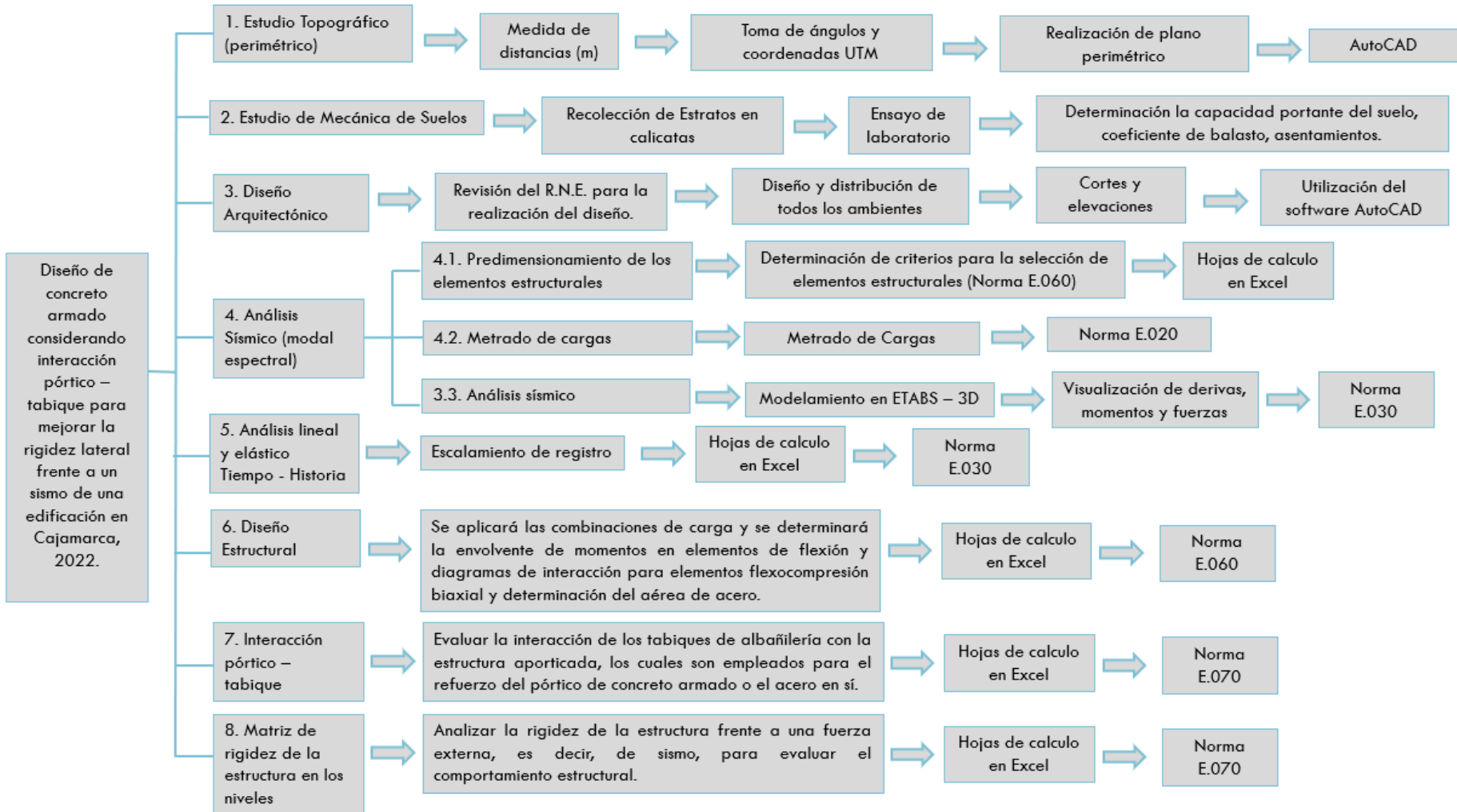
- Ficha de Recolección de Datos: La Ficha de Recolección Datos N°01 (Anexo 5.3) será validada por el laboratorio de Mecánica de Suelos y por el Ingeniero Luis Henry Tejada Miguel con CIP: 228195

### **3.1.5. Confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos**

- Los planos de catastro cuentan con garantía al ser georreferenciado por parte de la municipalidad de Cajamarca. (Anexo 5.5)
- Para la mecánica de suelos el laboratorio de suelos a cargo garantizara la confiabilidad del estudio. (Anexo 5.6)

### 3.5. Procedimientos

**Figura 3.** Procedimientos



### **3.5.1. Estudio de Mecánica de Suelos**

El EMS es una ciencia en la que se aplican todas las leyes de la mecánica y la hidrodinámica, sin perjuicio de las cuestiones de diseño que se incluyen, por ejemplo, los posos y las diferentes agrupaciones que no se fusionan con las partículas fuertes y que se crean por la descomposición sintética u otras variables mecánicas por las que pasan las piedras. (Cruz, 2018)

### **3.5.2. Estudio Topográfico**

El objetivo es utilizar tres componentes del espacio, dos de los cuales son distancias y uno es el nivel, para decidir el lugar general del punto de encuentro en el plano. (Sánchez, 2017)

### **3.5.3. Diseño Arquitectónico**

Conforme (Zárate, 2013), es una interacción dinámica basada en la realidad que pretende crear marcos organizados ajustando las realidades e investigaciones objetivas.

### **3.5.4. Análisis sísmico modal espectral**

La norma de análisis sísmico E.030 establece que la demanda estará dada por el pico máximo de aceleración de la zona (Z) en la que se encuentra el proyecto, pero modificada por unos factores de uso (U), perfil de suelo (S), factor de reducción sísmica (R) y un factor de amplificación sísmica (S) que varía acorde a los periodos de vibración.

### **3.5.5. Análisis lineal y elástico Tiempo – Historia**

Para temas prácticos de verificación en estructuras que recurran a un diseño elástico, se hace uso de un análisis Tiempo – Historia en el mismo rango, para ello se utiliza registros directos reales, que por lo general hayan tenido a lo largo de la historia importante por su magnitud, sin embargo, estas demandas directas deben ser normalizadas mediante un factor de escala, que esté acorde a un espectro objetivo que por lo general suele ser del mismo código, esto permitirá amplificar los componentes del registro sísmico y evaluar los esfuerzos y fuerzas de

los elementos.

### 3.5.6. Diseño Estructural

La normativa destaca las cuantías mínimas los componentes, los cuales garantizan que, a tal punto, estos no lleguen a una condición de ruptura debido a la contracción sustancial. Las sumas base, atractivas y mayores administrativas se rastrean en la norma E.060 de 2009 y pueden aplicarse a los componentes primarios, estas sumas son idénticas a una amplia gama de marcos referenciados en la norma sustancial construida.

#### 3.5.6.1. Diseño de vigas

El diseño se define mediante las siguientes ecuaciones:

**Ecuación 2.** Momento nominal resistente de un elemento a flexión

$$\phi M_n = A_s f_y \left( d - \frac{a}{2} \right)$$

Y la cuantía cumplirá con:

**Ecuación 3.** Cuantía de acero para elementos sometidos a flexión

$$\rho = \frac{0.85 f'_c}{f_y} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2R_n}{0.85 f'_c}} \right)$$

Siendo la mínima cuantía:

**Ecuación 4.** Cuantía mínima para elementos sometidos a flexión

$$\rho_{min} = 0.7 \frac{\sqrt{f'_c}}{f_y}$$

Es fundamental que esté controlado a tracción, de no ser así, la ecuación varía cuando está a compresión:

**Ecuación 5.** Momento nominal resistente de elementos sometidos a flexión con acero en compresión

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

Y la cuantía deberá satisfacer con:

**Ecuación 6.** Cuantía de acero a compresión para elementos sometidos a flexión.

$$\rho' = \frac{M'_n}{f'_s (d - d') b d}$$

Para compresión del acero, se deberá hallar:

**Ecuación 7.** Cuantía de acero a tracción para elementos sometidos a flexión

$$\rho = \rho_t + \frac{M'_n}{f_y (d - d') b d_t}$$

También, tener en consideración la mínima cuantía:

**Ecuación 8.** Cuantía mínima para elementos sometidos a flexión

$$\rho_{\min} = 0.7 \frac{\sqrt{f'_c}}{f_y}$$

Su valor de “Ø” cambia en función la deformación unitaria del acero de refuerzo a tracción.

La firmeza de una viga se basa en la aportación de lo que pueden brindar los materiales, tales como, concreto y acero, por ello, las fórmulas para el cálculo de la resistencia es:

Aporte del concreto a cortante:

**Ecuación 9.** Cortante por aporte del concreto

$$V_c = 0.53\sqrt{f'_c}bd$$

**Ecuación 10.** Cortante por aporte del acero

$$V_s = \frac{A_v f_y d}{S}$$



### 3.5.6.2. Diseño de losa maciza

La capacidad a flexibilidad ya en cualquier de las orientaciones, se determina por la siguiente formula.

**Ecuación 11.** Momento nominal resistente para elementos sometidos a flexión

$$\phi M_n = A_s f_y \left( d - \frac{a}{2} \right)$$

**Ecuación 12.** Cuantía de acero para elementos sometidos a flexión

$$\rho = \frac{0.85 f'_c}{f_y} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2R_n}{0.85 f'_c}} \right)$$

**Ecuación 13.** Cuantía mínima de acero para elementos sometidos a flexión

$$\rho_{\min} = 0.0018$$

La capacidad a corte se basa en el aporte de materiales, como concreto y acero siendo cuantificada por las siguientes ecuaciones:

#### **Ecuación 14. Cortante por aporte del concreto**

$$V_c = 0.53\sqrt{f'_c}bd$$

#### **3.5.6.3. Diseño de escalera**

La firmeza de los escalones sigue límites de plan similares en lo que respecta a las piezas fuertes. En el caso de los escalones habituales, la técnica es equivalente a la de las piezas fuertes, aunque a veces se requieren formas excepcionales en las que el impacto abrumador se convierte en cizallamiento, obteniendo un apoyo primario mediante estribos. Es más, en el caso de que se anexasen medios a diferentes componentes, el trabajo se completa como si fueran voladizos.

#### **3.5.6.4. Diseño de columnas**

La capacidad a flexibilidad bi – axial para elementos a compresión se centra en determinar una superficie de interacción, que vincula la capacidad a flexión y carga axial, la cual debería envolver la demanda según las combinaciones de diseño.

Además, la capacidad a corte esta dada por los materiales de concreto y acero, siendo cuantificadas según las siguientes ecuaciones:

**Ecuación 15.** Cortante por aporte del concreto en un elemento sometido a carga axial

$$V_c = 0.53 \sqrt{f'_c} \left(1 + \frac{N_u}{140A_g}\right) bd$$

**Ecuación 16.** Cortante por aporte del acero

$$V_s = \frac{A_v f_y d}{S}$$

#### 3.5.6.5. Diseño de placas

La capacidad a flexibilidad bi – axial para elementos a compresión se centra en determinar una superficie de interacción, que vincula la capacidad a flexión y carga axial, la cual debería envolver la demanda según las combinaciones de diseño.

Además, se debe verificar cuales son las deformaciones predominantes en la placa pudiendo ser por flexión o corte, depende de la relación que hay entre la altura y longitud del muro, de manera que se pueda cuantificar el esfuerzo a compresión actuante en el ala del elemento.

### 3.5.6.6. Diseño de zapatas combinadas

La capacidad a flexibilidad esta determinada por la respuesta de la reacción de la presión que ejerce las cargas gravitacionales al sueño, se debe calcular el corte en un sentido tipo viga, el cortante en dos sentidos o por punzonamiento, finalmente el aplastamiento. Es necesario determinar las siguientes ecuaciones;

**Ecuación 17.** Momento nominal resistente en elementos sometidos a flexión

$$\phi M_n = A_s f_y \left( d - \frac{a}{2} \right)$$

**Ecuación 18.** Cuantía de acero para elementos sometidos a flexión

$$\rho = \frac{0.85 f'_c}{f_y} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2R_n}{0.85 f'_c}} \right)$$

**Ecuación 19.** Cuantías mínimas de acero sometidos a flexión

$$\rho_{min} = 0.7 \frac{\sqrt{f'_c}}{f_y} \quad , \quad 14/f_y$$

**Ecuación 20.** Cortante por aporte del concreto

$$V_c = 0.53\sqrt{f'_c}bd$$

**Ecuación 21.** Cortante por aporte del concreto

$$\phi V_n = \phi 0.53 \left( 1 + \frac{2}{\beta} \right) \sqrt{f'_c}bd$$

$$\phi V_n = \phi 0.27 \left( \frac{\alpha_s d}{b_0} + 2 \right) \sqrt{f'_c}bd$$

$$\phi V_n = \phi 1.06\sqrt{f'_c}b_0d$$

### 3.6. Método de análisis de datos

#### 3.6.1. Técnicas de análisis de datos

#### 3.6.2. Estadística descriptiva

Dado que la variable es cuantitativa y que la exploración es de tipo transversal no experimental, se utilizarán mediciones de hechura. Para completar el modelo subyacente, se utilizarán diagramas medibles para recoger los datos y procesar en el programa Excel para poder realizar los cálculos particulares.

**Figura 4.** Tabla de frecuencia de datos

Mapa para el estudio de la contaminación _____	Fecha _____ Hora _____	Río _____	Nombre del investigador _____
--	---------------------------	-----------	-------------------------------

■ Fábricas

Los lugares de recolección están separados por tramos iguales de río. Haga un gráfico de los usos de la tierra (emplee el código de quebrados) y márque los drenajes.

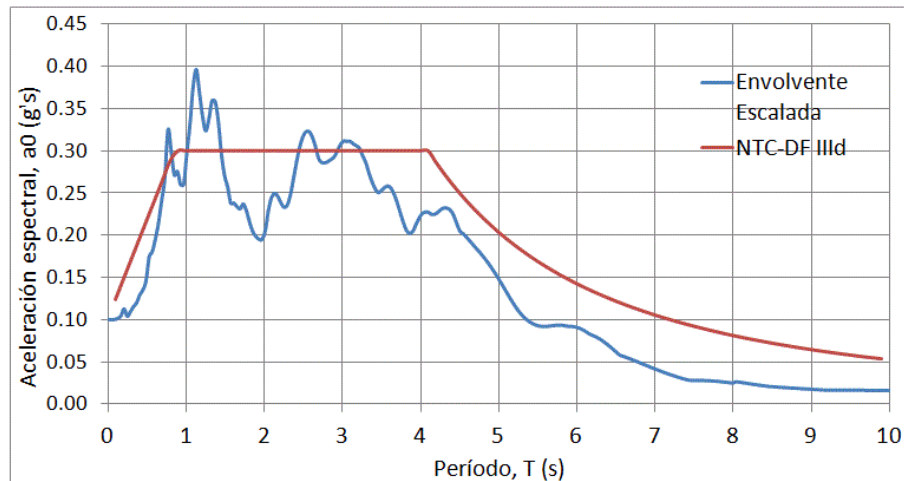
Lugar	RTE	TSD	SS <sup>+</sup>	DBO	Caudal	Aspecto	pH
Lugar 1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							

Animales indicadores	Eliímera	Pleópteros	Polam-piñón	Quitón- malos	Bulino	Psicóidos	Tubílicos	Ninguno	%
	No.	No.	No.	No.	No.	No.	No.	No.	
Lugar 1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									

**Nota:** La figura muestra una tabla de recolección de datos topográficos

**Figura 5.** Gráficos estadísticos



**Nota:** La figura muestra un gráfico que plasma el espectro de aceleraciones

### 3.7. Aspectos éticos

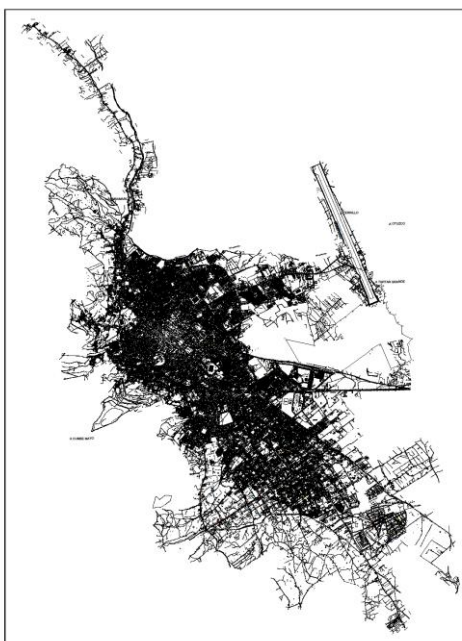
El proyecto tiene algunos puntos de vista morales ya que fue realizada y coordinada por expertos con un alto límite de acercamiento dentro del área bajo estudio, a pesar de la gran conexión entre el especialista y la región donde se aplicó el examen; produciendo buenos resultados. Por otra parte, la moral dentro del examen crea una calidad inquebrantable, a pesar de que se completó el surtido de información de otras investigaciones anteriores, obviamente de fuentes confiables y comprobadas. Todo ello ha sido referido, de forma adecuada, a la luz del Manual ISO 690 y 690 - 2; así como jugando con la comparabilidad de la exploración a través del programa TURNITIN (Adición N°06).

### 3.8. Desarrollo de tesis

#### 3.8.1. Estudio Topográfico

Se utilizó el dispositivo GPS y una hoja de registro para datos en el Excel; distancias y coordenadas, fueron ingresadas al programa AutoCAD, para realizar el plano perimétrico.

La información fue comparada con el plano catastral de Cajamarca.



**Figura 6.** Plano catastral de Cajamarca

Para la obtención de la información a través del GPS, se continuó delimitando el área de concentración mediante el salpicado de mortero alrededor del borde, trabajando con la obtención de los lugares de cada vértice; a partir de ahí, se repartió un metrarse a cada vértice, quedando reflejado en el croquis que se realizó manualmente, así, se estimaron las distancias entre cada punto para posteriormente certificarlas con los aspectos subsiguientes mientras se enviaban las organizaciones UTM, alejándose del margen de error, que pudiera resultar del aparato GPS.

La visión perimétrica se realizó físicamente y se completó con los instrumentos de acompañamiento:

-GPS manual Garmin

-Cinta de medir KAMASA KM-914 (50m).

### **3.8.2. Estudio de mecánica de suelos**

Los datos obtenidos de la calicata se insertaron en la ficha de recolección de datos. Se cumplieron los parámetros establecidos por la Norma E.050 de Suelos y Cimentaciones, para estructuras de categoría C “viviendas”. La finalidad de efectuar el estudio de suelos

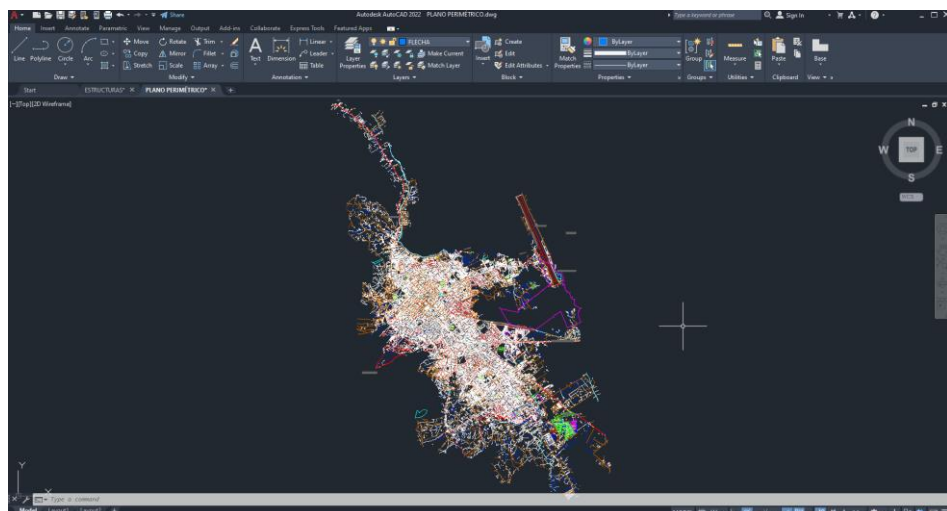


fue para saber las cualidades mecánicas y la forma de comportarse según el tipo de suelo, y para poder obtener la información necesaria primero se identificó el área de estudio, posterior a ello se designó estratégicamente el punto de excavación para realizar la calicata, la profundidad de las estas dependió de la profundidad estimada de 6.00m, donde se tomaron las muestras en bolsas plásticas.

Ya obtenida las muestras de las calicatas, se realizó el estudio granulométrico por tamiz conforme a AASHTO T-27 ASTM D 422, límites de consistencia de acuerdo a AASHTO T-90 – ASTM D 4318, la capacidad portante y finalmente el ensayo de corte directo ASTM D 3080.

### 3.8.3. Diseño arquitectónico

El plan del diseño de arquitectura considera una dispersión de condiciones, el diseño de los niveles se propuso de la siguiente manera: para detenerse en la región inferior del nivel del suelo (semisótano de tormenta), así como lofts para la concurrencia desde el nivel principal hasta lo más alto de la estructura (6 pisos incluyendo el semisótano de tormenta además del techo de la casa). Se utilizó como base, la Normas A.010 y A.020.



**Figura 7.** Plano perimétrico en software AutoCAD 2022

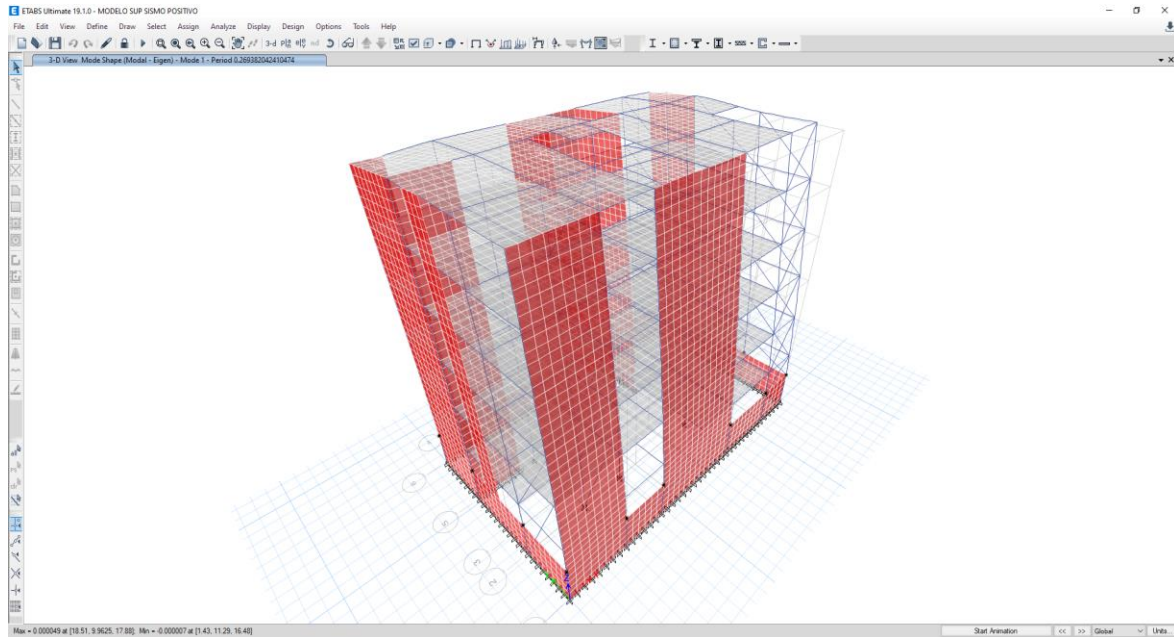
#### **3.8.4. Análisis sísmico (modal espectral)**

Se efectuó el estudio sísmico modal espectral. Gracias a esto se logró conseguir los valores necesarios, iniciando desde el tiempo principal de vibración, definir el cortante de diseño, el sistema estructural y por cada entre piso sus derivas. Se empleó la normativa E.030 para la definición de sus valores.

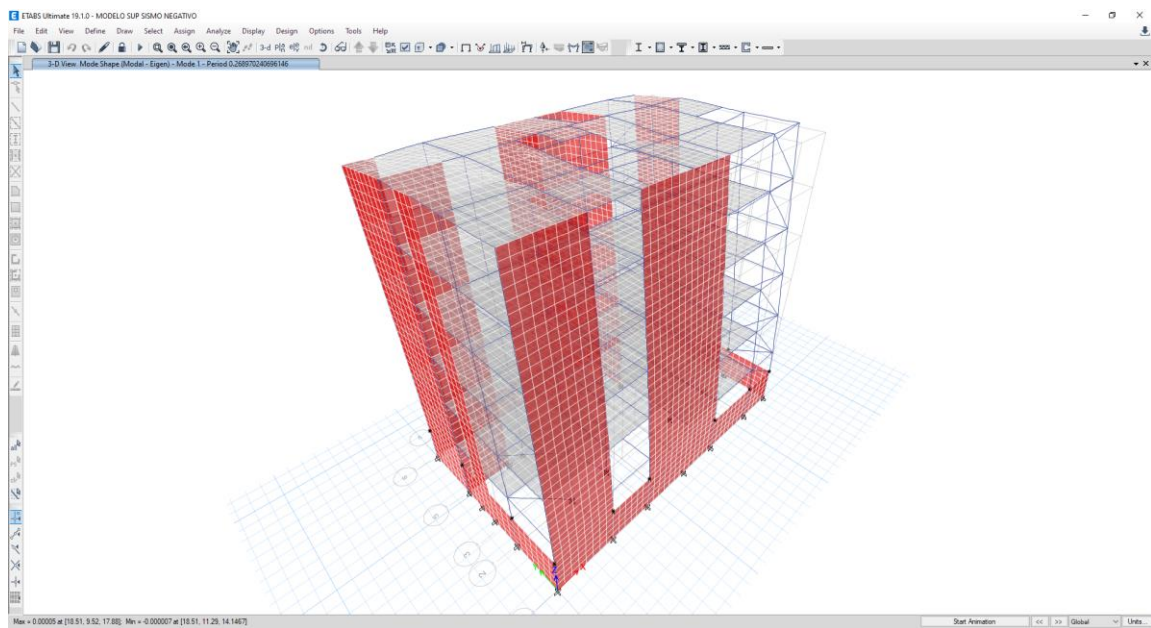
La finalidad del desarrollo del análisis sísmico es fundamental ya que es un requisito de análisis previo a la demanda por parte de las cargas dinámicas y eventuales, como el sismo, logrando conseguir las fuerzas en cada elemento, a lo que se le conoce como el estudio de las estructuras.

Para la investigación, se identificó los coeficientes sísmicos, de amplificación sísmica (C), zonificación (Z), uso (U), perfil de suelo (S) y coeficiente de reducción sísmica (R). Con los datos obtenidos se pudo definir la plataforma que, en conjunto con el análisis modal obtenido por el programa ETABS, surgió una previa demanda. Posterior a ello, se procedió a verificar las derivas con el análisis dinámico, con la finalidad de ver si la estructura definida es la correcta o se debe realizar algún cambio.

Seguidamente, se verifica si hay irregularidad en planta o altura, obtenida la información, esa cortante en la base, se escala la fuerza pero del porcentaje normativo (80% o 90%) del análisis estático, conforme a las condiciones para regularidad o irregularidad de la construcción. Así, se calcula la cortante de diseño.



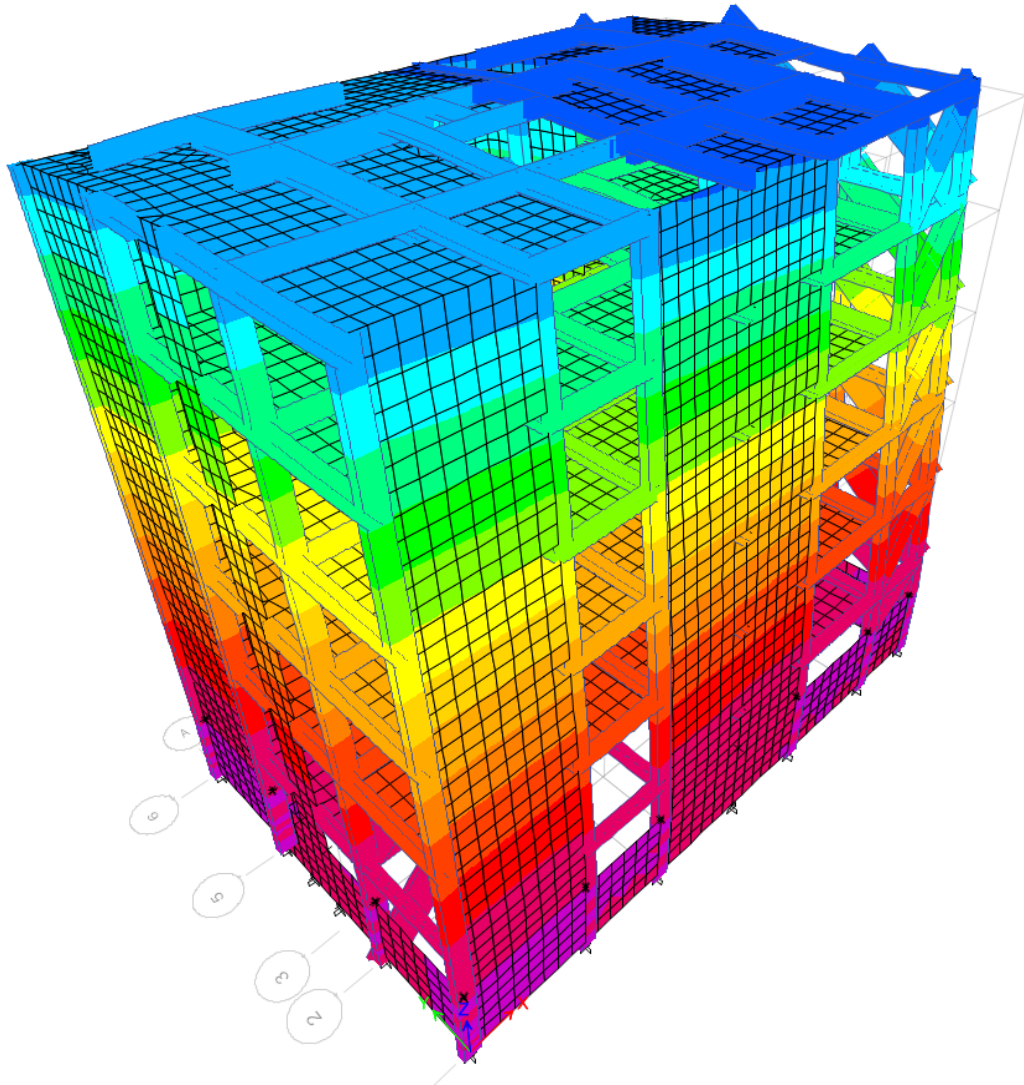
**Figura 8.** Análisis sísmico modal espectral en el programa autorizado ETABS V19 para sismo en dirección positivo.



**Figura 9.** Análisis sísmico modal espectral en el programa autorizado ETABS V19 para sismo en dirección negativa.

#### **3.8.4.1 Masa participativa**

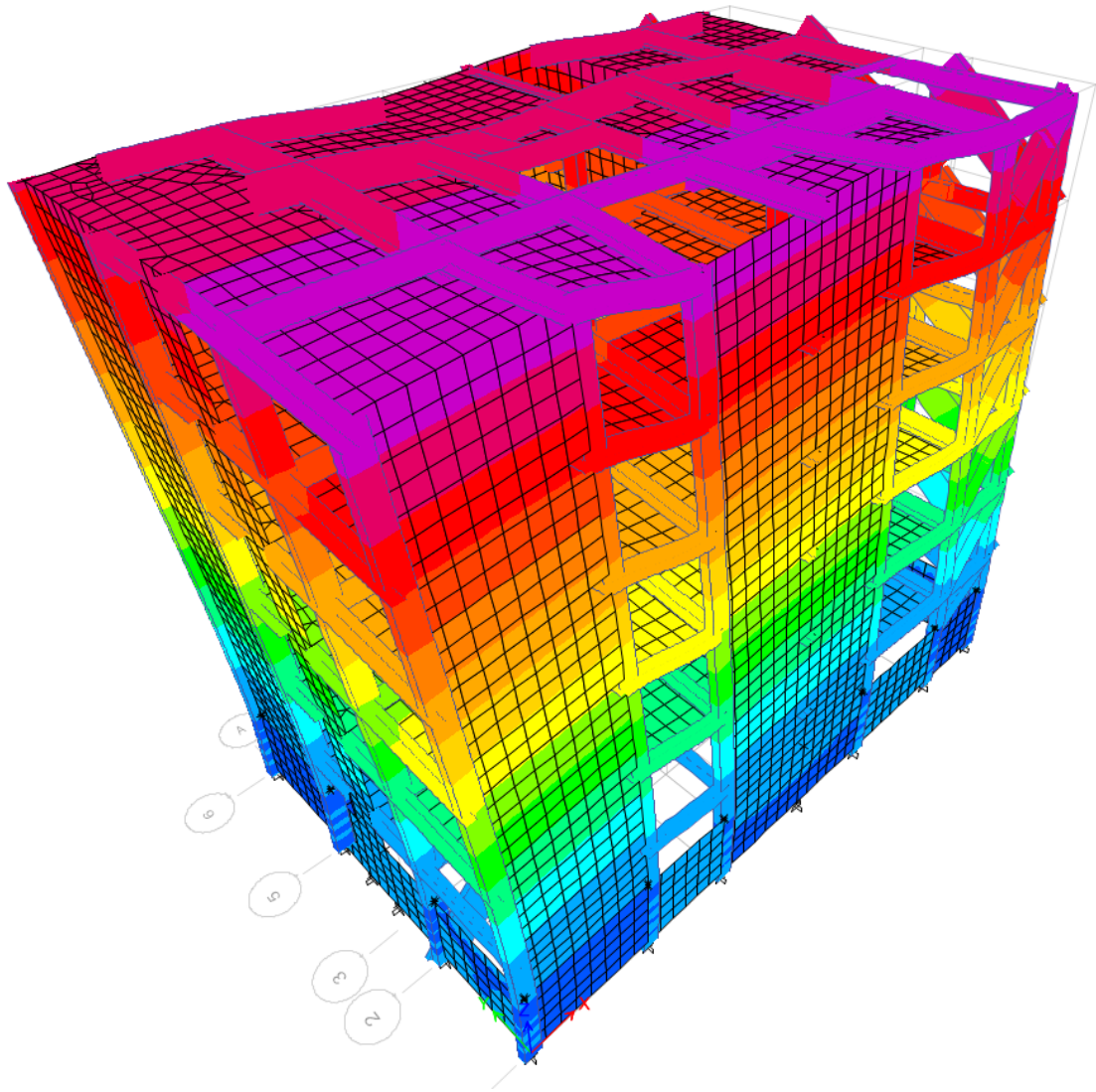
Los índices de porcentaje de las masas participativas representan la toma ya sea de traslación y/o rotación donde se involucra la oscilación de la estructura. El primer modo de vibración indica que la masa más preponderante es traslacional en dirección YY con un 66.73%; en el modo dos de vibración, es traslacional en la dirección XX con 66.98%; para el tercer modo, la dirección es rotacional en YY con un 66.40%. en base a la normativa sobre diseño sísmico, se indica que la sumatoria de masa acumulada en las direcciones principales deben ser como mínimo 90%, lo cual cumple ya que se obtuvo para la dirección en YY un resultado de 91.29%, para la dirección en XX un valor de 91.59%. Cabe mencionar que son como máximo doce modos y 3 como mínimo. Esquemáticamente, se visualizan los tres primeros modos de la siguiente manera:



**Figura 10.** Modo de vibración traslacional en dirección UYY

**Tabla 4.** Primer modo de vibración en dirección UYY

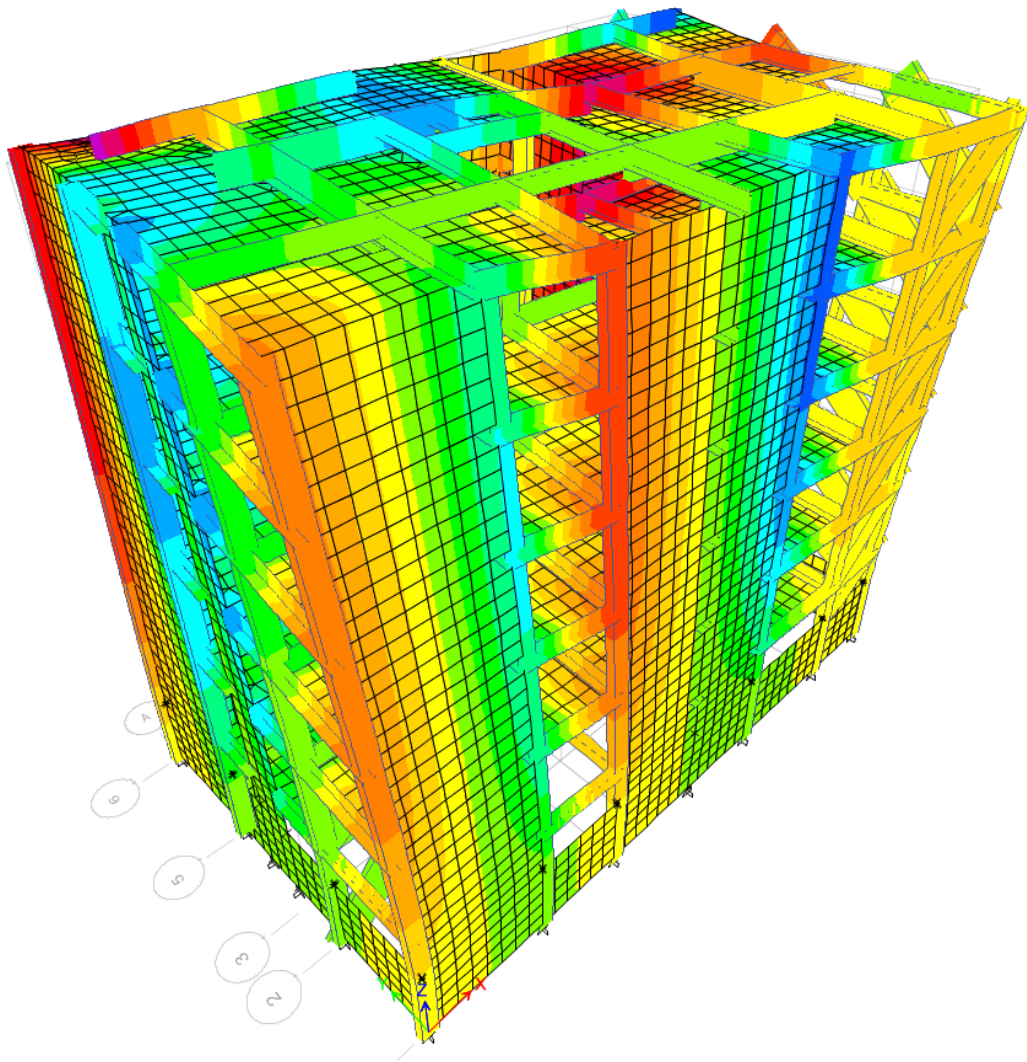
MODO	Periodo	DIRECCIÓN
	"T" seg.	
1	0.27	UY



**Figura 11.** Modo de vibración traslacional en dirección UXX

**Tabla 5.** Segundo modo de vibración en dirección UXX

MODO	Periodo	DIRECCIÓN
	"T" seg.	
2	0.22	UX



**Figura 12.** Modo de vibración rotacional en dirección UY

**Tabla 6.** Tercer modo de vibración en dirección UYY

MODO	Periodo	DIRECCIÓN
	"T" seg.	
3	0.18	RZZ

### 3.8.4.2 Espectro de aceleraciones

consideramos una plataforma de espectro de aceleración debido a que en ambas direcciones se mantiene la misma demanda; se consideró las mismas irregularidades en altura y en planta, estas corresponden a irregularidades extremas de rigidez e irregularidades de discontinuidad del diafragma, respectivamente.

Para las direcciones XX y YY, se obtuvo la ordenada máxima de 7.07 m/s<sup>2</sup>, lo que ocasiona que para los periodos de vibración de 0.267seg y 0.223seg la aceleración correcta para diseño es de 707gals, respectivamente.

#### **3.8.4.3 Factor de escala de fuerza cortante mínima**

Según la normativa E.030, la mínima cortante para diseño de edificaciones regulares es de un 80%, valor que fue utilizado para obtener el componente de escala en base a la cortante estática en dirección XX; para edificaciones irregulares en la dirección YY se necesita del 90% de la cortante estática. Nos dio por resultado que el factor de escala para lo realizado en ambas direcciones es: 1.001053 para el análisis en dirección XX y 1.252887 para el análisis en dirección YY, estos datos conciernen a la irregularidad y regularidad en todas las direcciones, correspondientemente.

#### **3.8.4.4 Cortante basal de diseño**

En la base de la estructura se hizo el cálculo respectivo para las cortantes de diseño, dichas fuerzas no necesitaron ser escaladas, debido que las fuerzas de naturaleza dinámica resultaron ser mayor que el 90% de la cortante estática; las fuerzas de diseño son en la dirección XX de 1030.62tonf y en la dirección YY de 1031.04tonf.

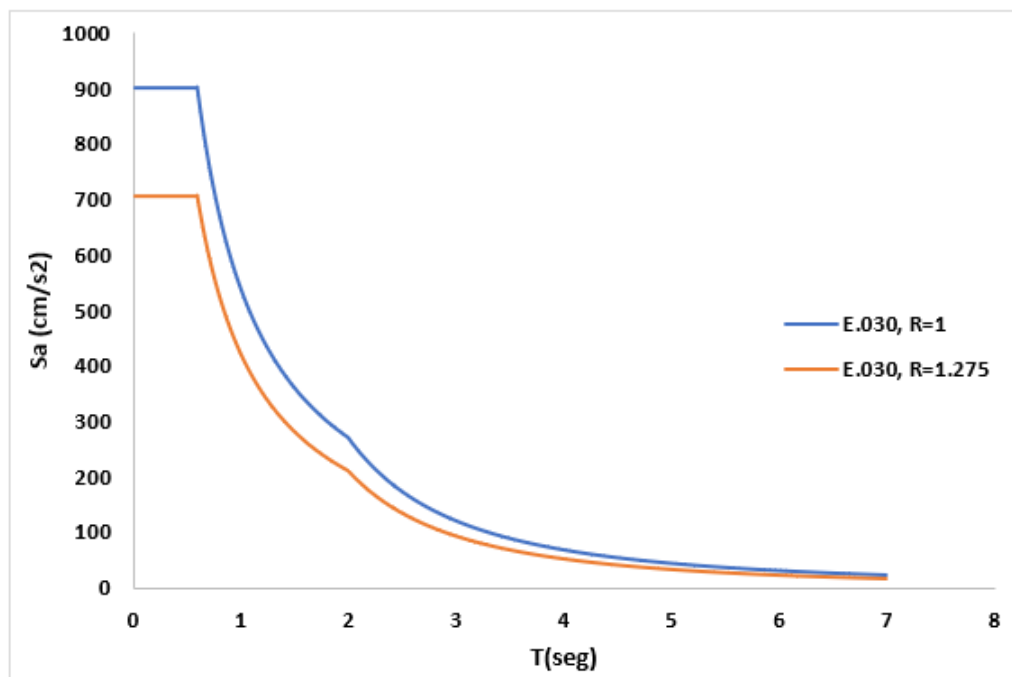
#### **3.8.4.5 Derivas**

Según la correspondiente norma E.070 de Diseño en Albañilería, la máxima deriva para el diseño de la edificación es del 5/1000, debido a la presencia de la interacción pórtico – tabique. Se rigidizó la estructura con placas de .25m con la finalidad de dar a la configuración de simetría en conjunto también con los muros de albañilería. La máxima deriva estuvo por debajo del máximo valor permisible, siendo de 2.359/1000 al utilizar un f'c equivalente de 280kgf/cm<sup>2</sup>. Esta deriva se encuentra ubicada en el eje 1 del cuarto nivel.



### 3.8.5. Análisis lineal y elástico Tiempo – Historia

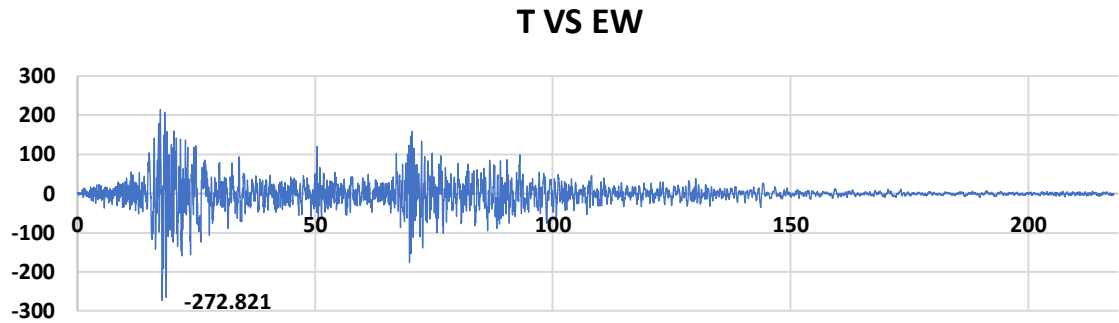
Esta verificación se realizó teniendo en cuenta un espectro de respuesta elástico sin reducir, puesto que se requería un análisis lineal y así lo especifica el reglamento. En un principio se realizó la comparación de espectros donde se visualiza las ordenadas con  $R=1$ , y las ordenadas con  $R=1.275$ :



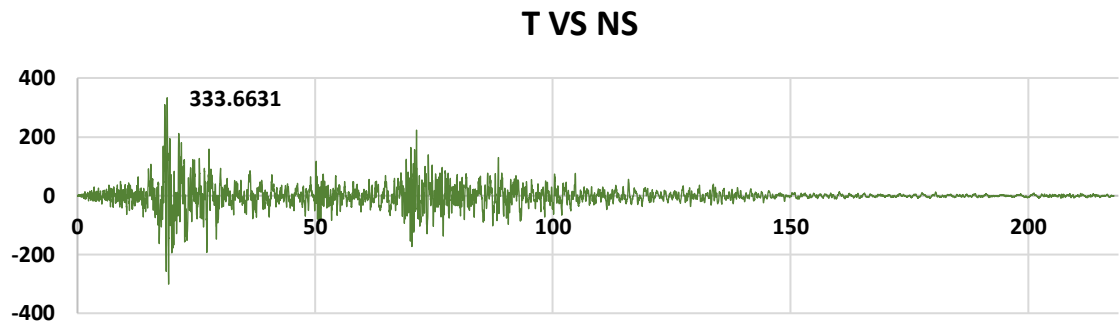
**Figura 13.** Espectro de aceleraciones

De inmediato, se empleó un registro directo, que para este caso fue el de PISCO 2007, con sus dos componentes, ya que el análisis que se realizó fue bidireccional; los máximos picos en ambas direcciones fueron de  $-272.82 \text{ cm/s}^2$  y  $333.66 \text{ cm/s}^2$  que corresponden a EN y NS, respectivamente.

Tabulando los registros sísmicos:



**Figura 14.** Tabulación Este – Oeste, sismo PISCO 2007



**Figura 15.** Tabulación Norte – Sur, sismo PISCO 2007

### 3.8.6. Diseño estructural

Se obtuvo el armado necesario y el procedimiento de cálculo para la capacidad de las secciones de los elementos estuvo en función al método LRFD.

Se realizó el análisis estructural como una parte preliminar considerando cargas gravitacionales, así como la carga dinámica con el sismo. Se utilizó mayoración de cargas como se muestra en las ecuaciones 9.1, 9.4, y 9.5. a continuación se muestra el cálculo correspondiente a cada elemento:

#### - Diseño de vigas

Diseño para la viga situada en la elevación B y el nivel 1, entre las

elevaciones 2 y 5. Se desarrolla el diseño por corte, capacidad, flexión y torsión. Se considera la Norma E-060

**Tabla 7.** Datos requeridos para el diseño de viga peraltada

h <sub>viga</sub>	0.40	m
b <sub>viga</sub>	0.25	m
P <sub>u</sub>	1.5616	tonf
0,1f' <sub>c</sub> Ag	28	tonf
P <sub>u</sub> < 01 f' <sub>c</sub> Ag	<b>Viga</b>	
Luz libre de la viga	4.25	m
f' <sub>c</sub>	2800	tonf/m <sup>2</sup>
f <sub>y</sub>	42000	tonf/m <sup>2</sup>
0.7*f' <sub>c</sub>	1960	tonf/m <sup>2</sup>
Recubrimiento, r	0.04	m
Estribo Ø3/8"	0.009525	m
d* (-)	0.08	m
d* (+)	0.08	m
d (-)	0.320	m
d (+)	0.320	m
E <sub>s</sub>	20000000	tonf/m <sup>2</sup>
E <sub>y</sub>	0.0021	
E <sub>c</sub>	2509980	tonf/m <sup>2</sup>
Ø flexión	0.9	
Ø corte y torsión	0.85	
B1	0.85	
ε <sub>c</sub> (def. unitaria concreto)	0.003	
ε <sub>t</sub> (def. unitaria acero)	0.007	

Al realizar por flexión el diseño, se verifico que nos e requiere acero a comprensión; el procedimiento para este diseño es:

**Tabla 8.** Diseño por flexión de viga peraltada

Mu (-)	3.9298	tonf-m
Mu (+)	1.922	tonf-m
Requisitos de la Norma	3.9298	tonf-m
Mu (-) de diseño	3.9298	tonf-m

<b>Mu (+) de diseño</b>	<b>1.922</b>	tonf-m
<b>Aplica Redistribución de Mu (?)</b>	<b>No aplica</b>	
<b>Porcentaje de redistribución (-)</b>	7.00%	
<b>Porcentaje de redistribución (+)</b>	7.00%	
<b>Mu redistribuido (-)</b>	3.6547	tonf-m
<b>Mu redistribuido (+)</b>	1.7875	tonf-m
<b>Rn (-)</b>	170.5642	tonf/m2
<b>Rn (+)</b>	83.4201	tonf/m2
<b>ft (-) 1 o 2 capas</b>	0.01445	
<b>ft (+) 1 o 2 capas</b>	0.01445	
<b>Rnt (-)</b>	529.2881	tonf/m2
<b>Rnt (+)</b>	529.2881	tonf/m2
<b><math>Rn &gt; Rnt(-)</math></b>	<b>Controlada a tracción</b>	
<b><math>Rn &gt; Rnt(+)</math></b>	<b>Controlada a tracción</b>	
<b>ft (-) a tracción en una sección controlada a compresión</b>	0.01445	
<b>ft (+) a tracción en una sección controlada a compresión</b>	0.01445	
<b>ft (-) a tracción en una sección controlada a tracción</b>	0.00421804	
<b>ft (+) a tracción en una sección controlada a tracción</b>	0.002022279	
<b>Mnt (-)</b>	13.5498	tonf-m
<b>Mnt (+)</b>	13.5498	tonf-m
<b>M'n (-)</b>	-9.1833	tonf-m
<b>M'n (+)</b>	-11.4142	tonf-m
<b>c(-)</b>	0.096	M
<b>c(+)</b>	0.096	M
<b>f's ≤ fy (-)</b>	10000	tonf/m2
<b>f's ≤ fy (+)</b>	10000	tonf/m2
<b>As (-) requerido</b>	3.3744	cm2
<b>A's (-) requerido</b>	0.0000	cm2
<b>A's (+) requerido</b>	0.0000	cm2
<b>As (+) requerido</b>	1.6178	cm2
<b>Asmín f'c &lt; 310kg/cm2</b>	2.66667	cm2
<b>Asmín f'c &gt; 310kg/cm2</b>	2.23109	cm2
<b>As sup</b>	3.3744	cm2
<b>As inf</b>	2.6667	cm2
<b>As sup corrido requerido</b>	1.2756	cm2
<b>As inf corrido requerido</b>	0.8889	cm2
<b>As sup corrido: Øb (1)</b>	<b>Ø1/2"</b>	<b>Diámetro</b>
<b>As sup corrido: Área (1)</b>	<b>1.29</b>	<b>cm2</b>

As sup corrido : n° barras (1)	2	barras
As sup corrido colocado (1)	2.5800	cm2
As sup corrido: Øb (2)	Øb	Diámetro
As sup corrido: Área (2)	0	cm2
As sup corrido : n° barras (2)	0	Barras
As sup corrido colocado (2)	0.0000	cm2
Doble capa de acero corrido (?)	<b>NO</b>	
As sup bastón: Øb (1)	Ø3/8"	Diámetro
As sup bastón: Área (1)	0.71	cm2
As sup bastón: n° barras (1)	2	barras
As sup bastón: Øb (2)	Øb	diámetro
As sup bastón: Área (2)	0	cm2
As sup bastón: n° barras (2)	0	barras
As sup bastón: Øb (3)	Øb	diámetro
As sup bastón: Área (3)	0	cm2
As sup bastón: n° barras (3)	0	barras
As sup bastón colocado	1.4200	cm2
As sup total colocado	4.0000	cm2
Porcentaje: 95% min	118.5385	%
Porcentaje: 95% min	96.7500	%
As inf total colocado	2.5800	cm2
As inf bastón colocado	0.0000	cm2
As inf bastón: n° barras (3)	0	barras
As inf bastón: Área (3)	0	cm2
As inf bastón : Øb (3)	Øb	diámetro
As inf bastón: n° barras (2)	0	barras
As inf bastón: Área (2)	0	cm2
As inf bastón : Øb (2)	Øb	diámetro
As inf bastón: n° barras (1)	0	barras
As inf bastón: Área (1)	0	cm2
As inf bastón : Øb (1)	Øb	diámetro
Doble capa de acero corrido (?)	<b>NO</b>	
As inf corrido colocado (2)	0.0000	cm2
As inf corrido : n° barras (2)	0	barras
As inf corrido: Área (2)	0	cm2
As inf corrido: Øb (2)	Øb	diámetro
As inf corrido colocado (1)	2.5800	cm2
As inf corrido : n° barras (1)	2	barras
As inf corrido: Área (1)	1.29	cm2
As inf corrido: Øb (1)	Ø1/2"	diámetro
As (-) requerido	4.0000	cm2
A's (-) requerido	2.5800	cm2
A's (+) requerido	4.0000	cm2
As (+) requerido	2.5800	cm2
Asumiendo A's(-) fluye, a (-) :	0.0282	m

Asumiendo A's(-) fluye, c (-)	0.0332	M
Asumiendo A's(+) fluye, a (+)	0.0282	M
Asumiendo A's(+) fluye, c (+)	0.0332	M
d'4 (-)	0.1373	M
d'3 (-)	0.1123	M
d'2 (-)	0.0873	M
d'1 (-)	0.0559	M
e's4 (-)	-0.0094036	
e's4 (-) $\geq e_y$ (?)	Acero no fluye	
e's3 (-)	-0.0071458	
e's3(-) $\geq e_y$ (?)	Acero no fluye	
e's2 (-)	-0.0048880	
e's2(-) $\geq e_y$ (?)	Acero no fluye	
e's1 (-)	-0.0020514	
e's1 (-) $\geq e_y$ (?)	Acero no fluye	
d'4 (+)	0.1468	M
d'3 (+)	0.1218	M
d'2 (+)	0.0921	M
d'1 (+)	0.0559	M
e's4 (+)	-0.0102623	
e's4 (+) $\geq e_y$ (?)	Acero no fluye	
e's3 (+)	-0.0080045	
e's3(+) $\geq e_y$ (?)	Acero no fluye	
e's2 (+)	-0.0053173	
e's2(+) $\geq e_y$ (?)	Acero no fluye	
e's1 (+)	-0.0020514	
e's1 (+) $\geq e_y$ (?)	Acero no fluye	
et (-)	0.0259000	
et (-) $\geq e_t$ asumido (?)	Viga dúctil	
et (+)	0.0259000	
et (+) $\geq e_t$ asumido (?)	Viga dúctil	
Asumiendo A's(-) no fluye, c (-)	0.0427	M
Asumiendo A's(+) no fluye, c (+)	0.0456	M
Asumiendo A's(-) no fluye, a (-)	0.0502	M
Asumiendo A's(+) no fluye, a (+)	0.0536	M
e's4 (-)	-0.00664883	
e's4 (-) $\geq e_y$ (?)	Acero no fluye	
e's3 (-)	-0.00489246	
e's3(-) $\geq e_y$ (?)	Acero no fluye	
e's2 (-)	-0.00313610	
e's2(-) $\geq e_y$ (?)	Acero no fluye	
e's1 (-)	-0.00092955	
e's1 (-) $\geq e_y$ (?)	Acero no fluye	
e's4 (+)	-0.00604035	
e's4 (+) $\geq e_y$ (?)	Acero no fluye	

$\epsilon's3 (+) :$	-0.00439475	
$\epsilon's3(+)\geq \epsilon_y (?) :$	Acero no fluye	
$\epsilon's2 (+) :$	-0.00274914	
$\epsilon's2(+)\geq \epsilon_y (?) :$	Acero no fluye	
$\epsilon's1 (+) :$	-0.00068174	
$\epsilon's1(+)\geq \epsilon_y (?) :$	Acero no fluye	
$\epsilon t (-) :$	0.0194815	
$\epsilon t (-)\geq \epsilon t \text{ asumido } (?) :$	Viga dúctil	
$\epsilon t (+) :$	0.0180637	
$\epsilon t (+)\geq \epsilon t \text{ asumido } (?) :$	Viga dúctil	
Distrib. barras: 4 capa sup (-) :	0	$\emptyset b$
Área de barras utilizadas (-) :	0.00	cm <sup>2</sup>
Distrib. barras: 3 capa sup (-) :	0	$\emptyset b$
Área de barras utilizadas (-) :	0.00	cm <sup>2</sup>
Distrib. barras: 2 capa sup (-) :	2	$\emptyset 3/8''$
Área de barras utilizadas (-) :	0.71	cm <sup>2</sup>
Distrib. barras: 1 capa sup (-) :	2	$\emptyset 1/2''$
Área de barras utilizadas (-) :	1.29	cm <sup>2</sup>
Acero 4capa*d' (4) (-) :	0.00000000	m <sup>2</sup> *m
Acero 3capa*d' (3) (-) :	0.00000000	m <sup>2</sup> *m
Acero 2capa*d' (2) (-) :	0.00001039	m <sup>2</sup> *m
Acero 1capa*d' (1) (-) :	0.00001443	m <sup>2</sup> *m
Área total *d' (-) :	0.00002482	m <sup>2</sup> *m
Área total :	0.0004	m <sup>2</sup>
d* (-) :	0.0621	m
d (-) :	0.3379	m
d (+) :	0.3441	m
d* (+) :	0.0559	m
Área total :	0.0003	m <sup>2</sup>
Área total *d' (+) :	0.00001443	m <sup>2</sup> *m
Acero 1capa*d' (1) (+) :	0.00001443	m <sup>2</sup> *m
Acero 2capa*d' (2) (+) :	0.00000000	m <sup>2</sup> *m
Acero 3capa*d' (3) (+) :	0.00000000	m <sup>2</sup> *m
Acero 4capa*d' (4) (+) :	0.00000000	m <sup>2</sup> *m
Área de barras utilizadas (+) :	1.29	cm <sup>2</sup>
Distrib. barras: 1 capa inf (+) :	2	$\emptyset 1/2''$
Área de barras utilizadas (+) :	0.00	cm <sup>2</sup>
Distrib. barras: 2 capa inf (+) :	0	$\emptyset b$
Área de barras utilizadas (+) :	0.00	cm <sup>2</sup>
Distrib. barras: 3 capa inf (+) :	0	$\emptyset b$
Área de barras utilizadas (+) :	0.00	cm <sup>2</sup>
Distrib. barras: 4 capa inf (+) :	0	$\emptyset b$
Utilizar:	Asumiendo que no fluye	
Mn(-) :	5.2554	tonf-m

Mn(+):	3.4378	tonf-m
ØMn(-):	4.7299	tonf-m
ØMn(+):	3.0940	tonf-m
Mu (-) de diseño:	3.9298	tonf-m
Mu (+) de diseño:	1.9220	tonf-m
Mn (-) > Mcr (-) (?):	Cumple	
Mn (+) > Mcr (+) (?):	Cumple	
ØMn (-) ≥ Mu (+) (?):	Cumple	
ØMn (+) ≥ Mu (-) (?):	Cumple	

De igual manera, se realizó el diseño por capacidad, determinado para obtener una cortante como elemento de los minutos ostensibles conseguidos en el diseño por flexión, el ciclo se retrata de la siguiente manera:

**Tabla 9.** Diseño por capacidad en viga peraltada

Ancho Tributario:	3.35	M
CM:	1.781	tonf/m
P. Losa:	1.206	tonf/m
P Viga:	0.240	tonf/m
Piso Terminado:	0.335	tonf/m
CV:	0.670	tonf/m
s/c de habitación:	0.000	tonf/m
s/c pasadizo:	0.670	tonf/m
CM+CV:	2.451	tonf/m
Cu:	3.06375	tonf/m
hn:	4.25	m
1.25*fy:	52500	tonf/m <sup>2</sup>
Asumiendo A's(-) fluye, a (-):	0.0353	
Asumiendo A's(-) fluye, c (-):	0.0415	
Asumiendo A's(+) fluye, a (+):	0.0353	
Asumiendo A's(+) fluye, c (+):	0.0415	
Asumiendo A's(-) no fluye, c (-):	0.0472	
Asumiendo A's(+) no fluye, c (+):	0.0477	
:		
Asumiendo A's(-) no fluye, a (-):	0.0401	
Asumiendo A's(+) no fluye, a (+):	0.0406	
:		
Asumiendo A's fluye:		
ε's4 (-):	-0.006922882	
ε's4 (-) ≥ εy (?):	Acero no fluye	
ε's3 (-):	-0.005116632	
ε's3(-) ≥ εy (?):	Acero no fluye	



e's2 (-):	-0.003310382	
e's2(-) $\geq$ ey (?):	Acero no fluye	
e's1 (-):	-0.001041156	
e's1(-) $\geq$ ey (?):	Acero no fluye	
e's4 (+):	-0.007609827	
e's4 (+) $\geq$ ey (?):	Acero no fluye	
e's3 (+):	-0.005803577	
e's3(+) $\geq$ ey (?):	Acero no fluye	
e's2 (+):	-0.003653854	
e's2(+) $\geq$ ey (?):	Acero no fluye	
e's1 (+):	-0.001041156	
e's1(-) $\geq$ ey (?):	Acero no fluye	
Asumen A's no fluye:		
e's4 (-):	-0.005730802	
e's4 (-) $\geq$ ey (?):	Acero no fluye	
e's3 (-):	-0.004141545	
e's3(-) $\geq$ ey (?):	Acero no fluye	
e's2 (-):	-0.002552288	
e's2(-) $\geq$ ey (?):	Acero no fluye	
e's1 (-):	-0.000555675	
e's1 (-) $\geq$ ey (?):	Acero no fluye	
e's4 (+):	-0.005634529	
e's4 (+) $\geq$ ey (?):	Acero no fluye	
e's3 (+):	-0.004062796	
e's3(+) $\geq$ ey (?):	Acero no fluye	
e's2 (+):	-0.002491063	
e's2(+) $\geq$ ey (?):	Acero no fluye	
e's1 (+):	-0.0005164665	
e's1 (+) $\geq$ ey (?):	Acero no fluye	
et (+):	0.018483064	
et (+) $\geq$ et asumido (?):	Viga dúctil	
Mn inf (-):	6.6756	tonf-m
Mn sup (+):	4.3857	tonf-m
Mpr (+):	5.4821	tonf-m
Visostático:	1.531875	Tonf
Vhiperestático:	3.9486	Tonf
Vu (capacidad):	5.4805	Tonf
Mn inf (-):	6.6756	tonf-m
Mn sup (+):	4.3857	tonf-m
Mpr (-):	6.6756	tonf-m
Visostático:	1.531875	Tonf
Vhiperestático:	2.7565	Tonf
Vu (capacidad):	-1.2246	Tonf

Igualmente se realizó una comprobación de torsión, consiguiendo que este impacto fuera irrelevante:

**Tabla 10.** Verificación de diseño por torsión en viga peraltada

Tu:	0.5817	tonf-m
t (espesor de losa):	0.15	m
bw + h - t:	0.50	m
bw + 2(h - t):	0.7500	m
bw + h - t ≤ bw + 4t (?):	Cumple	
bw + 2(h - t) ≤ bw + 8t (?):	Cumple	
Condición de ubicación de viga:	Viga interior	
Acp:	0.25	m <sup>2</sup>
Pcp:	2.3	m
$\emptyset 0.27 \sqrt{f_c} (A_{cp}^2 / P_{cp})$ :	1.0436	tonf-m
$T_u < \emptyset 0.27 \sqrt{f_c} (A_{cp}^2 / P_{cp})$ (?) :	Torsión despreciable	

Finalmente, se diseño por corte, teniendo en cuenta las cortantes obtenidas a partir del diseño por capacidad y el cortante actuante producto del análisis:

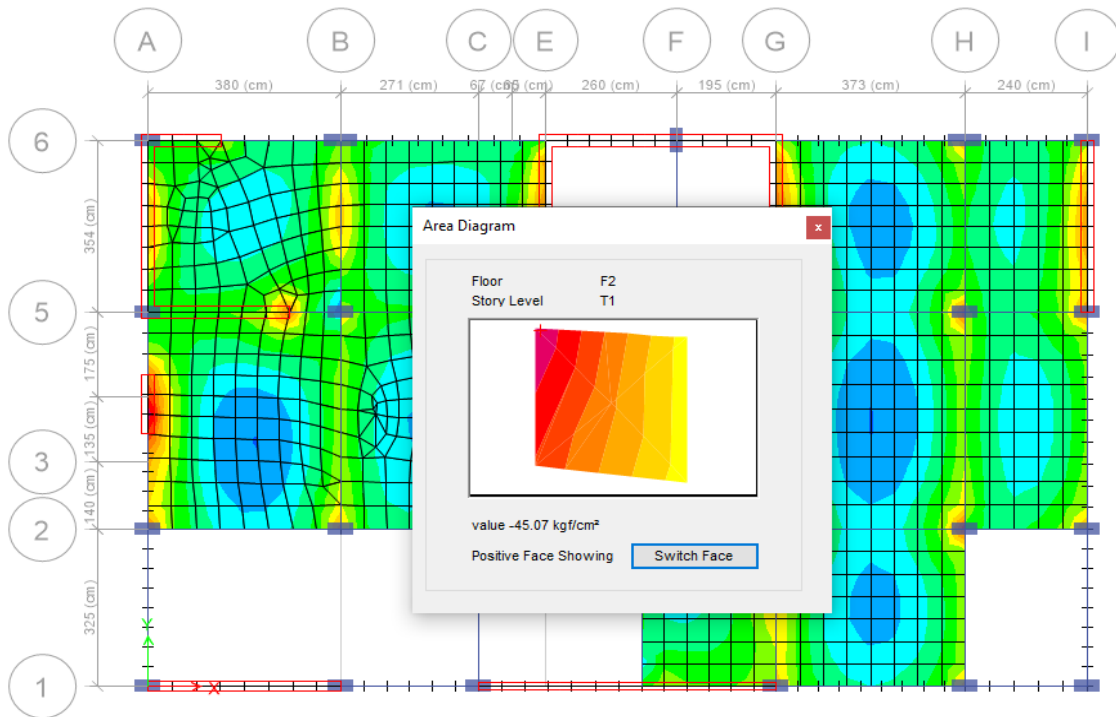
**Tabla 11.** Diseño por corte de viga peraltada con la Norma E.060

Vu (análisis) a "d":	8.1731	Tonf
Vu (capacidad):	5.4805	Tonf
Vu:	5.4805	tonf
0.5∅Vc:	3.0237	tonf
Vu > 0.5∅Vc (?):	Requiere acero mínimo	
Szc máx, "d/2" o "d/4" :	0.0845	m
Szc :	0.0750	m
nº de grapas:	2.0000	
Área de la barra de estribo para corte:	0.71	cm <sup>2</sup>
nº de grapas por torsión:	0.0000	
Área de la barra de estribo para torsión:	0.00	cm <sup>2</sup>
2At + Av:	1.42	cm <sup>2</sup>
Av mín:	No aplica Av mín	cm <sup>2</sup>
3.5bwS/fy:	No aplica Av mín	cm <sup>2</sup>
Av mín ≥ 3.5bwS/fy (?):	No aplica Av mín	

<b>ESTRIBO</b>	2	Ø3/8"
	0.71	cm2
<b>GRAPAS COMPLEMENTARIAS</b>	0	Øb
	0.00	cm2
<b>2At + Av: (EQUIVALENTE TOTAL)</b>	1.42	cm2
Vc : (11-3)	7.4927	tonf
f <sub>w</sub> (-):	0.00658	
f <sub>w</sub> (+):	0.00658	
Vu*d/Mu (-):	0.4713	
Vu*d/Mu (+):	0.9811	
Vu*d/Mu < 1 (?) (-)	0.4713	
Vu*d/Mu < 1 (?) (+)	0.9811	
Vc (-) : (11-5)	7.1147	
Vc (+) : (11-5)	7.2944	
0.93 v f <sub>cbwd</sub> (-):	13.1475	
0.93 v f <sub>cbwd</sub> (+):	13.3858	
Vc (-) < 0.29 v f <sub>cbwd</sub> (-) (?)	<b>Cumple</b>	
Vc (+) < 0.29 v f <sub>cbwd</sub> (+) (?)	<b>Cumple</b>	
Vc:	7.1147	tonf
Vs:	26.8731	tonf
1.1 v f <sub>cbwd</sub> :	15.5508	tonf
Vs < 1.1 v f <sub>cbwd</sub> (?)	<b>Reducir S<sub>máx</sub> de d/2 a d/4</b>	
2.1 v f <sub>cbwd</sub> :	29.6880	tonf
Vs < 2.1 v f <sub>cbwd</sub> (?)	<b>Cumple</b>	
ØVn:	29.2109	tonf
ØVn ≥ Vu (?)	<b>Cumple</b>	

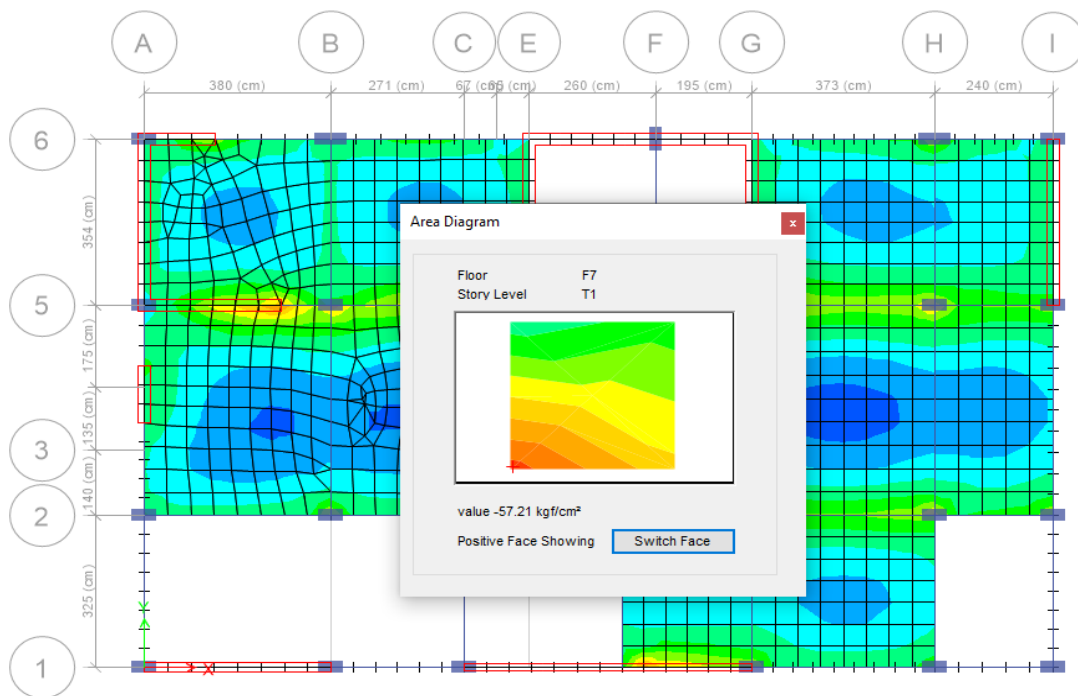
#### - Diseño de losa maciza

Se ejecuto la losa maciza, con espesor de 0,15 m, el f'c de 280kgf/cm<sup>2</sup> y una presión de fluencia de 4200kgf/cm<sup>2</sup>, el factor de disminución del soporte a flexión fue de 0,9 y el valor de disminución de la resistencia al corte fue de 0,85. En un primer momento, se transmitió la confirmación de la preocupación por la compresión:

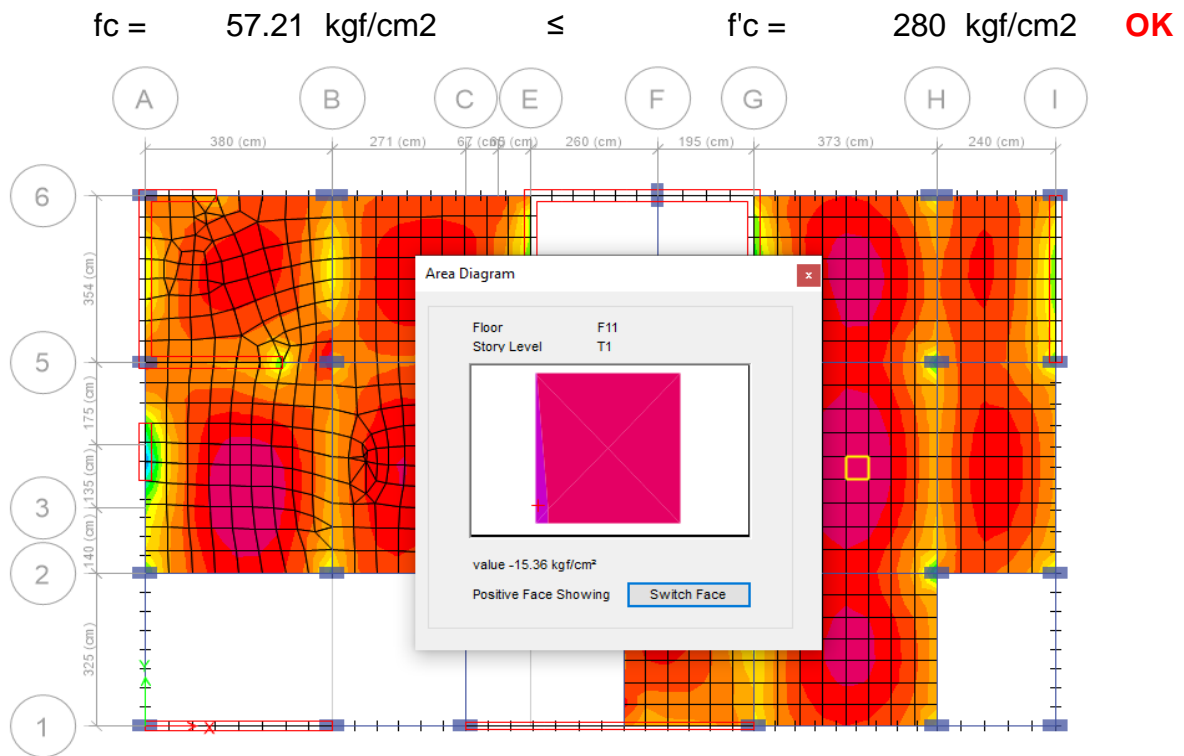


**Figura 16.** Esfuerzo a compresión en “bottom fase” (S11) para la dirección XX

$$f_c = 45.07 \text{ kgf/cm}^2 \leq f'_c = 280 \text{ kgf/cm}^2 \quad \text{OK}$$

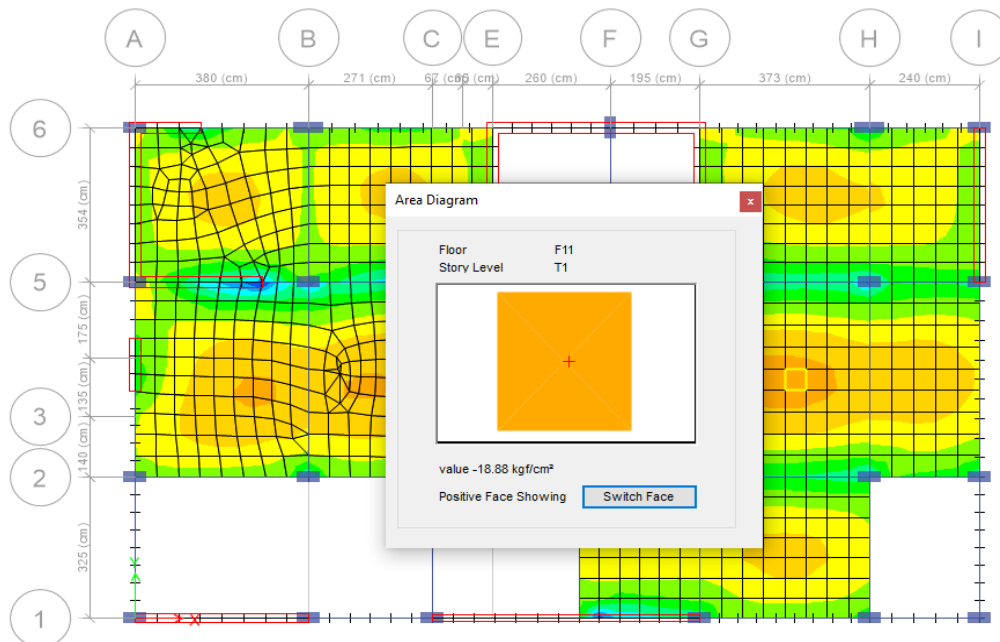


**Figura 17.** Esfuerzo a compresión en “bottom fase” (S22) para la dirección YY



**Figura 18.** Esfuerzo a compresión en “top fase” (S11) para la dirección XX

$f_c = 15.36 \text{ kgf/cm}^2 \leq f'_c = 280 \text{ kgf/cm}^2$  **OK**

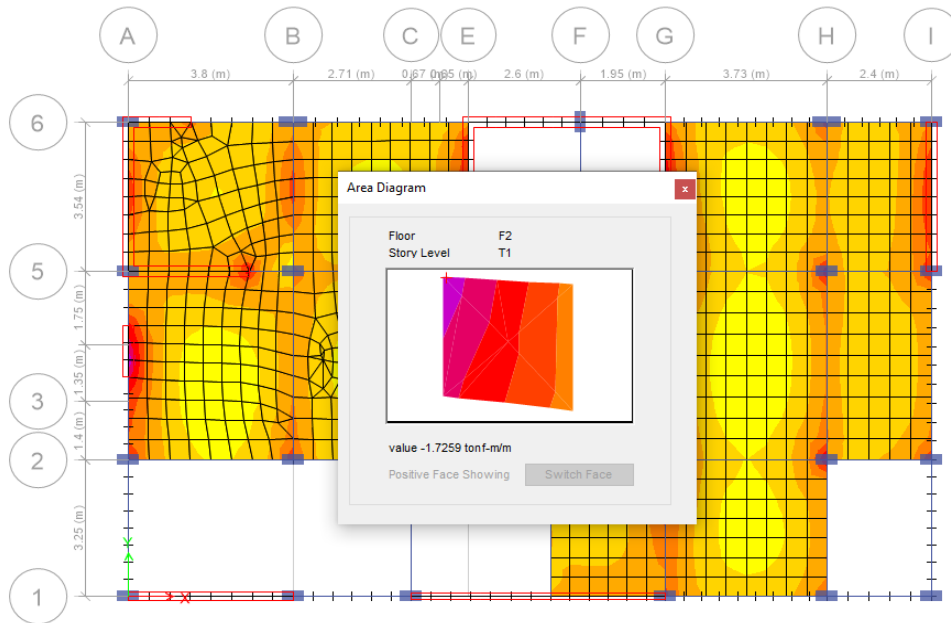


**Figura 19.** Esfuerzo a compresión en “top fase” (S22) para la dirección YY

$f_c = 18.88 \text{ kgf/cm}^2 \leq f'_c = 210 \text{ kgf/cm}^2$  **OK**

El diseño por flexión se efectuó empleando la combinación de cargas gravitacionales de 1.4CM+1.7CM. el cálculo realizado fue el siguiente:

Para Mu11 (-):



**Figura 20.** Diagrama de momentos flectores negativos en dirección XX

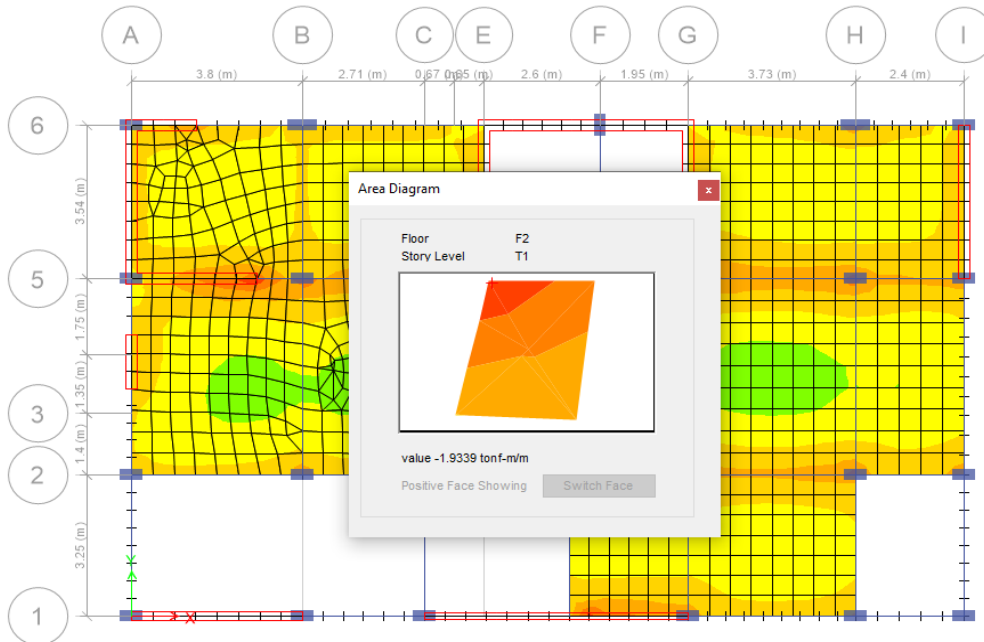
**Tabla 12.** Diseño por flexión en dirección XX

$f_c =$	2800	ton/m <sup>2</sup>
$f_y =$	42000	ton/m <sup>2</sup>
d:	0.120	m
b:	1.00	m
$\emptyset$ flexión:	0.9	
Mu:	1.73	ton-m/m
Rn=	132.65	ton/m <sup>2</sup> /m
ro=	0.003252	/m
As req =	3.91	cm <sup>2</sup> /m
Asmín =	2.16428	cm <sup>2</sup> /m
$\emptyset 3/8"$	0.71	cm <sup>2</sup>
S =	0.182	m
Usar:		
S =	0.150	m
As real =	4.73	cm <sup>2</sup> /m

a =	0.01	m
-----	------	---

$\emptyset M_n =$	2.08	ton-m	OK
-------------------	------	-------	----

Para Mu22 (-):



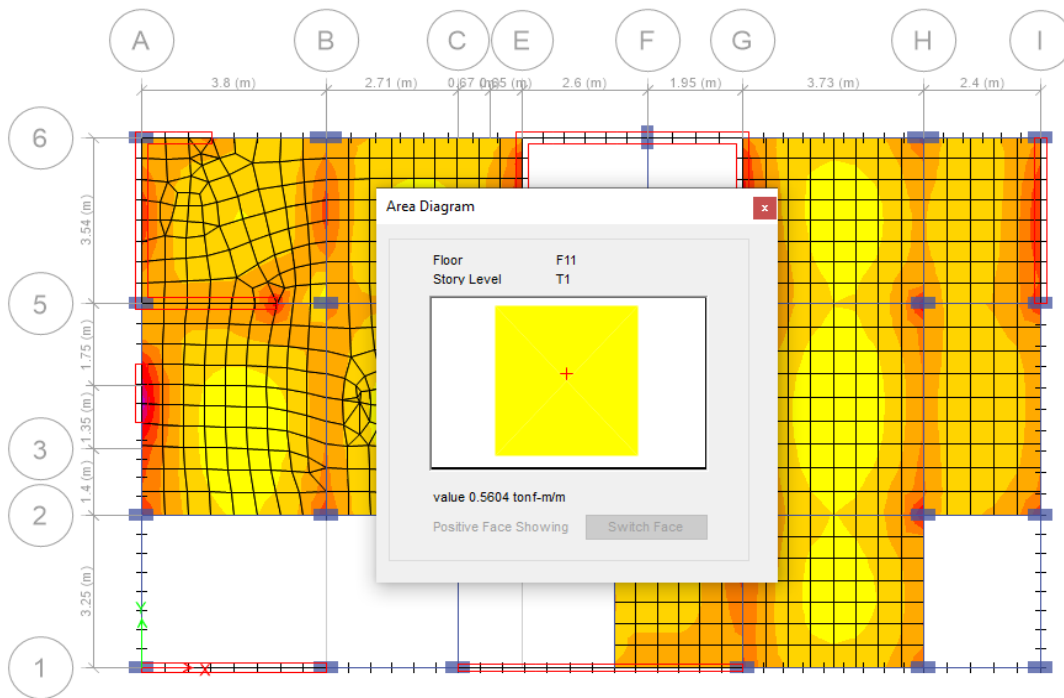
**Figura 21.** Diagrama de momentos flectores negativos en dirección YY

**Tabla 13.** Diseño por flexión en dirección YY

$f'_c =$	2800	ton/m <sup>2</sup>
$f_y =$	42000	ton/m <sup>2</sup>
d:	0.120	m
b:	1.00	m
$\emptyset$ flexión:	0.9	
Mu:	1.93	ton-m/m
Rn=	148.63	ton/m <sup>2</sup> /m
ro=	0.003657	/m
As req =	4.40	cm <sup>2</sup> /m
Asmín =	2.16428	cm <sup>2</sup> /m
$\emptyset 3/8"$	0.71	cm <sup>2</sup>
S =	0.161	m
Usar:		
S =	0.150	m
As real =	4.73	cm <sup>2</sup> /m
a =	0.01	m

$\emptyset M_n =$  2.08 ton-m **OK**

Para  $M_{u11}$  (+):



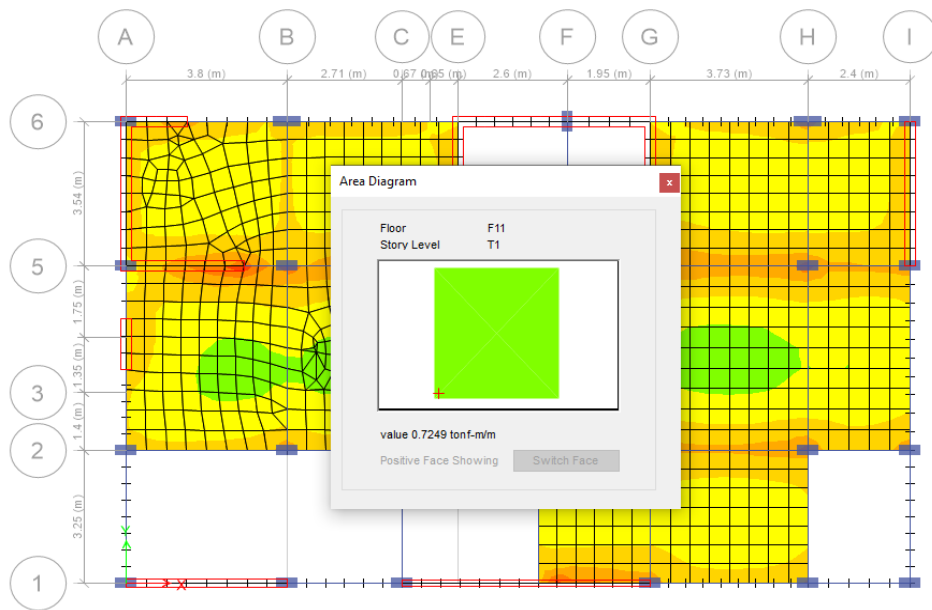
**Figura 22.** Diagrama de momentos flectores positivos en dirección XX

**Tabla 14.** Diseño por flexión en dirección XX

$f_c =$	2800	ton/m <sup>2</sup>	
$f_y =$	42000	ton/m <sup>2</sup>	
$d:$	0.120	m	
$b:$	1.00	m	
$\emptyset$ flexión:	0.9		
$M_u:$	0.56	ton-m/m	
$R_n =$	43.07	ton/m <sup>2</sup> /m	
$r_o =$	0.001035	/m	
$A_s \text{ req} =$	1.24	cm <sup>2</sup> /m	
$A_{s\text{mín}} =$	2.16428	cm <sup>2</sup> /m	
$\emptyset 3/8"$	0.71	cm <sup>2</sup>	
$S =$	0.328	m	
Usar:			
$S =$	0.200	m	
$A_s \text{ real} =$	3.55	cm <sup>2</sup> /m	
$a =$	0.01	m	
$\emptyset M_n =$	1.57	ton-m	<b>OK</b>



Para Mu22 (+):



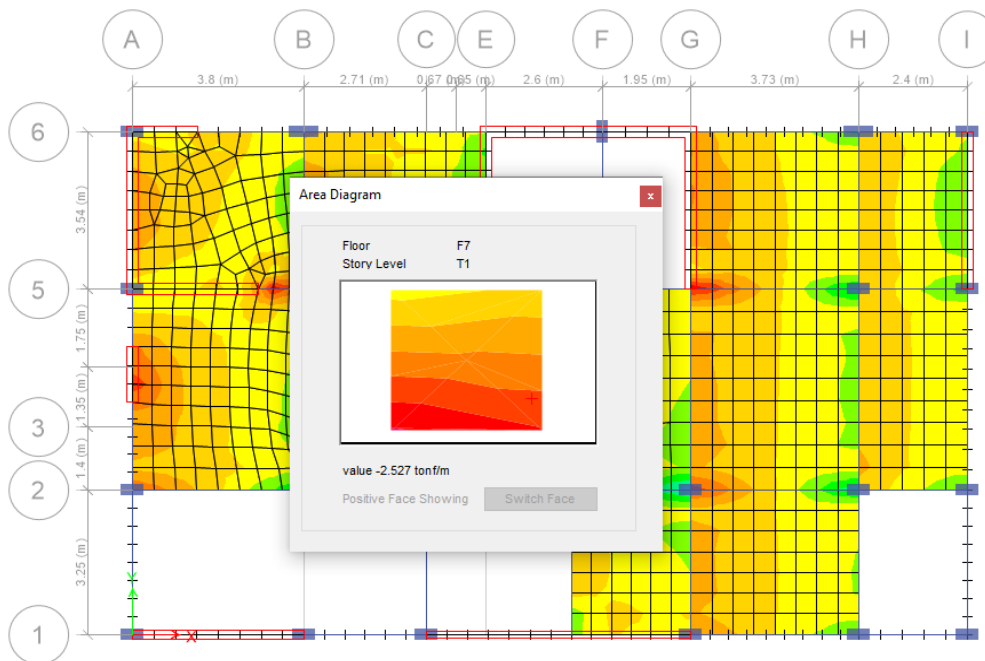
**Figura 23.** Diagrama de momentos flectores positivos en dirección YY

**Tabla 15.** Diseño por flexión en dirección YY

$f_c =$	2800	ton/m <sup>2</sup>	
$f_y =$	42000	ton/m <sup>2</sup>	
$d:$	0.120	m	
$b:$	1.00	m	
$\emptyset$ flexión:	0.9		
$M_u:$	0.72	ton-m/m	
$R_n =$	55.71	ton/m <sup>2</sup> /m	
$r_o =$	0.001342	/m	
$A_s \text{ req} =$	1.61	cm <sup>2</sup> /m	
$A_{s \text{ mín}} =$	2.16428	cm <sup>2</sup> /m	
$\emptyset 3/8"$	0.71	cm <sup>2</sup>	
$S =$	0.328	m	
Usar:			
$S =$	0.200	m	
$A_s \text{ real} =$	3.55	cm <sup>2</sup> /m	
$a =$	0.01	m	
$\emptyset M_n =$	1.57	ton-m	<b>OK</b>

En base a la demanda por carga gravitacional se efectuó el diseño por corte:

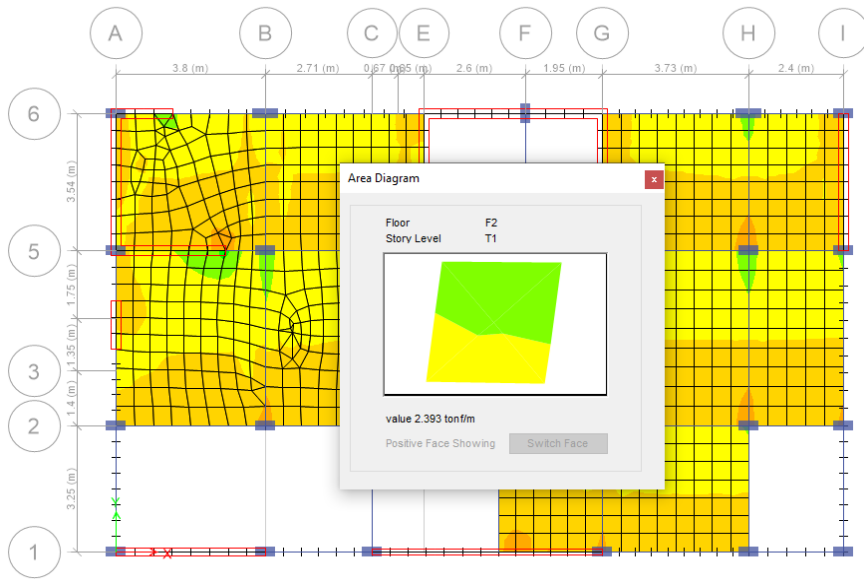
Para V13 (+):



**Figura 24.** Diagrama de fuerzas cortantes positivos en dirección XX

$f_c =$	2800	ton/m <sup>2</sup>				
$f_y =$	42000	ton/m <sup>2</sup>				
$d:$	0.120	m				
$b:$	1.00	m				
$V_u =$	2.53	ton/m				
$\emptyset$ corte:	0.85					
$\emptyset V_c =$	9.06	ton/m	>	2.53	ton/m	OK

Para V23(-):



**Figura 25.** Diagrama de fuerzas cortantes negativos en dirección YY

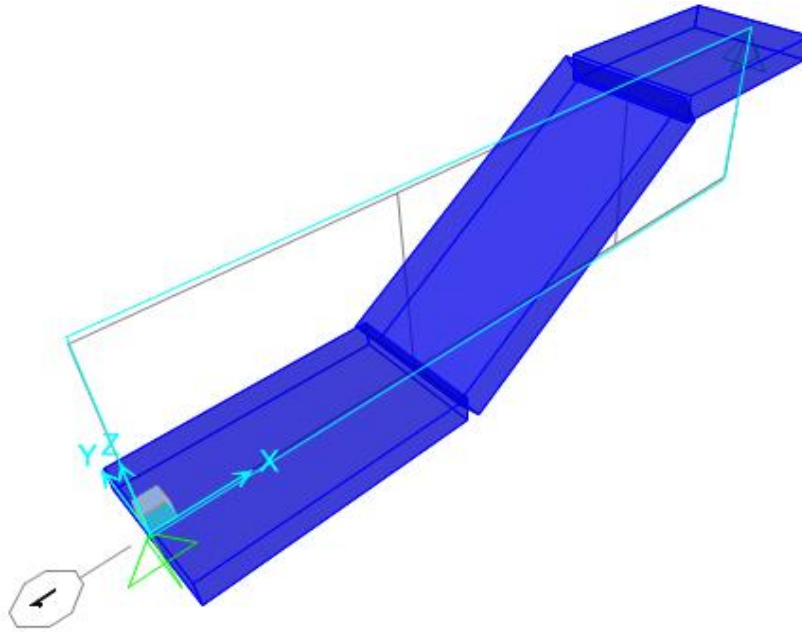
$f_c =$	2800	ton/m <sup>2</sup>				
$f_y =$	42000	ton/m <sup>2</sup>				
d:	0.120	m				
b:	1.00	m				
$V_u =$	2.39	ton/m				
$\emptyset$ corte:	0.85					
$\emptyset V_c =$	9.06	ton/m	>	2.39	ton/m	

**OK**

### Diseño de escalera

El plano de la gradería se hizo en el SAP2000, la técnica utilizada para planificar este componente fue demostrarlo por un metro recto, uno con un espesor comparado con la llegada y la pendiente. Esta técnica nos dio el acero longitudinal por torsión, sin embargo, para el acero transversal su cuantía de acero es la mínima.

Mediante los elementos frame se hizo el modelo matemático:



**Figura 26.** Modelamiento matemático en SAP2000

Seguidamente, para el descanso y rampa se hizo el metrado de cargas, la información obtenida es:

**Tabla 16.** Metrado de cargas para rampa de escalera

**Rampa**

**wD:**

	P.U.	e	L	C. Predeterminada		
	tonf/m3	m	m	tonf/m2		
Pp:	2.4	0.2752	1		=	0.66048
CMa:			1	0.1	=	0.1

**wL:**

	P.U.	e	L	C. Predeterminada		
	tonf/m3	m	m	tonf/m2		
CV:			1	0.2	=	0.2

<b>Cu = wD+wL :</b>	1.40	tonf/m
---------------------	------	--------

**Tabla 17.** Metrado de cargas para descanso de escalera

## Descanso

**wD:**

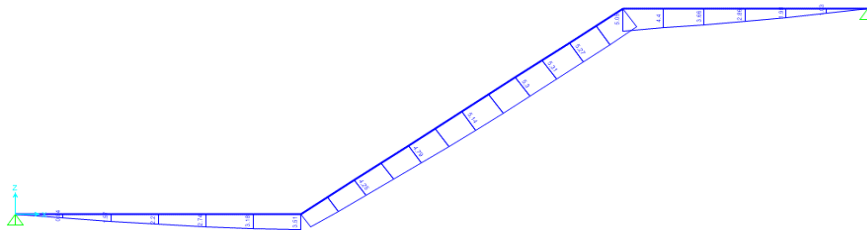
	P.U.	e	L	C. Predeterminada		
	tonf/m <sup>3</sup>	m	m	tonf/m <sup>2</sup>		
Pp:	2.4	0.2	1		=	0.48
CMa:			1	0.1	=	0.1

**wL:**

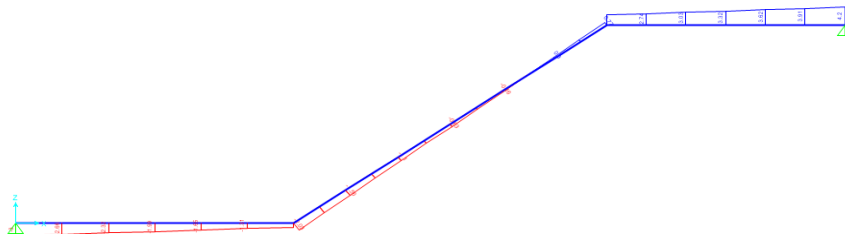
	P.U.	e	L	C. Predeterminada		
	tonf/m <sup>3</sup>	m	m	tonf/m <sup>2</sup>		
CV:			1	0.2	=	0.2

<b>Cu = wD+wL :</b>	1.15	tonf/m
---------------------	------	--------

El diagrama de cortante y momento de la escalera del primer tramo es:



**Figura 27.** Análisis estructural: DMF



**Figura 28.** Análisis estructural: DFC

Continuando con lo obtenido, producto de la flexión se realizó el cálculo para la obtención del acero tanto superior como inferior:

**Tabla 18.** Cálculo de acero inferior y superior de la escalera

<b>ACERO INFERIOR</b>			<b>ACERO SUPERIOR</b>		
f <sub>c</sub> =	2800	tonf/m <sup>2</sup>	f <sub>c</sub> =	2800	tonf/m <sup>2</sup>
f <sub>y</sub> =	42000	tonf/m <sup>2</sup>	f <sub>y</sub> =	42000	tonf/m <sup>2</sup>
g:	0.200	m	g:	0.200	M
b:	1.00	m	b:	1.00	m
Ø flexión:	0.9		Ø flexión:	0.9	
Mu:	5.05	tonf-m/m	Mu:	0.00	tonf-m/m
Rn =	140.35	tonf/m <sup>2</sup> /m	Rn =	0.00	tonf/m <sup>2</sup> /m
ro =	0.003447	/m	ro =	0.000000	/m
As req =	6.89	cm <sup>2</sup> /m	As req =	0.00	cm <sup>2</sup> /m
Asmín =	3.60	cm <sup>2</sup> /m	Asmín =	3.60	cm <sup>2</sup> /m
Ø1/2"	1.29	cm <sup>2</sup>	Ø3/8"	0.71	cm <sup>2</sup>
S =	0.187	m	S =	0.197	m
Usar:			Usar:		
S =	0.150	m	S =	0.150	m
As real =	8.60	cm <sup>2</sup> /m	As real =	4.73	cm <sup>2</sup> /m
a =	0.02	m	a =	0.01	m
ØMn =	6.25	tonf-m/m <b>OK</b>	ØMn =	3.50	tonf-m/m <b>OK</b>

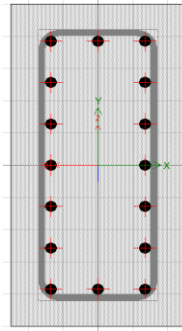
El efecto cortante fue absorbido por el concreto:

**Tabla 19.** Diseño de refuerzo transversal para primer tramo de escalera

f <sub>c</sub> =	2800	ton/m <sup>2</sup>				
f <sub>y</sub> =	42000	ton/m <sup>2</sup>				
g:	0.200	m				
b:	1.00	m				
Vu =	4.19	ton/m				
Ø corte:	0.85					
ØVc =	15.08	ton/m	>	4.19	ton/m	<b>OK</b>

#### - Diseño de columnas

Para la columna se ha completado teniendo en consideración el valor del esfuerzo a presión del concreto de 280kgf/cm<sup>2</sup>, la presión del acero de 4200kgf/cm<sup>2</sup>, la parte transversal del elemento es de 0.25 x 0.50 m y un cruce de 0.04m. La configuración del segmento sigue los requisitos de la Norma E.060, y además cumple con el interés de la sección C06. El diseño por flexo-presión viene dado por la técnica adjunta:



**Figura 29.** Sección de columna C06

El armado final del elemento fue: 4Ø5/8" +2Ø5/8" +10Ø5/8".

Primero, obtenemos por patrón de cargas su demanda, que es carga muerta, carga viva, y sismo en todas las direcciones, para todas las estaciones del elemento.

**Tabla 20.** Demanda por cada patrón de carga para las estaciones "0.00m", "1.05m" y "2.10"

Estación	Combinación de carga	P (Fuerza Axial)	V2 (Cortante)	V3 (Cortante)	T (Torsión)	M2 (Momento)	M3 (Momento)
m		tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
0	<b>CM</b>	- 23.3474	-0.9182	-0.1123	0.0004	-0.18	-1.1623
0	<b>CV</b>	-4.0819	-0.1922	-0.0295	0.00003	-0.0489	-0.2302
0	<b>SXX MAX</b>	24.999	1.2363	1.3722	0.0209	1.8219	1.991
0	<b>SYX MAX</b>	39.6217	0.3826	3.7063	0.013	5.0292	0.6206
1.05	<b>CM</b>	- 23.0024	-0.9182	-0.1123	0.0004	-0.0508	-0.1064
1.05	<b>CV</b>	-4.0819	-0.1922	-0.0295	0.00003	-0.015	-0.0092
1.05	<b>SXX MAX</b>	24.999	1.2363	1.3722	0.0209	0.2516	0.592
1.05	<b>SYX MAX</b>	39.6217	0.3826	3.7063	0.013	0.7672	0.2374
2.10	<b>CM</b>	- 22.6574	-0.9182	-0.1123	0.0004	0.0783	0.9495
2.10	<b>CV</b>	-4.0819	-0.1922	-0.0295	0.00003	0.019	0.2118
2.10	<b>SXX MAX</b>	24.999	1.2363	1.3722	0.0209	1.3371	0.8902
2.10	<b>SYX MAX</b>	39.6217	0.3826	3.7063	0.013	3.4955	0.3307

De combinación de cargas sale las ecuaciones para la demanda amplificada de diseño:

Para estación "0m":

**Tabla 21.** Combinaciones de diseño en dirección XX y YY para la estación 0.00m

	COMBO	P	M2	M3
<b>C. GRAVEDAD</b>	1.4CM+1.7CV	36.46411	0.29003	-2.18167
<b>SIS XX</b>	1.25(CM+CV)+SISXX	-29.85365	1.3799	12.568375
	1.25(CM+CV)-SISXX	92.85115	-0.8839	-16.313625
	0.9CM+SISXX	-42.22983	1.27365	13.3457
	0.9CM-SISXX	80.47497	-0.99015	-15.5363
<b>C. GRAVEDAD</b>	1.4CM+1.7CV	36.46411	0.29003	-2.18167
<b>SIS YY</b>	1.25(CM+CV)+SISYY	-18.01305	3.8658	3.377175
	1.25(CM+CV)-SISYY	81.01055	-3.3698	-7.122425
	0.9CM+SISYY	-30.38923	3.75955	4.1545
	0.9CM-SISYY	68.63437	-3.47605	-6.3451

Para estación "1.05m":

**Tabla 22.** Combinaciones de diseño en dirección XX y YY para la estación 1.05m

	COMBO	P	M2	M3
<b>C. GRAVEDAD</b>	1.4CM+1.7CV	36.02311	0.03699	-0.36097
<b>SIS XX</b>	1.25(CM+CV)+SISXX	-30.2474	0.339625	3.246375
	1.25(CM+CV)-SISXX	92.4574	-0.277375	-3.865625
	0.9CM+SISXX	-42.51333	0.32452	3.37564
	0.9CM-SISXX	80.19147	-0.29248	-3.73636
<b>C. GRAVEDAD</b>	1.4CM+1.7CV	36.02311	0.03699	-0.36097
<b>SIS YY</b>	1.25(CM+CV)+SISYY	-18.4068	0.976325	1.127275
	1.25(CM+CV)-SISYY	80.6168	-0.914075	-1.746525
	0.9CM+SISYY	-30.67273	0.96122	1.25654
	0.9CM-SISYY	68.35087	-0.92918	-1.61726

Para estación "2.10m":

**Tabla 23.** Combinaciones de diseño en dirección XX y YY para la estación 2.10m



	COMBO	P	M2	M3
<b>C. GRAVEDAD</b>	1.4CM+1.7CV	35.58211	0.29003	-2.18167
<b>SIS XX</b>	1.25(CM+CV)+SISXX	-30.64115	1.3799	12.568375
	1.25(CM+CV)-SISXX	92.06365	-0.8839	-
	0.9CM+SISXX	-42.79683	1.27365	13.3457
	0.9CM-SISXX	79.90797	-0.99015	-15.5363
<b>C. GRAVEDAD</b>	1.4CM+1.7CV	35.58211	0.29003	-2.18167
<b>SIS YY</b>	1.25(CM+CV)+SISYY	-18.80055	3.8658	3.377175
	1.25(CM+CV)-SISYY	80.22305	-3.3698	-7.122425
	0.9CM+SISYY	-30.95623	3.75955	4.1545
	0.9CM-SISYY	68.06737	-3.47605	-6.3451

La capacidad a flexo-compresión del elemento fue dado por la superficie de interacción:

**Tabla 24.** Data de diagrama de interacción para M33 para 0° y 180°

PUNTOS	CURVA 1		CURVA 13	
	M33		M33	
	0°		180°	
	ØMn	ØPn	ØMn	ØPn
1	0	197.0153	0	197.0153
2	6.4434	197.0153	-6.4434	197.0153
3	9.2043	189.8243	-9.2043	189.8243
4	11.7343	171.0308	-11.7343	171.0308
5	13.8646	151.2473	-13.8646	151.2473
6	15.6881	128.8945	-15.6881	128.8945
7	17.3151	102.6396	-17.3151	102.6396
8	18.8884	71.954	-18.8884	71.954
9	20.4591	52.3694	-20.4591	52.3694
10	21.6533	30.6366	-21.6533	30.6366
11	20.6603	1.2088	-20.6603	1.2088
12	16.8099	-30.6397	-16.8099	-30.6397
13	11.4281	-64.5375	-11.4281	-64.5375
14	3.9704	-103.0986	-3.9704	-103.0986
15	0	-120.96	0	-120.96

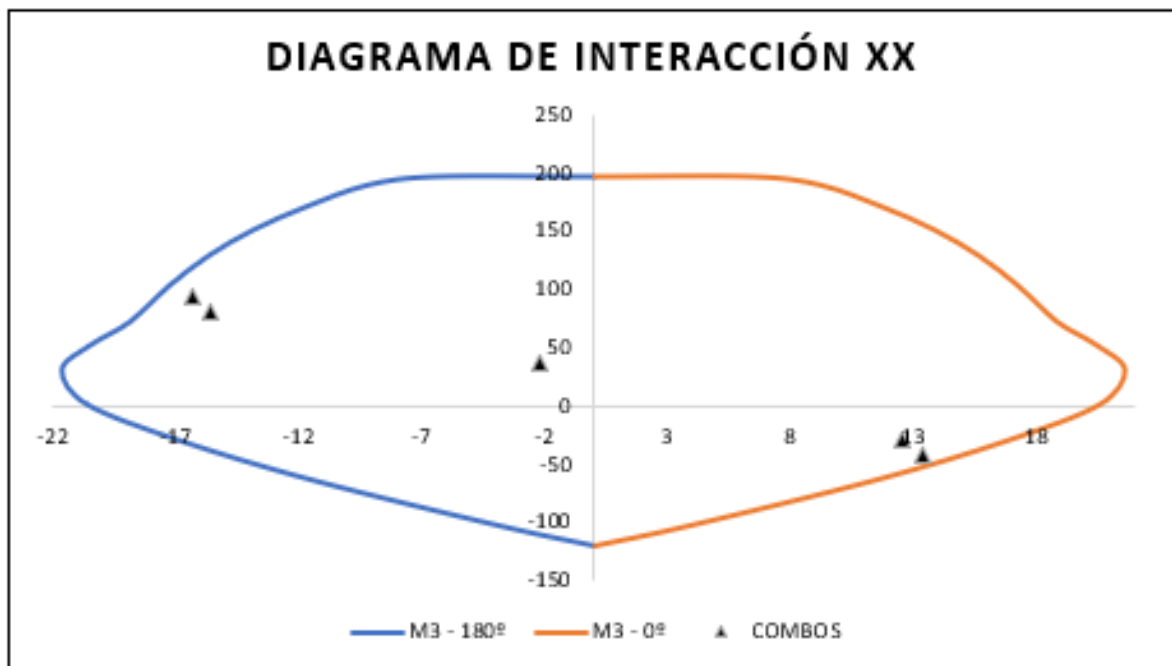
**Tabla 25.** Data de diagrama de interacción para M22 para 90° y 270°

PUNTOS	CURVA 7		CURVA 19	
	M22		M22	
	90°		270°	
	ØMn	ØPn	ØMn	ØPn
1	0	197.0153	0	197.0153
2	3.1926	197.0153	-3.1926	197.0153
3	4.7593	186.7402	-4.7593	186.7402

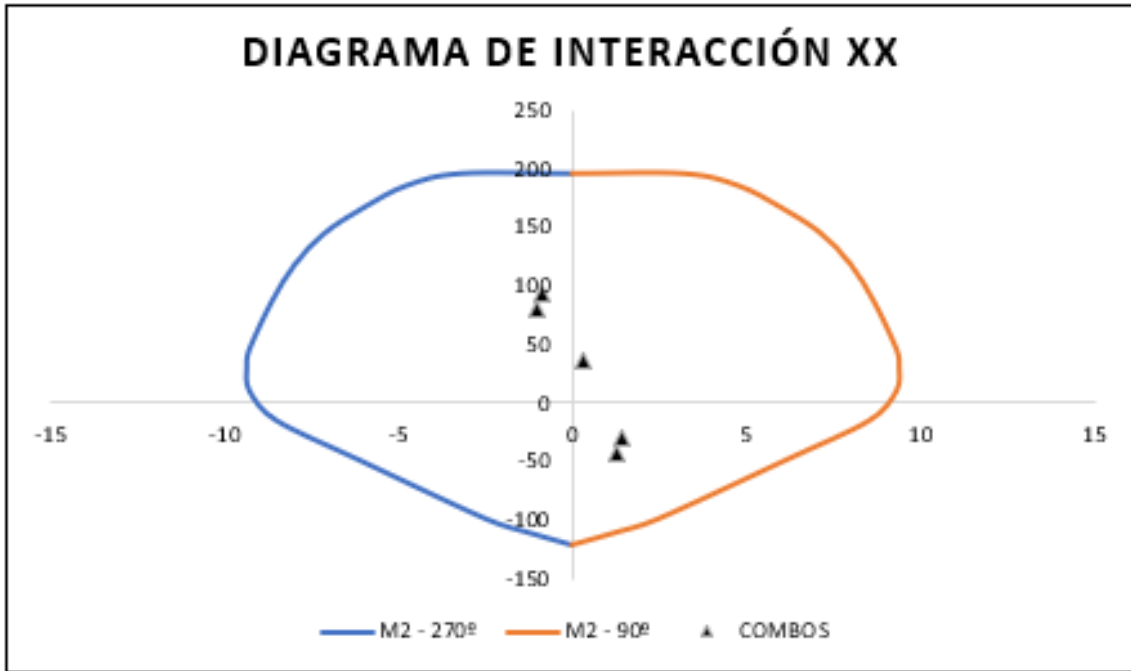
4	5.9823	168.1573	-5.9823	168.1573
5	7.1274	146.0295	-7.1274	146.0295
6	7.9875	119.2467	-7.9875	119.2467
7	8.6601	87.0785	-8.6601	87.0785
8	9.3078	45.8449	-9.3078	45.8449
9	9.3761	31.4086	-9.3761	31.4086
10	9.296	10.7127	-9.296	10.7127
11	8.5251	-14.3375	-8.5251	-14.3375
12	6.145	-48.1059	-6.145	-48.1059
13	2.4748	-98.6922	-2.4748	-98.6922
14	1.3146	-109.8261	-1.3146	-109.8261
15	0	-120.96	0	-120.96

Para ambas direcciones de estudio se superpusieron en el diagramas las distintas demandad amplificadas:

En dirección XX y para la estación "0m" del elemento:

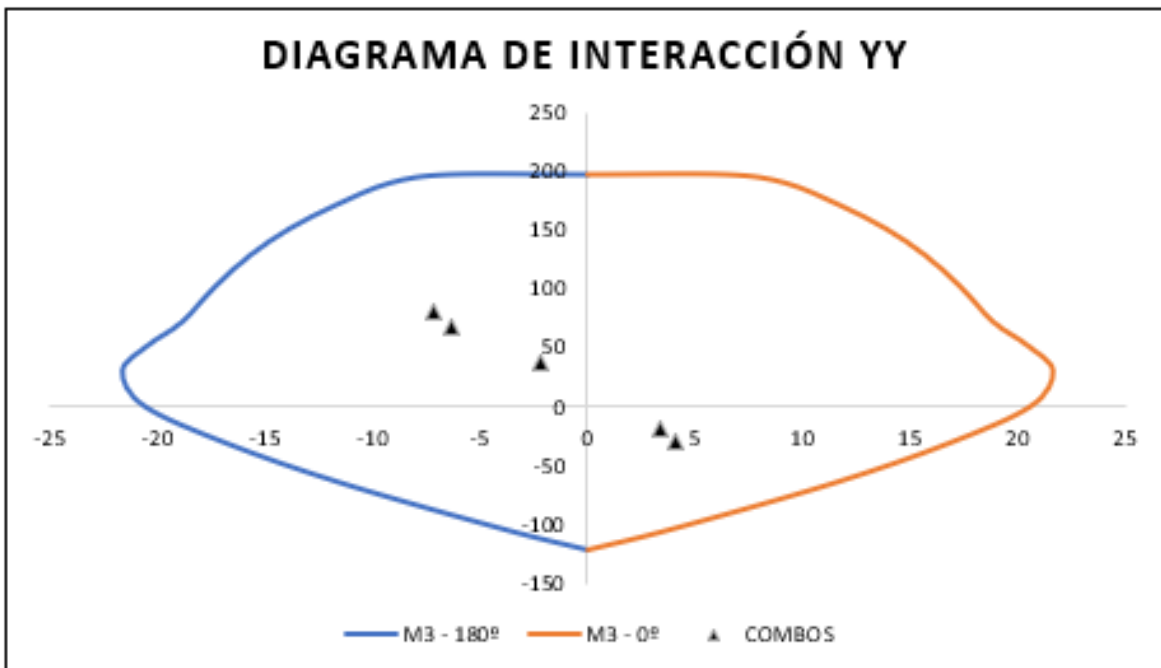


**Figura 30.** Diagrama de interacción para M33 y ángulos 0° y 180° en dirección XX

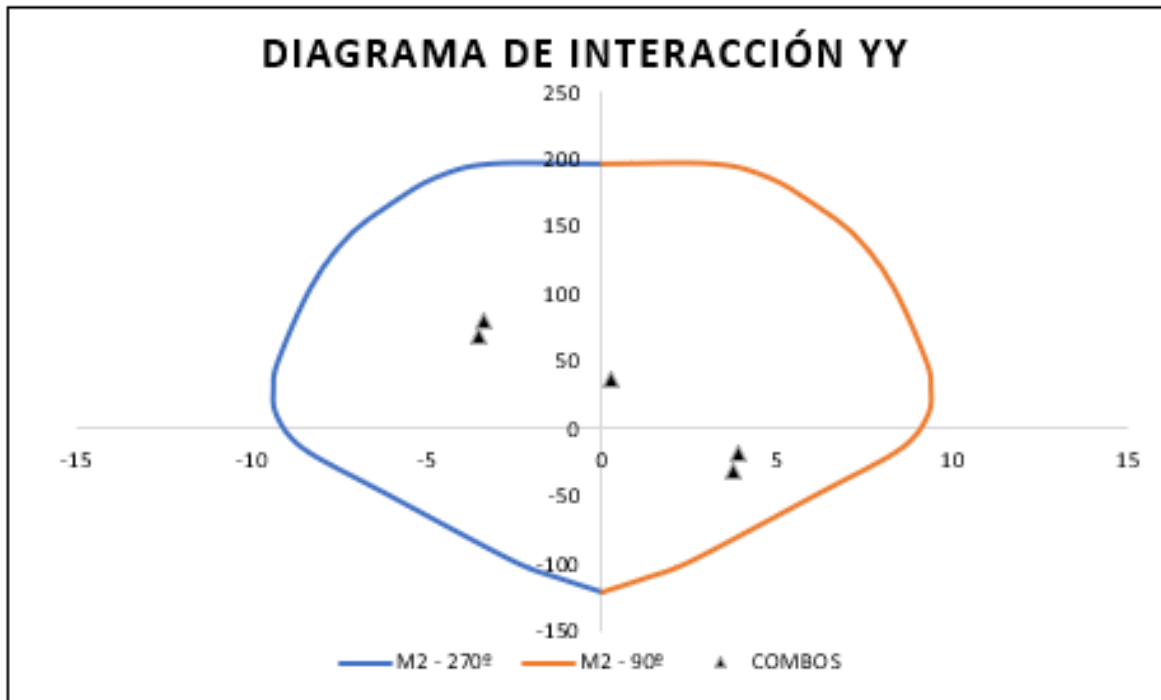


**Figura 31.** Diagrama de interacción para M22 y ángulos 90° y 270° en dirección XX

En dirección YY y para la estación "0m" del elemento:

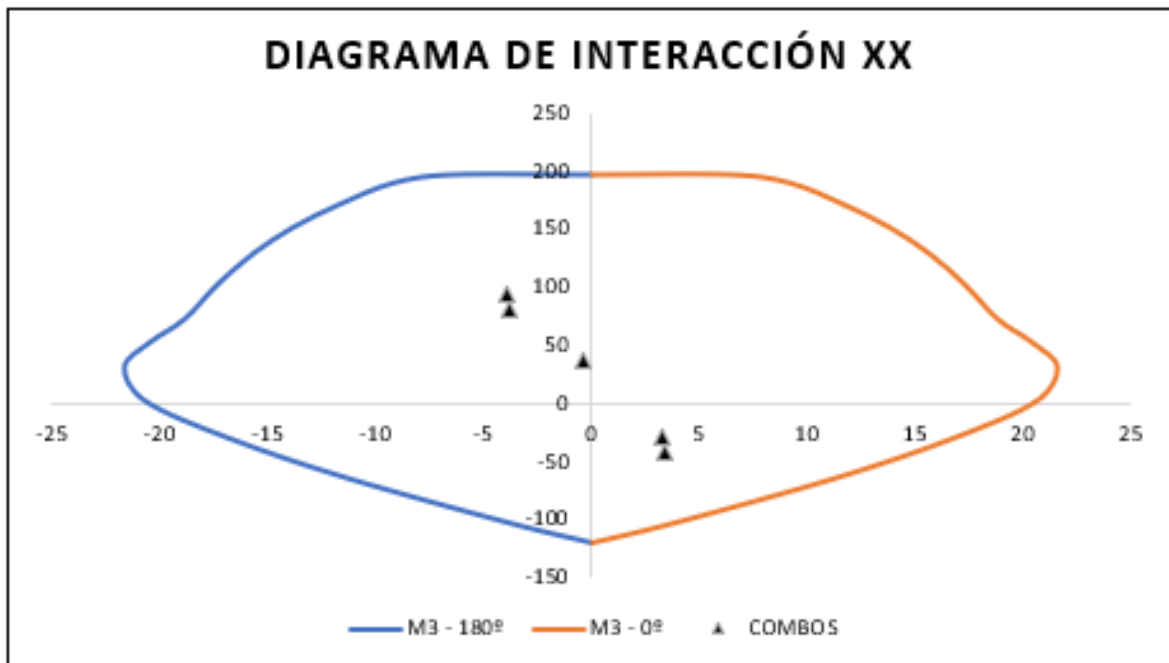


**Figura 32.** Diagrama de interacción para M33 y ángulos 0° y 180° en dirección YY

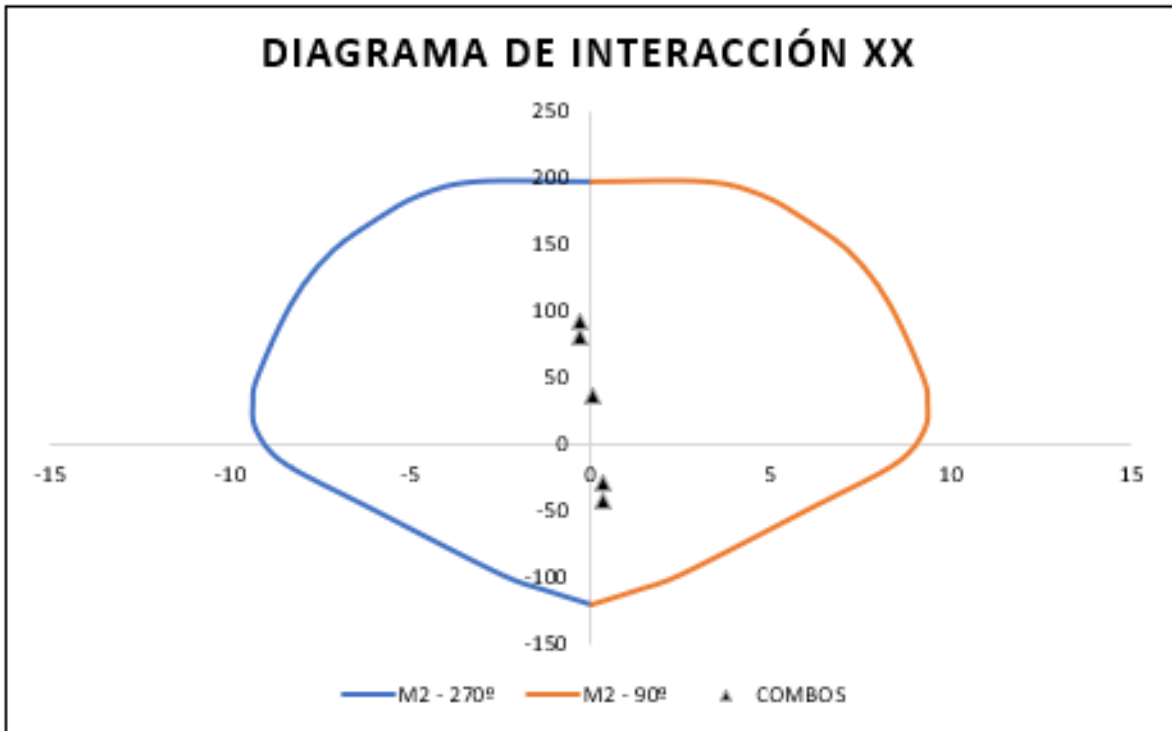


**Figura 33.** Diagrama de interacción para M22 y ángulos 90° y 270° en dirección YY

En dirección XX y para la estación "1.05 m" del elemento:

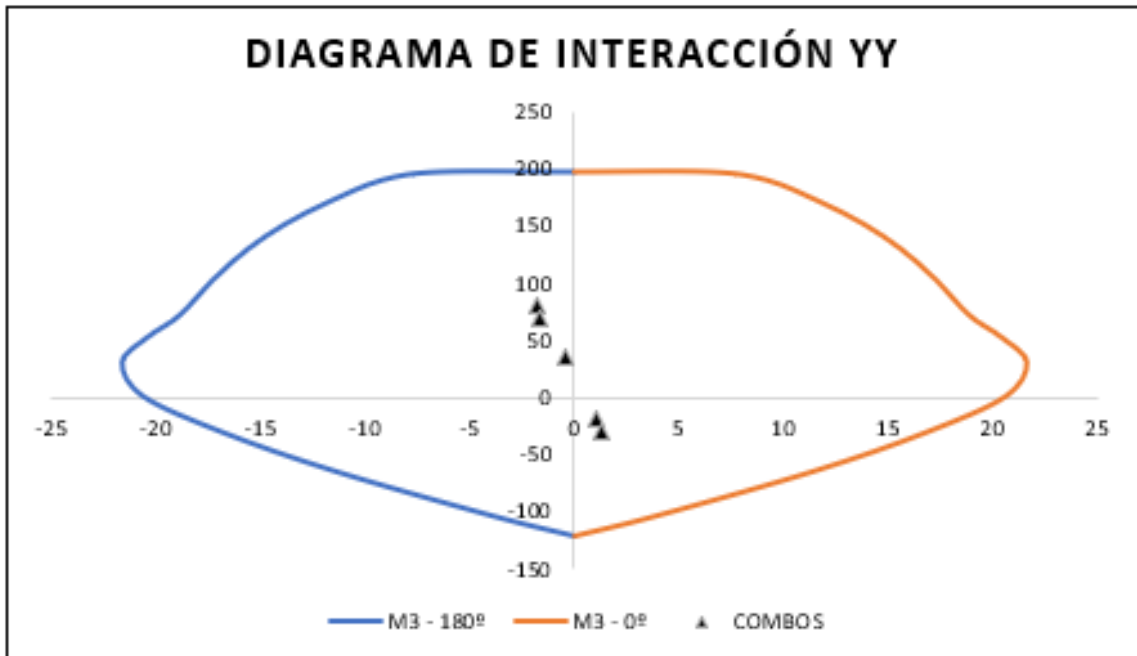


**Figura 34.** Diagrama de interacción para M33 y ángulos 0° y 180° en dirección XX

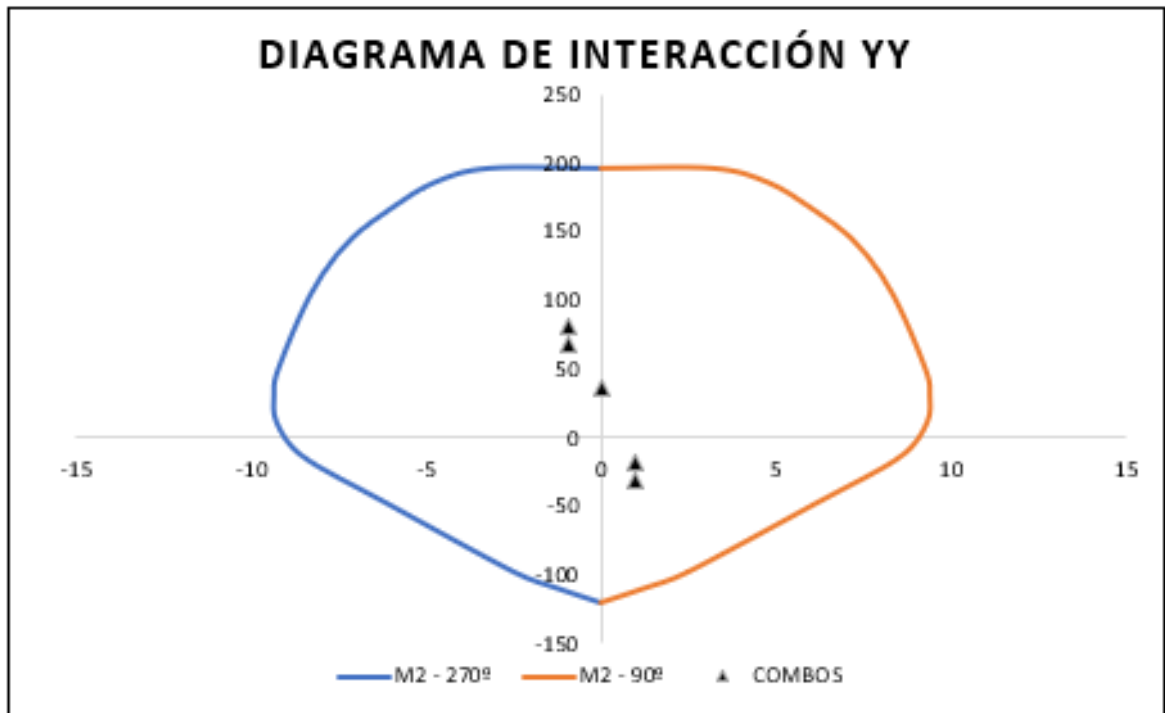


**Figura 35.** Diagrama de interacción para M22 y ángulos 90° y 270° en dirección XX

En dirección YY y para la estación "1.05m" del elemento:

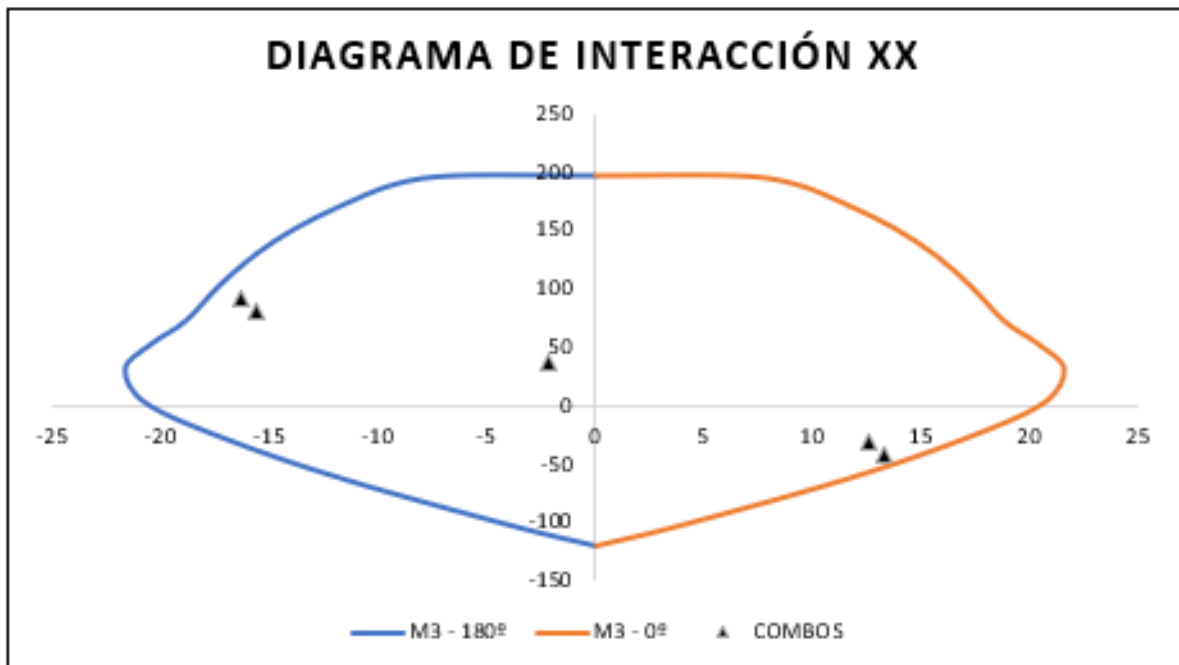


**Figura 36.** Diagrama de interacción para M33 y ángulos 0° y 180° en dirección YY

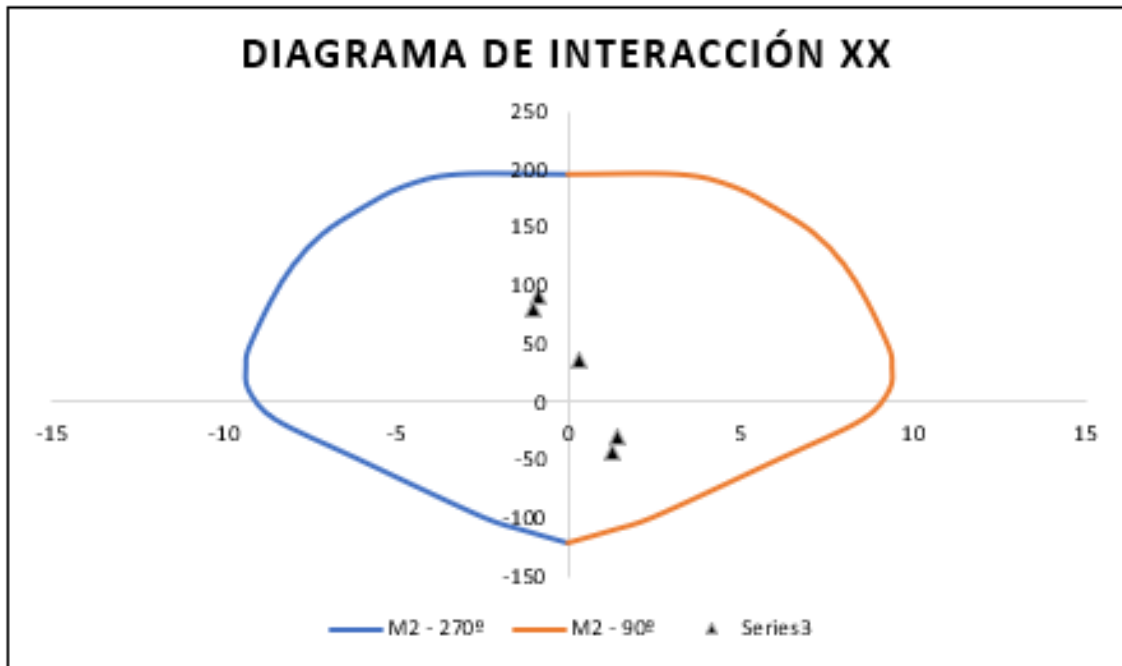


**Figura 37.** Diagrama de interacción para M22 y ángulos 90° y 270° en dirección YY

En dirección XX v para la estación "2.10m" del elemento:

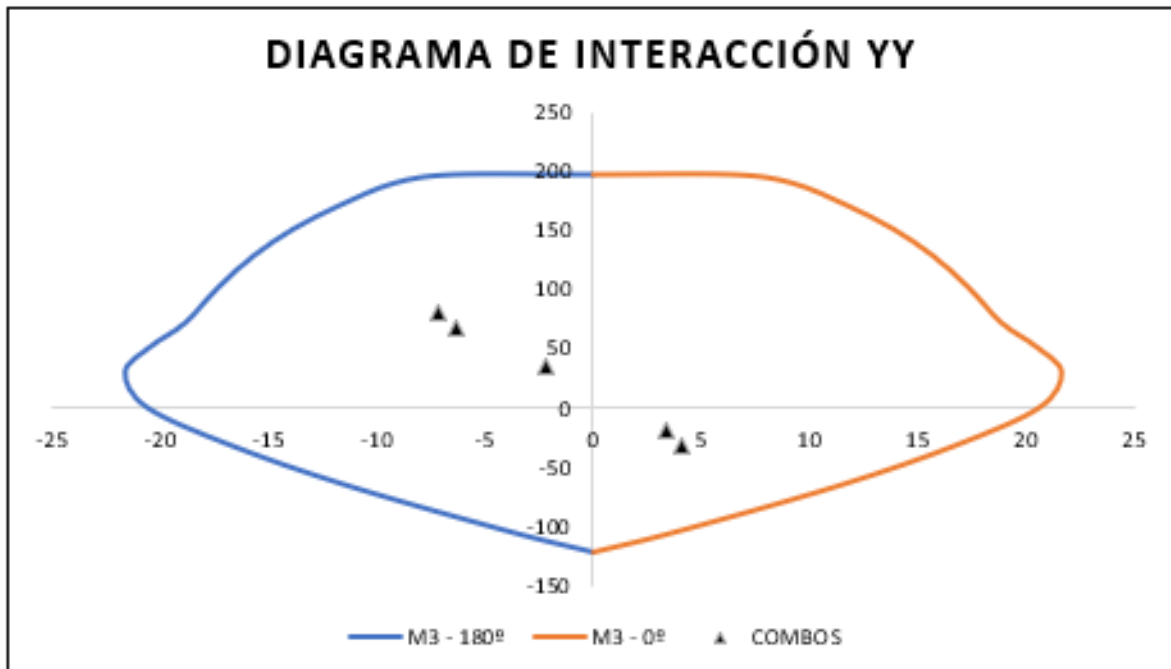


**Figura 38.** Diagrama de interacción para M33 y ángulos 0° y 180° en dirección XX

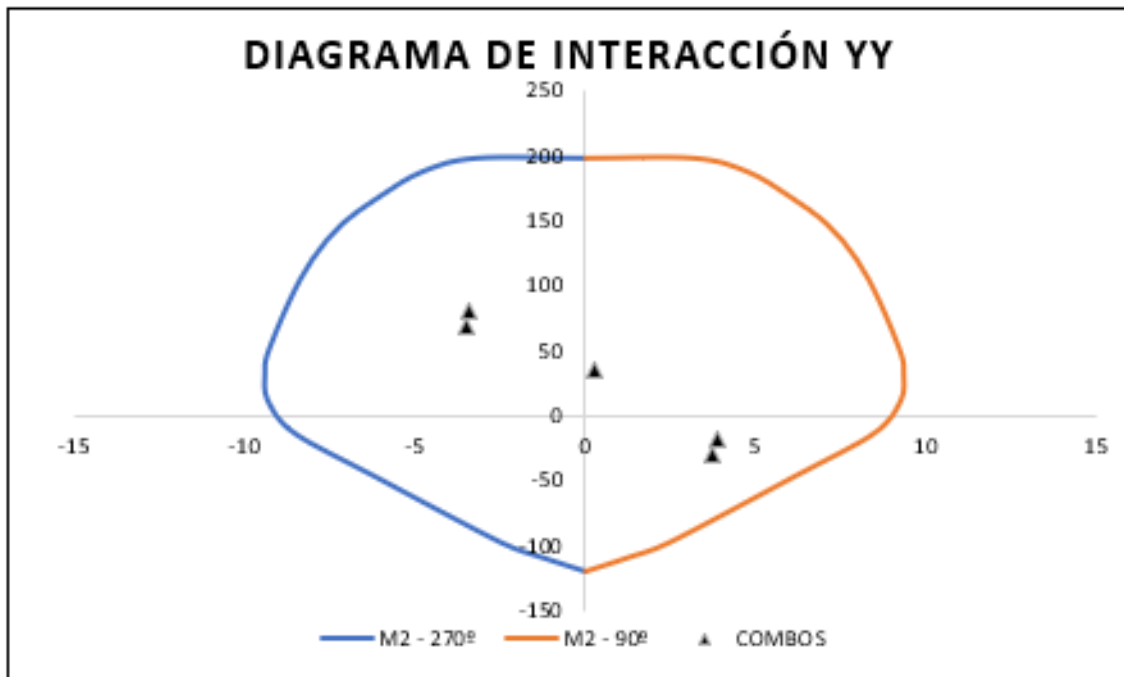


**Figura 39.** Diagrama de interacción para M22 y ángulos 90° y 270° en dirección XX

En dirección YY y para la estación "2.10m" del elemento:



**Figura 40.** Diagrama de interacción para M33 y ángulos 0° y 180° en dirección YY



**Figura 41.** Diagrama de interacción para M22 y ángulos 90° y 270° en dirección YY

Consecuentemente, para el análisis en ambos sentidos se ejecutó la comprobación por torsión y por cortante el diseño de la columna:

En la dirección XX y para la estación “0m” del elemento:

**Tabla 26.** Cargas para el diseño por corte y verificación por torsión de la columna

<b>Diseño por torsión</b>		
<b>Procedimiento para ignorar la torsión</b>		
<b>Nu :</b>	92.85115	Tonf
<b>Mu (-) :</b>	16.3136	tonf-m
<b>Mu (+) :</b>	13.3457	tonf-m
<b>rec :</b>	0.04	M
<b>Øb. est :</b>	0.009525	M
<b>Øb. long.</b>	0.015875	M
<b>ds :</b>	0.0574625	M
<b>d :</b>	0.1925375	M
<b>f'c :</b>	2800	tonf/m2
<b>fy :</b>	42000	tonf/m2
<b>Ec :</b>	2509980.08	tonf/m2
<b>Tu :</b>	0.0214	tonf-m
<b>Acp :</b>	0.125	m2
<b>Pcp :</b>	1.5	M
<b>Ø :</b>	0.85	
<b>Ø0.27√ f'c(Acp^2/Pcp) :</b>	0.4000	tonf-m
<b>Tu &lt; Ø0.27√ f'c(Acp^2/Pcp) (?) :</b>	<b>Torsión despreciable</b>	



Tabla 27. Diseño por corte y verificación por torsión para columna a 0.00m en XX

<b>Diseño por corte</b>		
<b>Vu (análisis) a "d" : en "0"</b>	32.542	tonf
<b>Mn (-) :</b>	22.2712	tonf-m
<b>Mn (+) :</b>	18.7122	tonf-m
<b>Mpr (-) :</b>	22.2712	tonf-m
<b>hn :</b>	2.125	m
<b>Vhiperestático :</b>	19.2334	tonf
<b>Vu (capacidad) :</b>	19.2334	tonf
<b>Mn (-) :</b>	22.2712	tonf-m
<b>Mn (+) :</b>	18.7122	tonf-m
<b>Mpr (-) :</b>	18.7122	tonf-m
<b>hn :</b>	2.125	m
<b>Vhiperestático :</b>	-19.3101	tonf
<b>Vu (capacidad) :</b>	19.3101	tonf
<b>Mprvi izq (-) :</b>	9.10	tonf-m
<b>Mprvi der (-) :</b>	26.26	tonf-m
<b>Mprvi izq (+) :</b>	5.94	tonf-m
<b>Mprvi der (+) :</b>	26.26	tonf-m
<b>Mprci (-) :</b>	20.54	tonf-m
<b>Mprci (+) :</b>	18.71	tonf-m
<b>Mpr (-) :</b>	20.54	m
<b>hn :</b>	2.125	m
<b>Vhiperestático :</b>	17.2187	tonf
<b>Vu (capacidad) : en "0"</b>	17.2187	tonf
<b>Mprci (-) :</b>	20.54	tonf-m
<b>Mprci (+) :</b>	18.71	tonf-m
<b>Mpr (-) :</b>	20.54	m
<b>hn :</b>	2.125	m
<b>Vhiperestático :</b>	-17.2187	tonf
<b>Vu (capacidad) : en "0"</b>	17.2187	tonf
<b>Vu :</b>	19.3101	tonf
<b>0.5ØVc :</b>	4.4104	tonf
<b>Vu &gt; 0.5ØVc (?) :</b>	<b>Requiere acero mínimo</b>	

Szc máx , "d/2" o "d/4" :	0.096	
Szc :	0.075	m
nº de grapas :	2	
Área de la barra de estribo para corte :	0.71	cm2
nº de grapas por torsión :	0	
Área de la barra de estribo para torsión :	0.00	cm2
2At + Av :	1.42	cm2
Av mín :	No aplica Av mín	cm2
3.5bwS/fy :	No aplica Av mín	cm2
Av mín ≥ 3.5bwS/fy (?) :	Cumple	
<b>ESTRIBO</b>	2	Ø3/8"
	0.71	cm2
<b>GRAPAS COMPLEMENTARIAS</b>	0	Ø1/4"
	0.00	cm2
<b>2At + Av : (EQUIVALENTE TOTAL)</b>	1.42	cm2
Vc : (11-4)	13.0676	tonf
f <sub>w</sub> (-):	0.0256	
f <sub>w</sub> (+):	0.0256	
Mm (-) :	6.9419	tonf-m
Mm (+) :	3.9740	tonf-m
Vu*d/Mm (-) :	0.5356	
Vu*d/Mm (+) :	0.9356	
0.93 √ f'cbwd*√ (1+Nu/35Ag) (-) :	26.4719	tonf
0.93 √ f'cbwd*√ (1+Nu/35Ag) (+) :	26.4719	tonf
Vc (-) : (11-5)	10.3775	tonf
Vc (+) : (11-5)	12.1124	tonf
Vc (-) < 0.93 √ f'cbwd (-) (?)	Cumple	
Vc (+) < 0.93 √ f'cbwd (+) (?)	Cumple	
Vc :	10.3775	tonf
Vs :	15.3106	tonf
1.1 √ f'cbwd :	17.7197	tonf
Vs < 1.1 √ f'cbwd (?)	S <sub>máx</sub> = d/2	
2.1 √ f'cbwd :	33.8286	tonf
Vs < 2.1 √ f'cbwd (?)	Cumple	
ØVn :	21.8348	tonf
ØVn ≥ Vu (?) :	Cumple	

Tabla 28. Cargas para el diseño por corte y verificación por torsión de la columna

<b>Diseño por torsión</b>		
<b>Procedimiento para ignorar la torsión</b>		
Nu :	92.06365	tonf
Mu (-) :	16.3136	tonf-m
Mu (+) :	13.3457	tonf-m
rec :	0.04	m

$\emptyset$ b. est :	0.009525	m
$\emptyset$ b. long.	0.015875	m
ds :	0.0574625	m
d :	0.1925375	m
f <sub>c</sub> :	2800	tonf/m <sup>2</sup>
f <sub>y</sub> :	42000	tonf/m <sup>2</sup>
E <sub>c</sub> :	2509980.08	tonf/m <sup>2</sup>
Tu :	0.0214	tonf-m
A <sub>cp</sub> :	0.125	m <sup>2</sup>
P <sub>cp</sub> :	1.5	m
$\emptyset$ :	0.85	
$\emptyset 0.27\sqrt{f_c(A_{cp}^2/P_{cp})}$ :	0.4000	tonf-m
Tu < $\emptyset 0.27\sqrt{f_c(A_{cp}^2/P_{cp})}$ (?) :	Torsión despreciable	

**Tabla 29.** Diseño por corte y verificación por torsión para columna a 2.10m en XX

<b>Diseño por corte</b>		
<b>Vu (análisis) a "d" : en "2.05"</b>	32.592	tonf
Mn (-) :	22.3217	tonf-m
Mn (+) :	18.5997	tonf-m
Mpr (-) :	18.5997	tonf-m
hn :	2.125	m
Vhiperestático :	-19.2334	tonf
<b>Vu (capacidad) :</b>	<b>19.2334</b>	tonf
Mn (-) :	22.3217	tonf-m
Mn (+) :	18.5997	tonf-m
Mpr (-) :	22.3217	tonf-m
hn :	2.125	m
Vhiperestático :	19.3101	tonf
<b>Vu (capacidad) :</b>	<b>19.3101</b>	tonf
Mprvs izq (-) :	22.22	tonf-m
Mprvs der (-) :	20.37	tonf-m
Mprvs izq (+) :	16.72	tonf-m
Mprvs der (+) :	15.38	tonf-m
Mprci (-) :	21.29	tonf-m
Mprci (+) :	16.05	tonf-m
Mpr (-) :	16.05	M
hn :	2.125	M
Vhiperestático :	-17.2187	Tonf
<b>Vu (capacidad) : en "2.05"</b>	<b>17.2187</b>	Tonf
Mprci (-) :	21.29	tonf-m
Mprci (+) :	16.05	tonf-m
Mpr (-) :	16.05	M

hn :	2.125	M
Vhiperestático :	17.2187	Tonf
Vu (capacidad) : en "2.05"	17.2187	Tonf
Vu :	19.3101	Tonf
0.5ØVc :	4.410426735	
Vu > 0.5ØVc (?) :	Requiere acero mínimo	
Szc máx , "d/2" o "d/4" :	0.096	
Szc :	0.075	M
nº de grapas :	2	
Área de la barra de estribo para corte :	0.71	cm2
nº de grapas por torsión :	0	
Área de la barra de estribo para torsión :	0.00	cm2
2At + Av :	1.42	cm2
Av mín :	No aplica Av mín	cm2
3.5bwS/fy :	No aplica Av mín	cm2
Av mín ≥ 3.5bwS/fy (?) :	Cumple	
<b>ESTRIBO</b>	2	Ø3/8"
	0.71	cm2
<b>GRAPAS COMPLEMENTARIAS</b>	0	Ø1/4"
	0.00	cm2
2At + Av : (EQUIVALENTE TOTAL)	1.42	cm2
Vc : (11-4)	13.0292	Tonf
f <sub>w</sub> (-) :	0.0256	
f <sub>w</sub> (+) :	0.0256	
Mm (-) :	7.0214	tonf-m
Mm (+) :	4.0535	tonf-m
Vu*d/Mm (-) :	0.5295	
Vu*d/Mm (+) :	0.9172	
0.93 √ f'cbwd*√ (1+Nu/35Ag) (-) :	26.4719	Tonf
0.93 √ f'cbwd*√ (1+Nu/35Ag) (+) :	26.4719	Tonf
Vc (-) : (11-5)	10.3775	Tonf
Vc (+) : (11-5)	12.1124	Tonf
Vc (-) < 0.93 √ f'cbwd (-) (?)	Cumple	
Vc (+) < 0.93 √ f'cbwd (+) (?)	Cumple	
Vc :	10.3775	Tonf
Vs :	15.3106	Tonf
1.1 √ f'cbwd :	17.7197	
Vs < 1.1 √ f'cbwd (?)	S <sub>máx</sub> = d/2	
2.1 √ f'cbwd :	33.8286	Tonf
Vs < 2.1 √ f'cbwd (?)	Cumple	
ØVn :	21.8348	Tonf
ØVn ≥ Vu (?) :	Cumple	

En la dirección YY y para la estación "0.00m" del elemento:

**Tabla 30.** Cargas para el diseño por corte y verificación por torsión de la columna

<b>Diseño por torsión</b>		
<b>Procedimiento para ignorar la torsión</b>		
Nu :	81.01055	Tonf
Mu (-) :	3.4761	tonf-m
Mu (+) :	3.8658	tonf-m
rec :	0.04	M
Øb. est :	0.009525	M
Øb. long.	0.01905	M
ds :	0.05905	M
d :	0.29095	M
f'c :	2100	tonf/m <sup>2</sup>
fy :	42000	tonf/m <sup>2</sup>
Ec :	2173706.512	tonf/m <sup>2</sup>
Tu :	0.0716	tonf-m
Acp :	0.1225	m <sup>2</sup>
Pcp :	1.4	M
Ø :	0.85	
$\text{Ø}0.27\sqrt{f'c(Acp^2/Pcp)}$ :	0.3565	tonf-m
Tu < $\text{Ø}0.27\sqrt{f'c(Acp^2/Pcp)}$ (?) :	<b>Torsión despreciable</b>	

**Tabla 31.** Diseño por corte y verificación por torsión para columna a 0.00m en YY

Vu (análisis) a "d" : en "0"	9.5798	tonf
Mn (-) :	11.1873	tonf-m
Mn (+) :	10.3325	tonf-m
Mpr (-) :	11.1873	tonf-m
hn :	2.82	m
Vhiperestático :	7.6065	tonf
Vu (capacidad) :	7.6065	tonf
Mn (-) :	11.1873	tonf-m
Mn (+) :	10.3325	tonf-m
Mpr (-) :	10.3325	tonf-m
hn :	2.82	m
Vhiperestático :	-7.6351	tonf
Vu (capacidad) :	7.6351	tonf
Mprvi izq (-) :	4.60	tonf-m
Mprvi der (-) :	13.40	tonf-m
Mprvi izq (+) :	4.20	tonf-m
Mprvi der (+) :	14.70	tonf-m
Mprci (-) :	10.37	tonf-m
Mprci (+) :	10.89	tonf-m
Mpr (-) :	10.37	m

hn :	2.82	m
Vhiperestático :	7.7365	tonf
Vu (capacidad) : en "0"	7.7365	tonf
Mprci (-) :	10.37	tonf-m
Mprci (+) :	10.89	tonf-m
Mpr (-) :	10.37	m
hn :	2.82	m
Vhiperestático :	-7.7365	tonf
Vu (capacidad) : en "0"	7.7365	tonf
Vu :	13.26	tonf
0.5ØVc :	2.3163	tonf
Vu > 0.5ØVc (?) :	<b>Requiere acero mínimo</b>	
Szc máx , "d/2" o "d/4" :	0.07	
Szc :	0.075	m
nº de grapas :	2	
Área de la barra de estribo para corte :	0.71	cm2
nº de grapas por torsión :	0	
Área de la barra de estribo para torsión :	0.00	cm2
2At + Av :	1.42	cm2
Av mín :	<b>No aplica Av mín</b>	cm2
3.5bwS/fy :	<b>No aplica Av mín</b>	cm2
Av mín ≥ 3.5bwS/fy (?) :	<b>Cumple</b>	
<b>ESTRIBO</b>	2	Ø1/2"
	0.71	cm2
<b>GRAPAS COMPLEMENTARIAS</b>	0	Ø1/2"
	0.00	cm2
2At + Av : (EQUIVALENTE TOTAL)	1.42	cm2
Vc : (11-4)	11.5156	tonf
f <sub>w</sub> (-):	0.020538776	
f <sub>w</sub> (+):	0.020538776	
Mm (-) :	-7.7545	tonf-m
Mm (+) :	-7.3648	tonf-m
Vu*d/Mm (-) :	-0.4975	
Vu*d/Mm (+) :	-0.5239	
0.93 √ f'cbwd*√ (1+Nu/35Ag) (-) :	23.3285	tonf
0.93 √ f'cbwd*√ (1+Nu/35Ag) (+) :	23.3285	tonf
Vc (-) : (11-5)	5.5471	tonf
Vc (+) : (11-5)	5.4501	tonf
Vc (-) < 0.93 √ f'cbwd (-) (?)	<b>Cumple</b>	
Vc (+) < 0.93 √ f'cbwd (+) (?)	<b>Cumple</b>	
Vc :	5.4501	tonf
Vs :	23.1363	tonf
1.1 √ f'cbwd :	16.2326	tonf
Vs < 1.1 √ f'cbwd (?)	<b>Reducir Smáx de d/2 a d/4</b>	

$2.1 \sqrt{f_{cbwd}}$ :	30.9896	tonf
$V_s < 2.1 \sqrt{f_{cbwd}}$ (?)	<b>Cumple</b>	
$\emptyset V_n$ :	24.2985	tonf
$\emptyset V_n \geq V_u$ (?) :	<b>Cumple</b>	

<b>Diseño por torsión - verificación de sección</b>		
Definir caso torsional :	<b>Torsión de equilibrio</b>	
Reducción de $T_u$ :		
$\emptyset 1.1 \sqrt{f_c} (A_{cp}^2 / P_{cp})$ :	0.0000	tonf-m
$A_{oh}$ :	0.0729	m <sup>2</sup>
$Ph$ :	1.0419	m
$\sqrt{((V_u/bwd)^2 + (T_u Ph / 1.7 A_{oh}^2)^2)}$ : "a"	130.4774	
$\emptyset (V_c/bwd + 2.1 \sqrt{f_c})$ : "b"	304.1636	
$a \leq b$ (?) :	<b>La sección cumple</b>	
<b>Diseño por torsión - refuerzo transversal</b>		
$A_o$ :	0.0620	m <sup>2</sup>
nº de grapas :	0.0000	$\emptyset 1/2"$
Área de la barra de estribo para corte :	0.00	cm <sup>2</sup>
$A_t$ :	0.0000	cm <sup>2</sup>
$\cot \theta$ : donde $\theta = 45^\circ$	1.0000	
$S_t$ máx :	0.1302	m
$S_t$ máx :	0.3000	m
$S_t \text{ máx} \leq S_{zc}$ :	<b>Cumple</b>	
$S_t \text{ máx} \leq S_{zc}$ :	<b>Cumple</b>	
$\emptyset T_n$ :	0.0000	tonf-m
$T_u \leq \emptyset T_n$ :	<b>Aumentar ref. transversal</b>	
Hasta, $T_u = \emptyset 0.27 \sqrt{f_c} (A_{cp}^2 / P_{cp})$ :	0.3565	tonf-m
Colocar $(A_v + 2A_t)$ mín :	0.1811	cm <sup>2</sup>
$3.5 b_w S / f_y$ :	0.2188	cm <sup>2</sup>
$(A_v + 2A_t) \text{ mín} \geq 3.5 b_w S / f_y$ (?) :	<b>Tomar máx. acero mínimo</b>	
$b_t$ :	0.35	m
$d$ :	0.2910	m
Colocar desde $T_u$ a más :	0.64	m

En la dirección YY y para la estación "2.10m" del elemento:

**Tabla 32.** Cargas para el diseño por corte y verificación por torsión de la columna

<b>Diseño por torsión</b>		
<b>Procedimiento para ignorar la torsión</b>		
$N_u$ :	80.22305	tonf
$M_u (-)$ :	3.4761	tonf-m
$M_u (+)$ :	3.8658	tonf-m
rec :	0.04	m

Øb. est :	0.009525	m
Øb. long.	0.01905	m
ds :	0.05905	m
d :	0.29095	m
f'c :	2100	tonf/m <sup>2</sup>
f <sub>y</sub> :	42000	tonf/m <sup>2</sup>
E <sub>c</sub> :	2173706.512	tonf/m <sup>2</sup>
T <sub>u</sub> :	0.0716	tonf-m
A <sub>cp</sub> :	0.1225	m <sup>2</sup>
P <sub>cp</sub> :	1.4	m
Ø :	0.85	
$\text{Ø}0.27\sqrt{f'c(A_{cp}^2/P_{cp})}$ :	0.3565	tonf-m
$T_u < \text{Ø}0.27\sqrt{f'c(A_{cp}^2/P_{cp})}$ (?) :	Torsión despreciable	

**Tabla 33.** Diseño por corte y verificación por torsión para columna a 2.10m en YY

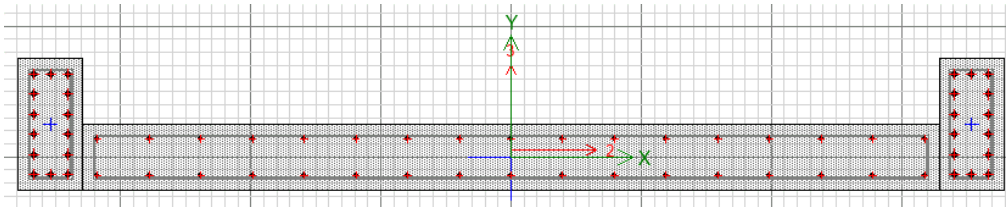
<b>Diseño por corte</b>		
Vu (análisis) a "d" : en "2.10"	9.5798	tonf
Mn (-) :	11.1984	tonf-m
Mn (+) :	10.2632	tonf-m
Mpr (+) :	10.2632	tonf-m
hn :	2.82	m
Vhíperestático :	-7.6065	tonf
Vu (capacidad) :	7.6065	tonf
Mn (-) :	11.1984	tonf-m
Mn (+) :	10.2632	tonf-m
Mpr (+) :	11.1984	tonf-m
hn :	2.82	m
Vhíperestático :	7.6351	tonf
Vu (capacidad) :	7.6351	tonf
Mprvs izq (-) :	6.80	tonf-m
Mprvs der (-) :	20.30	tonf-m
Mprvs izq (+) :	4.20	tonf-m
Mprvs der (+) :	18.70	tonf-m
Mprcs (-) :	13.55	tonf-m
Mprcs (+) :	11.45	tonf-m
hn :	11.45	m
hn :	2.82	m
Vhíperestático :	-7.7365	tonf
Vu (capacidad) : en "2.10"	7.7365	tonf
Mprcs (-) :	13.55	tonf-m
Mprcs (+) :	11.45	tonf-m
hn :	11.45	m
hn :	2.82	m



Vhiperestático :	7.7365	Tonf
Vu (capacidad) : en "2.10"	7.7365	Tonf
Vu :	13.26	Tonf
0.5ØVc :	2.316307286	
Vu > 0.5ØVc (?) :	Requiere acero mínimo	
Szc máx , "d/2" o "d/4" :	0.07	
Szc :	0.075	M
nº de grapas :	2	
Área de la barra de estribo para corte :	0.71	cm2
nº de grapas por torsión :	0	
Área de la barra de estribo para torsión :	0.00	cm2
2At + Av :	1.42	cm2
Av mín :	No aplica Av mín	cm2
3.5bwS/fy :	No aplica Av mín	cm2
Av mín ≥ 3.5bwS/fy (?) :	Cumple	
<b>ESTRIBO</b>	2	Ø1/2"
	0.71	cm2
<b>GRAPAS COMPLEMENTARIAS</b>	0	Ø1/2"
	0.00	cm2
<b>2At + Av : (EQUIVALENTE TOTAL)</b>	1.42	cm2
Vc : (11-4)	11.4797	Tonf
fw (-):	0.020538776	
fw (+):	0.020538776	
Mm (-) :	-7.6454	tonf-m
Mm (+) :	-7.2556	tonf-m
Vu*d/Mm (-) :	-0.5046	
Vu*d/Mm (+) :	-0.5317	
0.93 √ f'cbwd*√ (1+Nu/35Ag) (-) :	23.3285	Tonf
0.93 √ f'cbwd*√ (1+Nu/35Ag) (+) :	23.3285	Tonf
Vc (-) : (11-5)	5.5471	Tonf
Vc (+) : (11-5)	5.4501	Tonf
Vc (-) < 0.93 √ f'cbwd (-) (?)	Cumple	
Vc (+) < 0.93 √ f'cbwd (+) (?)	Cumple	
Vc :	5.4501	Tonf
Vs :	23.1363	Tonf
1.1 √ f'cbwd :	16.2326	
Vs < 1.1 √ f'cbwd (?)	Reducir Smáx de d/2 a d/4	
2.1 √ f'cbwd :	30.9896	Tonf
Vs < 2.1 √ f'cbwd (?)	Cumple	
ØVn :	24.2985	Tonf
ØVn ≥ Vu (?) :	Cumple	

- **Diseño de placas**

La configuración o diseño de la placa se ha realizado teniendo en cuenta el valor de la presión de compresión sustancial de 280kgf/cm<sup>2</sup>, del acero su presión es de 4200kgf/cm<sup>2</sup>, y para este plan de sección en particular, un espesor de 0,25m, un nivel de placa completa de 14m, una longitud de pared de 3,79m, un cruce de 0,0647m (esperado debido al diseño de la placa y la interacción de desarrollo), un área de pared de 1,073m<sup>2</sup>. La configuración de la placa cumple con el requisito de la norma E.060, así mismo cumple con lo requerido por la demanda de la placa PL-01 ubicada en el eje 1 y los ejes 5 – 6.



**Figura 42.** Diseño por Flexocompresión Bi-axial

**Tabla 34:** Demanda por cada patrón de carga

COMBINACIONES DE DISEÑO E.060				
COMBOS	$P_u$	$M_{ua2}$	$M_{ua3}$	$V_{ua}$
1.4CM+1.7CV	97.41517	-1.71259	-38.99644	-4.23094
1.25(CM+CV)+SISXX	159.000925	2.014125	162.729875	58.88775
1.25(CM+CV)-SISXX	11.232325	-4.947875	-229.688125	-66.10925
0.9CM+SISXX	128.91462	2.63392	176.60349	60.45946
0.9CM-SISXX	-18.85398	-4.32808	-215.81451	-64.53754
COMBOS	$P_u$	$M_{ua2}$	$M_{ua3}$	$V_{ua}$
1.4CM+1.7CV	97.41517	-1.71259	-38.99644	-4.23094
1.25(CM+CV)+SISYY	213.737025	-0.349075	587.566675	192.54545
1.25(CM+CV)-SISYY	-43.503775	-2.584675	-654.524925	-199.76695
0.9CM+SISYY	183.65072	0.27072	601.44029	194.11716
0.9CM-SISYY	-73.59008	-1.96488	-640.65131	-198.19524

**Tabla 35.** Data de diagrama de interacción para M33 para 0° y 180°

PUNTOS	CURVA 1		CURVA 13	
	M33		M33	
	0°		180°	
	ØMn	ØPn	ØMn	ØPn
1	9.00E-06	1337.8117	9.00E-06	1.34E+03
2	485.6741	1337.8117	-485.6741	1337.8117

3	638.6691	1281.1694	-638.6691	1281.1694
4	773.7975	1174.4079	-773.7974	1174.4079
5	892.0286	1063.0165	-892.0286	1063.0165
6	995.4713	945.8639	-995.4713	945.864
7	1087.5406	819.9805	-1087.5406	819.9806
8	1173.2693	682.3644	-1173.2693	682.3644
9	1275.1985	621.6833	-1275.1985	621.6834
10	1371.4041	564.7118	-1371.4042	564.7119
11	1393.5778	475.056	-1393.5778	475.0561
12	1275.9886	343.2348	-1275.9886	343.2348
13	1120.2384	211.0592	-1120.2385	211.0593
14	875.165	48.7699	-875.1651	48.77
15	-1.21E-05	-446.04	-1.21E-05	-4.46E+02

**Tabla 36.** Data de diagrama de interacción para M22 para 90° y 270°

PUNTOS	CURVA 7		CURVA 19	
	M22		M22	
	90°		270°	
	ØMn	ØPn	ØMn	ØPn
1	1.99E+01	1337.8117	19.88	1337.8117
2	50.0873	1337.8117	-4.90	1337.8117
3	68.2016	1147.9805	-14.23	1337.8117
4	79.0304	934.1853	-23.81	1337.8117
5	82.4248	712.0231	-32.89	1337.8117
6	78.4165	480.3556	-42.39	1337.8117
7	67.1719	234.1636	-52.34	1323.0489
8	61.1745	79.3322	-73.37	1127.4287
9	61.2713	7.4762	-92.07	1011.206
10	59.3807	-72.6897	-108.62	882.8315
11	51.2026	-149.6843	-115.51	677.8117
12	34.8904	-225.9614	-105.91	381.5434
13	13.962	-309.1443	-86.36	83.3169
14	-15.2829	-410.0944	-54.41	-242.3074
15	-26.69	-446.04	-26.69	-446.04

**Análisis en la dirección XX**

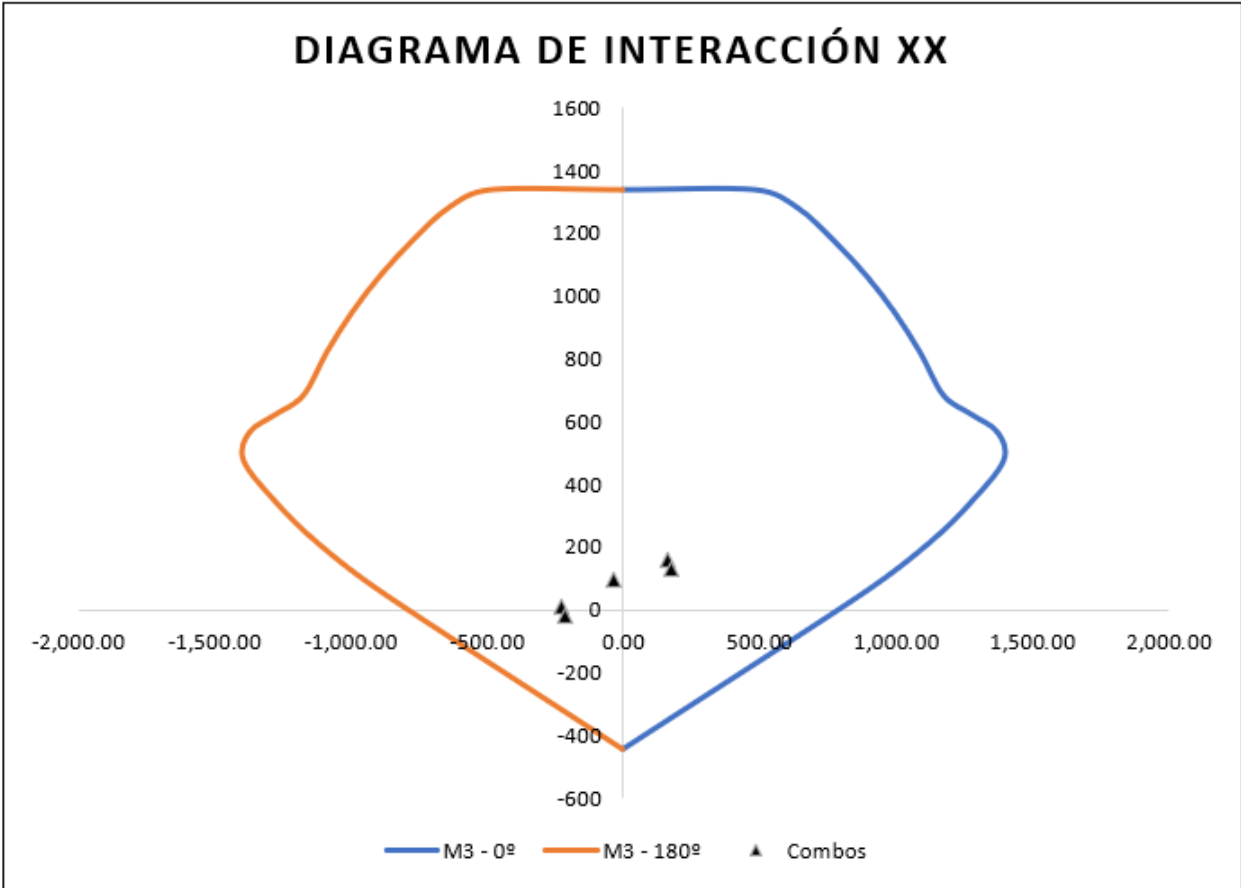


Figura 43. Diagrama de interacción para M33 para 0° y 180° en dirección XX

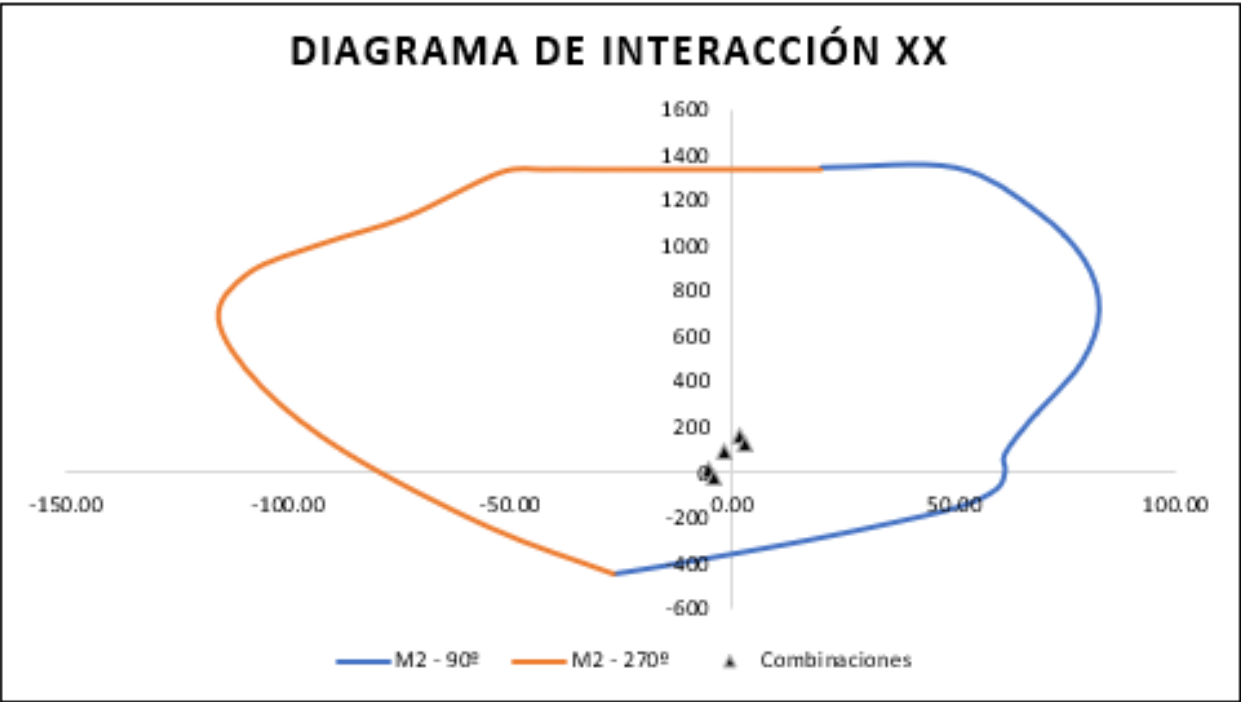
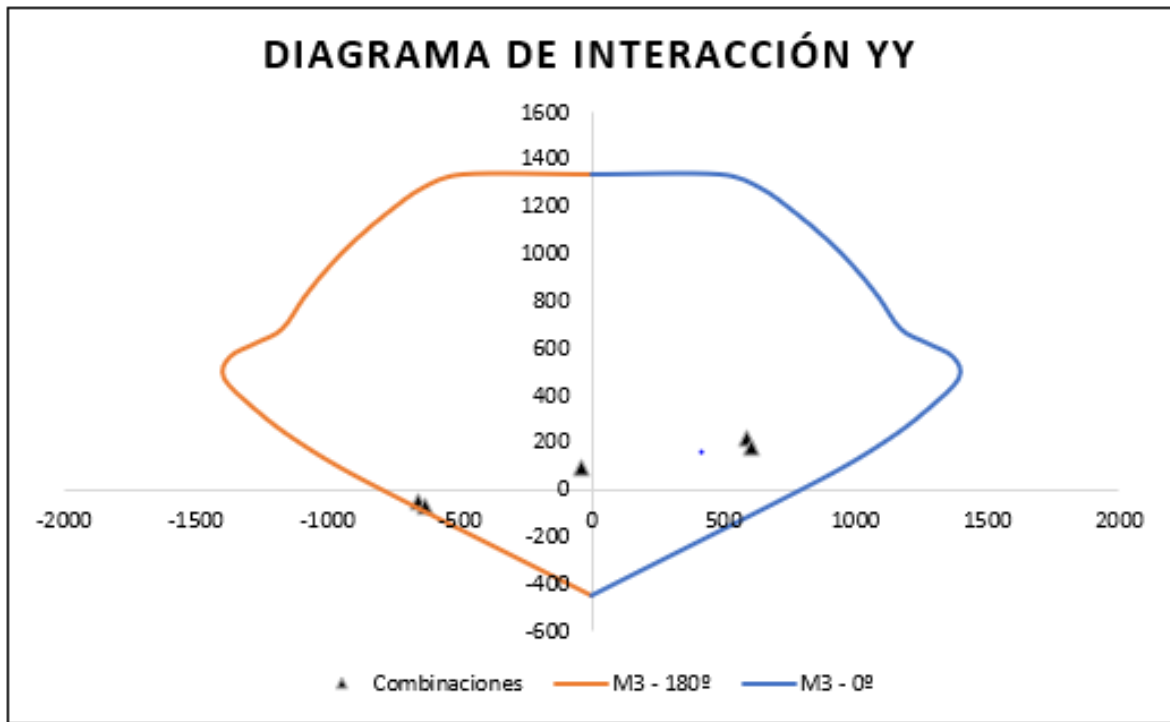
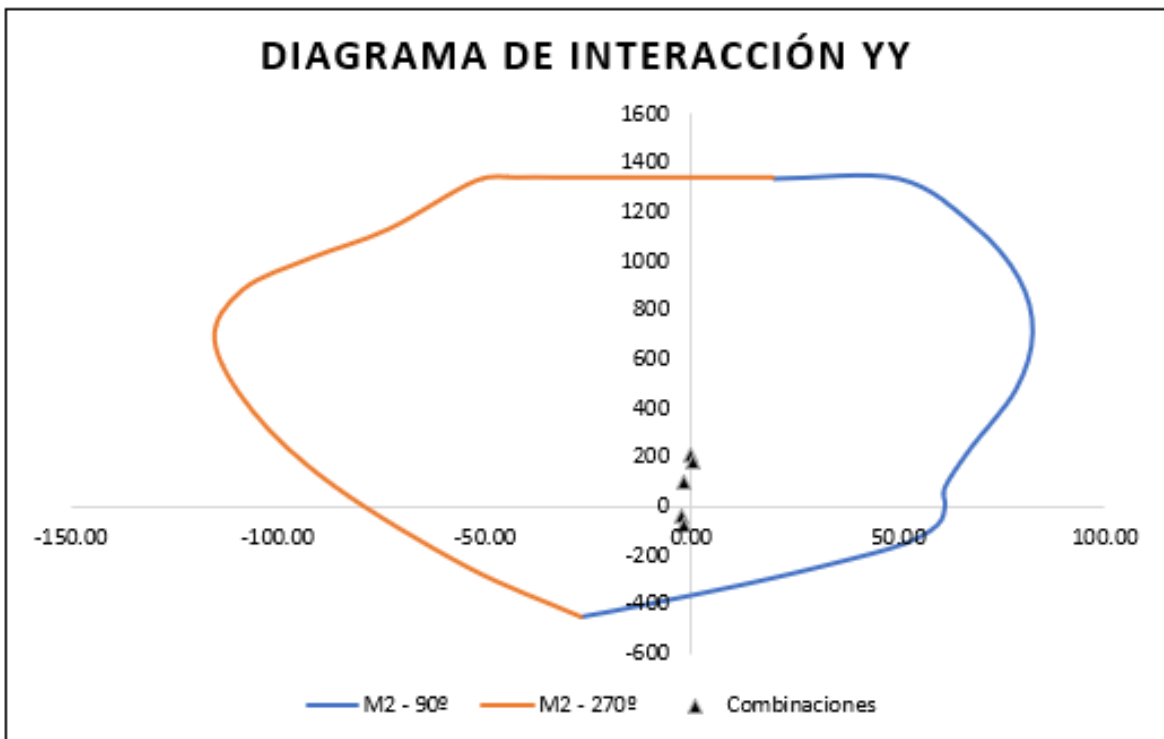


Figura 44. Diagrama de interacción para M22 para 90° y 270° en dirección XX

### Análisis en la dirección YY



**Figura 45.** Diagrama de interacción para M33 para 0° y 180° en dirección YY



**Figura 46.** Diagrama de interacción para M22 para 90° y 270° en dirección YY

Diseño por corte:

Para sentido de sismo en dirección YY mínimo (SYYMÁX).

**Tabla 37.** Cálculo de refuerzo horizontal y vertical con E.060 - 2019 en SYYMÍN

$P_u - N_u =$	97.41517	tonf	
$M_{ua} =$	38.99644	tonf-m	
$V_n \text{ máx} =$	466.69	tonf	
$f_w =$	0.011501818		
$M_m =$	-108.6849577		
$V_c (11-5) =$	77.5135	tonf	
$V_c (11-7) =$	149.87301	tonf	
$V_c =$	77.5135	tonf	
$H_m/L_m =$	3.693931398		
$H_m/L_m =$	1.50	0.8	
$H_m/L_m =$	3.694	x	
$H_m/L_m =$	2.00	0.53	
$\alpha_c =$	0.53		
$V_c =$	95.1334	tonf	
$M_n \quad 1.25f_y =$	1186	tonf-m	
$V_{ua} =$	4	tonf	
$V_u = V_{ua} (M_n/M_{ua}) =$	6.3464	tonf	
$M_n/M_{ua} =$	30.4074	<	3
	$L_m :$	3.79	m
$h$ (para disminuir $V_u$ a $V_{ua}$ )=	$M_u / (4 \cdot V_u) :$	2.304242083	m
	$h$ hasta 2do piso :	5.6	m
$f_h \text{ mín} =$	0.0025		
$V_s =$	-68.73	tonf	
$\emptyset V_c =$	65.89	tonf	
$\emptyset V_c \geq V_u$ (?)	Usar: Cuantía mínima		
$f_h =$	0.002500		
$A_s$ requerido =	6.25	cm <sup>2</sup> /m	
$A_s$ req mín =	6.25	cm <sup>2</sup> /m	
$\emptyset A_b =$	1.29	cm <sup>2</sup>	
$S =$	0.4128	m	
Usar : $S =$	0.4	m	
$f_h \text{ real} =$	0.002580		
$\emptyset V_s =$	98.80	tonf	
$\emptyset V_c =$	65.89	tonf	
$\emptyset V_n =$	164.689	tonf	
$\emptyset V_n \geq V_u$ (?)	Cumple		
$f_v =$	0.0025		
$A_{sh}$ requerido =	6.250	cm <sup>2</sup> /m	
$A_{sh}$ req mín =	6.250	cm <sup>2</sup> /m	
$\emptyset A_b =$	1.29	cm <sup>2</sup>	

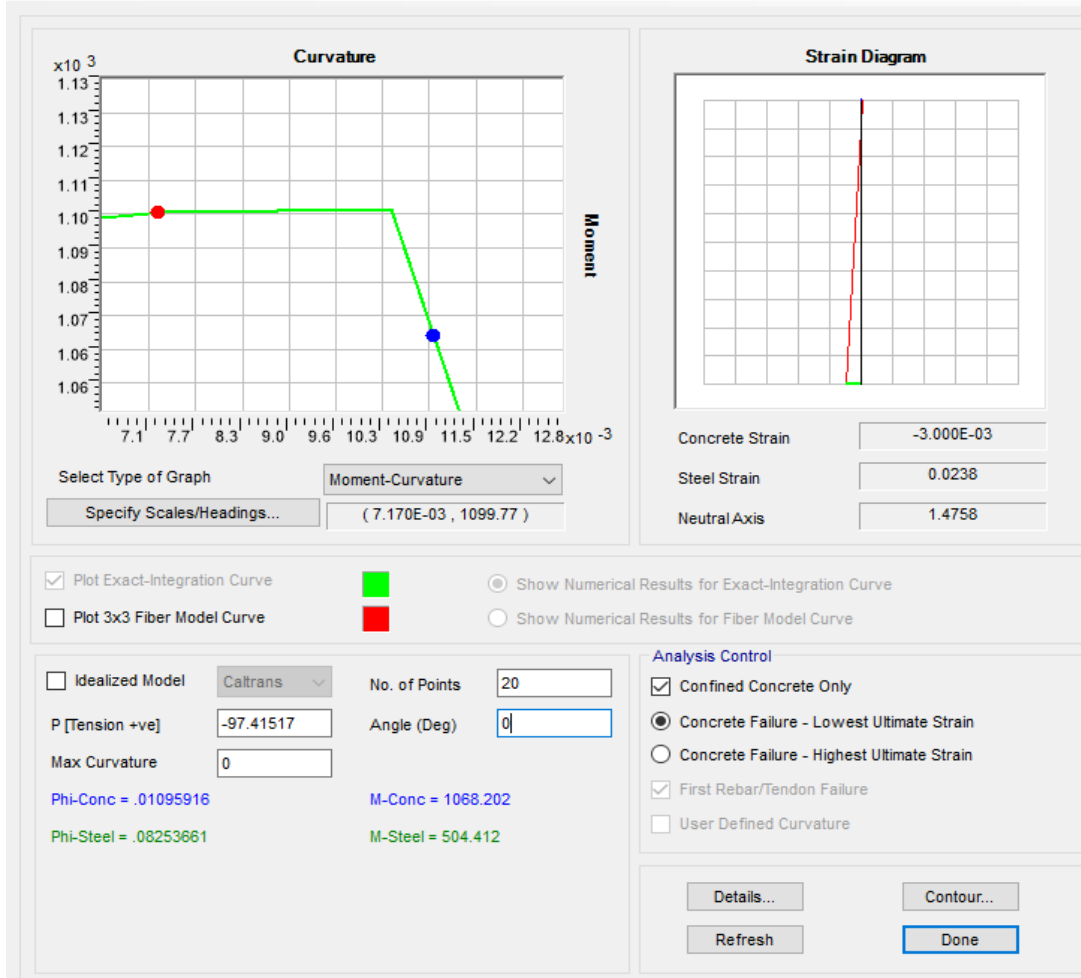
S =	0.4128	m
Usar : S =	0.2	m
f <sub>h</sub> real =	0.005160	

Verificación de elementos de borde:

La E.060 no determina la relación del nivel del muro y la longitud, para agrupar esencialmente el muro que estamos proyectando en función del límite de deformación dominante, ya sea de corte o flexión. Sin embargo, el código americano ACI318-19 establece que se puede considerar que el elemento cuenta con deformaciones por flexión cuando la relación entre altura del muro y su longitud es mayor o igual a dos. El siguiente procedimiento obedece a la combinación de cargas 0.9CM+CSYY. A continuación, establecemos dicha relación la cual resultó ser 3.69, por ende, se hizo la comprobación de posible existencia de componentes de borde de la siguiente forma:

Decidimos el valor de la desfiguración en un extremo del acero, en un punto que en este caso (SYYMAX), es de 0°, y su carga axial siguiendo una mezcla de carga similar. Vamos al SAP2000 y obtenemos una curva límite, ahí encontramos el valor de deformación unitaria de la sustancial de 3/1000, de esa forma conseguimos:

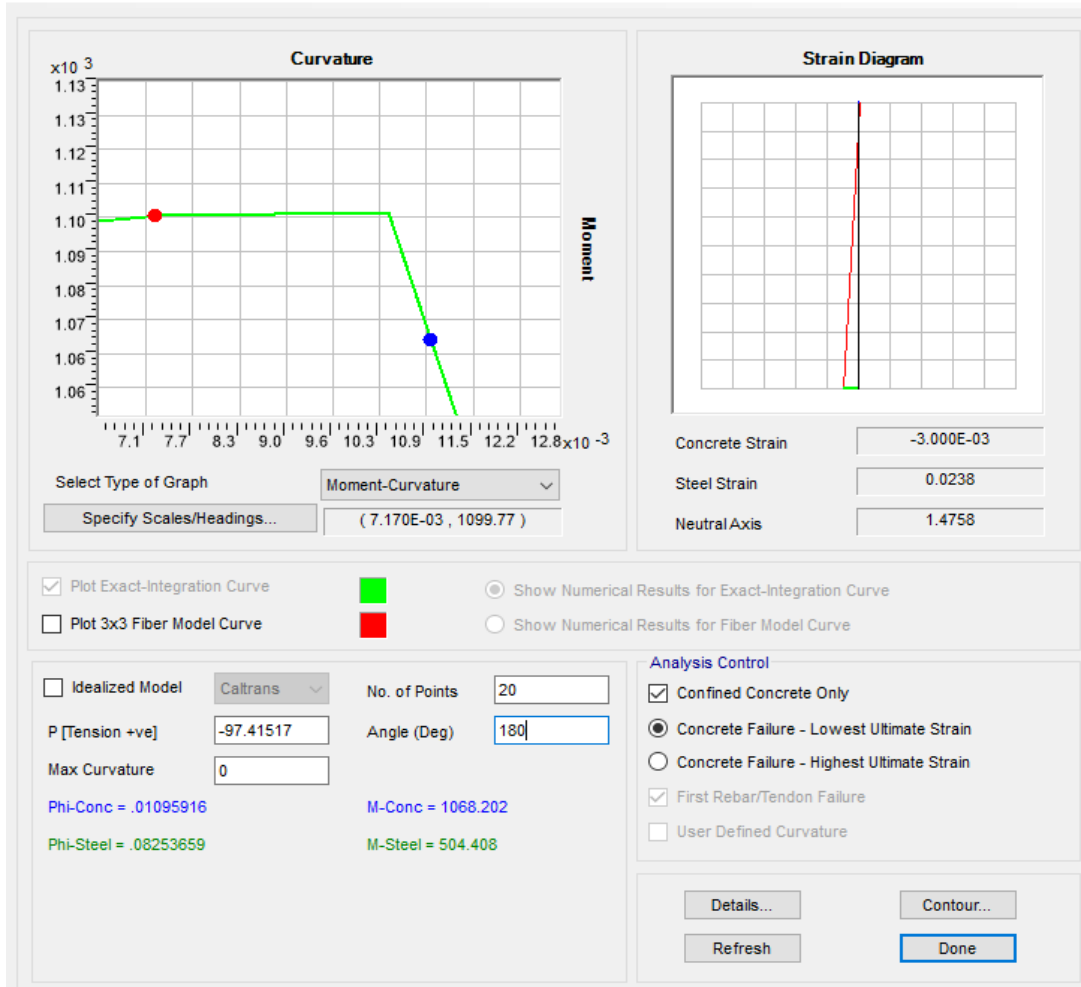
Moment Curvature Curve (Limits: P(comp.) = -2421.894, P(ten.) = 530.006)



**Figura 47.** Deformación del acero en el extremo a tracción cuando  $\epsilon_c=3/1000$ , para  $0^\circ$



Moment Curvature Curve (Limits: P(comp.) = -2421.894, P(ten.) = 530.006)



**Figura 48.** Deformación del acero en el extremo a tracción cuando  $\epsilon_c=3/1000$ , para  $180^\circ$

El máximo elástico con respecto al desplazamiento ( $\delta_e = 0.032843044m$ ) se obtuvo que resulta ser igual al factor de reducción sísmica al cual se multiplica por 0.85.

Para sentido de sismo en dirección YY con  $0^\circ$ .

**Tabla 38.** Verificación de requerimiento de elementos de borde para SYMÁX

Para:	$0^\circ$
$\epsilon_c =$	0.003
$\epsilon_t =$	0.023800
$d =$	3.03

m

c =	0.3394	m
$\delta u$ inelástico =	0.032843044	m
$\delta u/hm$ =	0.002346	
c lím =	1.263333333	m
$c \geq c$ lím (?) =	No requiere elementos de borde	

El “c” es menor que “c lím”, por lo que no requiere componentes de borde.

Para sentido de sismo en dirección YY con 180°.

**Tabla 39.** Verificación de requerimiento de elementos de borde para SYMÍN

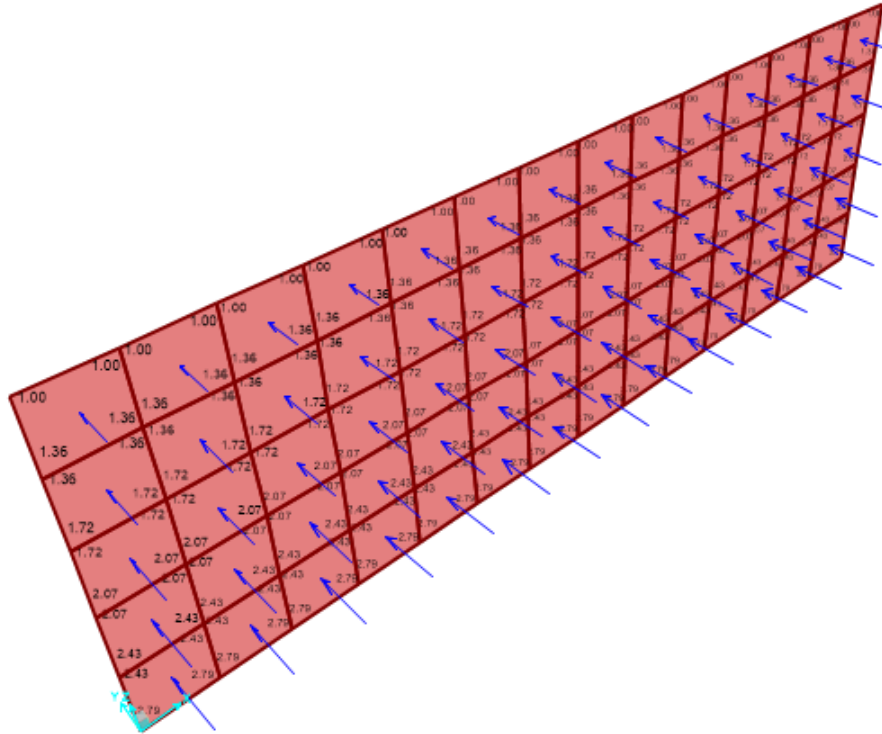
Para:	180°	
$\epsilon c$ =	0.003	
$\epsilon t$ =	0.023800	
d =	3.03	m
c =	0.3394	M
$\delta u$ inelástico =	0.032843044	M
$\delta u/hm$ =	0.002346	
c lím =	1.263333333	M
$c \geq c$ lím (?) =	No requiere elementos de borde	

- **Diseño de muro de semisótano**

Los datos utilizados para el diseño correspondiente son como sigue:

Ángulo de fricción, $\phi'$ :	22	grados
Coefficiente activo, $K_a$ :	0.45	
Peso unitario del suelo, $Y_s$ :	1.71	tonf/m3
Altura de muro, hm:	2.325	m
Presión activa, Pa:	1.8	tonf/m2
Sobrecarga, S/C:	1	tonf/m2
Presión de empuje de suelo, CE:	2.79	tonf/m2

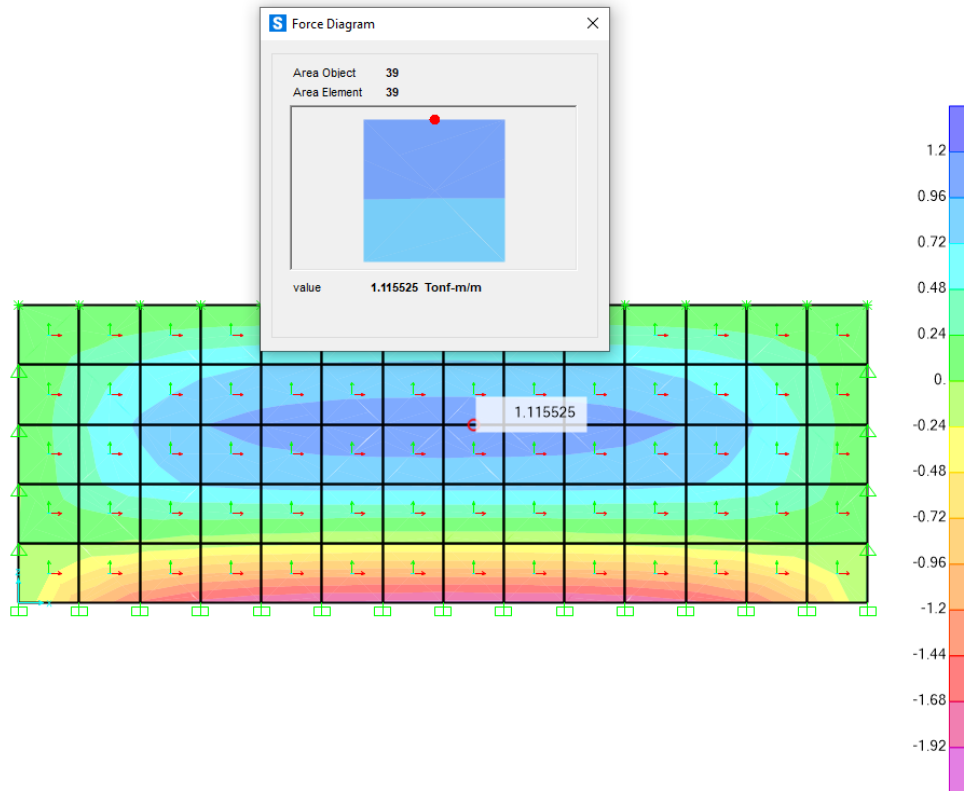
El modelamiento fue realizado en el software SAP2000, se asignó a la estructura las condiciones de entorno de tal forma que las fuerzas encontradas sean acorde a como si estuviera ligada a la estructura principal.



**Figura 49.** Modelamiento de muro de semisótano con espesor de .25m

El diseño a flexión fue realizado de la siguiente manera:

Diseño de refuerzo inferior.

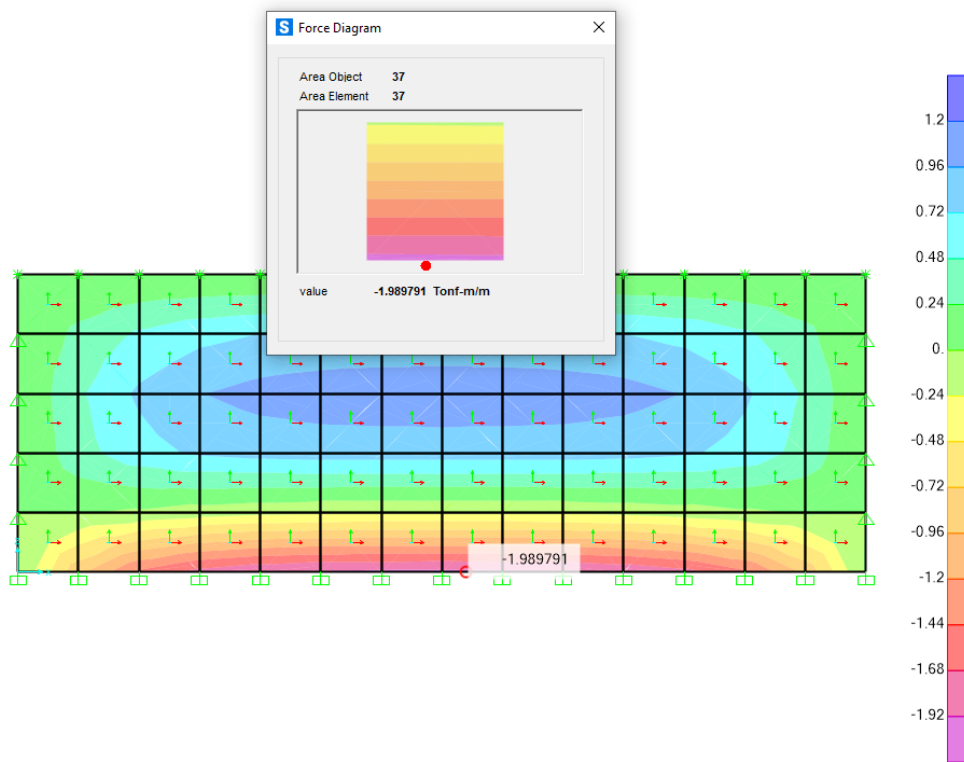


**Figura 50.** Diagrama de momento flector M22 (+)

**Tabla 40.** Cálculo de acero inferior vertical para momento flector M22 (+)

$f_c =$	2800	ton/m <sup>2</sup>
$f_y =$	42000	ton/m <sup>2</sup>
d:	0.244	M
b:	1.00	M
Ø flexión:	0.9	
$M_u =$	1.12	ton-m/m
$R_n =$	20.88	ton/m <sup>2</sup> /m
$r_o =$	0.000499	/m
$A_s \text{ req} =$	1.22	cm <sup>2</sup> /m
$A_{s \text{ mín}} =$	4.38570	cm <sup>2</sup> /m
Ø1/2"	1.29	cm <sup>2</sup>
S =	0.294	M
Usar:		
S =	0.250	M
$A_s \text{ real} =$	5.16	cm <sup>2</sup> /m
a =	0.01	M
ØMn =	4.66	ton-m/m

Diseño de refuerzo superior.

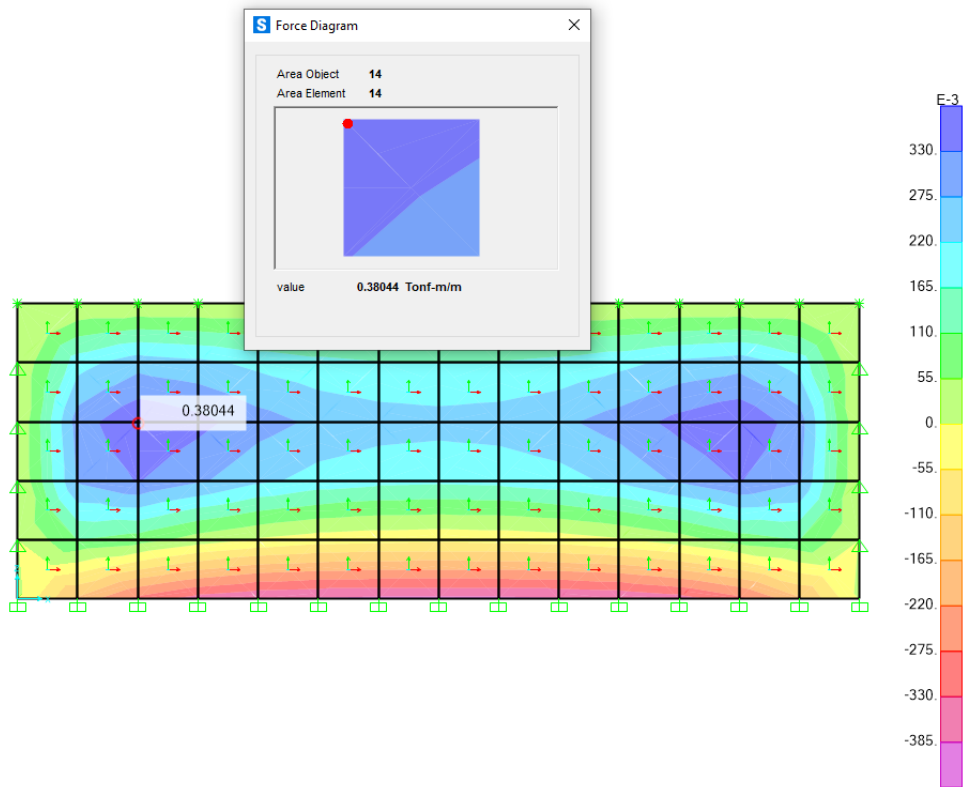


**Figura 51.** Diagrama de momento flector M22 (-)

**Tabla 41.** Cálculo de acero superior vertical para momento flector M22 (-)

$f_c =$	2800	ton/m <sup>2</sup>
$f_y =$	42000	ton/m <sup>2</sup>
$d:$	0.244	m
$b:$	1.00	m
Ø flexión:	0.9	
$M_u:$	1.99	ton-m/m
$R_n =$	37.24	ton/m <sup>2</sup> /m
$r_o =$	0.000894	/m
$A_s \text{ req} =$	2.18	cm <sup>2</sup> /m
$A_{s \text{ mín}} =$	4.38570	cm <sup>2</sup> /m
Ø1/2"	1.29	cm <sup>2</sup>
$S =$	0.294	m
Usar:		
$S =$	0.250	m
$A_s \text{ real} =$	5.16	cm <sup>2</sup> /m
$a =$	0.01	m
ØMn =	4.66	ton-m

Diseño de refuerzo inferior.



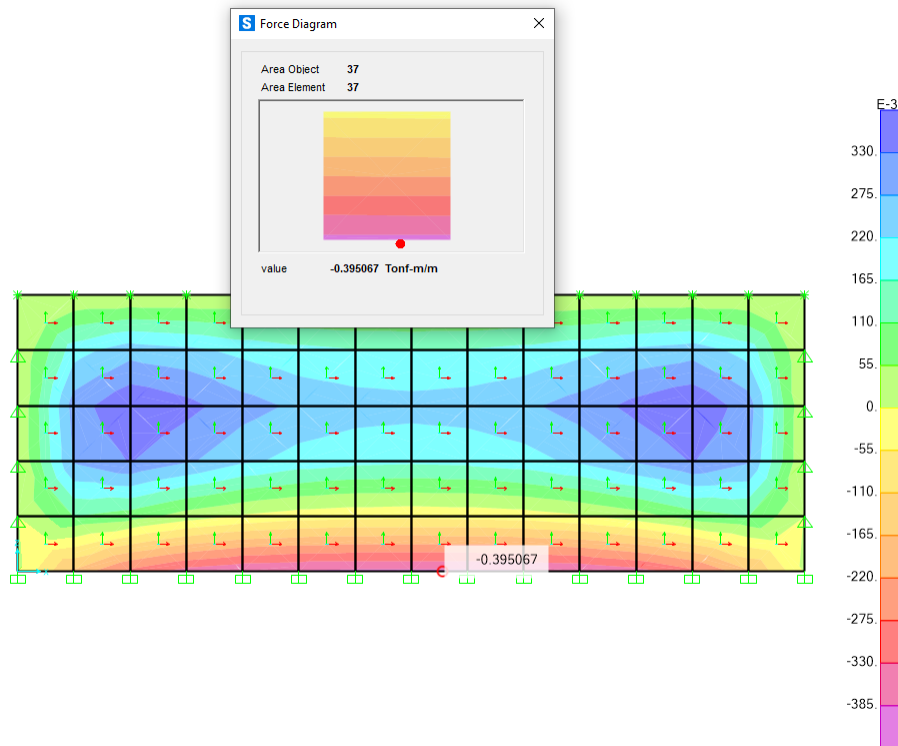
**Figura 52.** Diagrama de momento flector M11 (+)

**Tabla 42.** Cálculo de acero inferior horizontal para momento flector M11 (+)

$f_c =$	2800	ton/m <sup>2</sup>
$f_y =$	42000	ton/m <sup>2</sup>
$d:$	0.244	m
$b:$	1.00	m
$\phi$ flexión:	0.9	
$M_u:$	0.38	ton-m/m
$R_n =$	7.12	ton/m <sup>2</sup> /m
$r_o =$	0.000170	/m
$A_s \text{ req} =$	0.41	cm <sup>2</sup> /m
$A_{s \text{ m\u00edn}} =$	4.38570	cm <sup>2</sup> /m
$\phi 1/2''$	1.29	cm <sup>2</sup>
$S =$	0.294	m
Usar:		
$S =$	0.250	m
$A_s \text{ real} =$	5.16	cm <sup>2</sup> /m
$a =$	0.01	m

$\emptyset M_n =$	4.66	ton-m/m
-------------------	------	---------

Diseño de refuerzo superior.



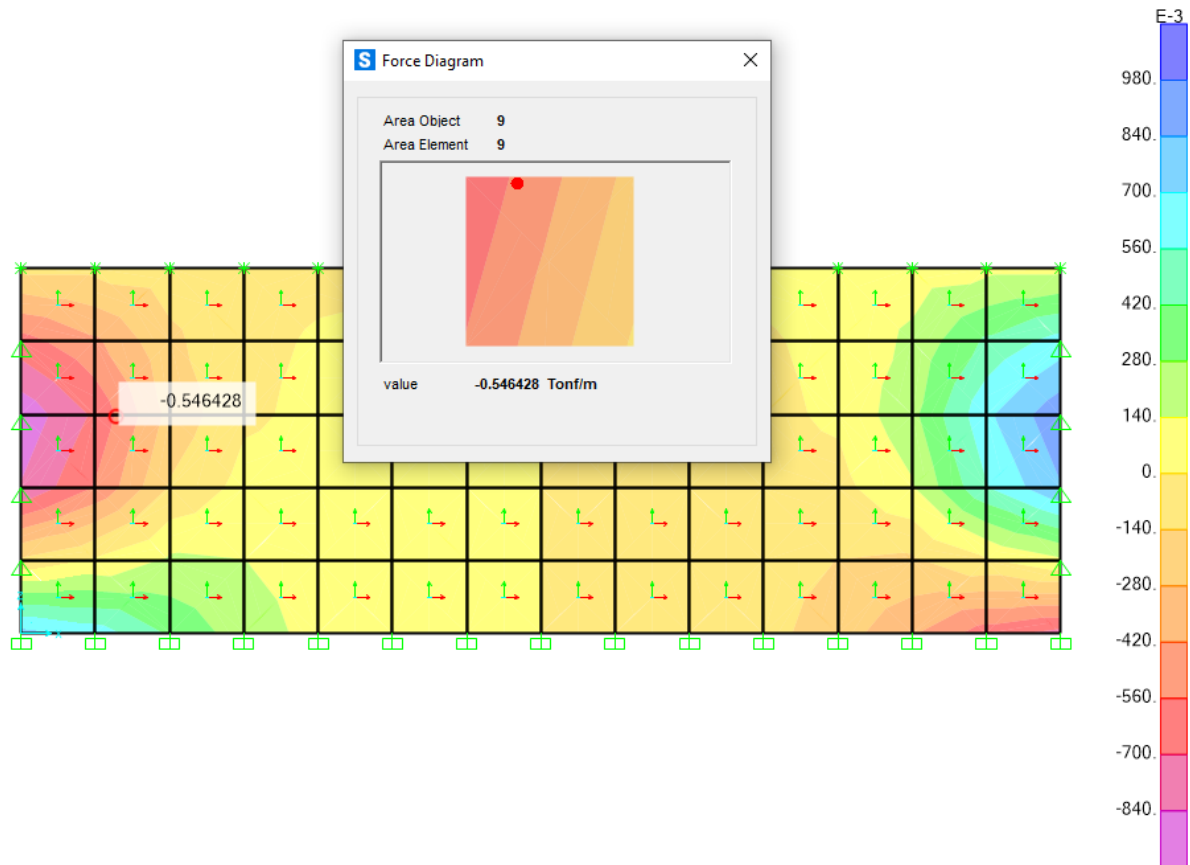
**Figura 53.** Diagrama de momento flector M11 (-)

**Tabla 43.** Cálculo de acero superior horizontal para momento flector M11 (-)

$f_c =$	2800	ton/m <sup>2</sup>
$f_y =$	42000	ton/m <sup>2</sup>
$d:$	0.244	M
$b:$	1.00	M
$\emptyset$ flexión:	0.9	
$M_u:$	0.40	ton-m/m
$R_n =$	7.39	ton/m <sup>2</sup> /m
$\rho_o =$	0.000176	/m
$A_s \text{ req} =$	0.43	cm <sup>2</sup> /m
$A_{s \text{ m\u00edn}} =$	4.38570	cm <sup>2</sup> /m
$\emptyset 1/2''$	1.29	cm <sup>2</sup>
$S =$	0.294	m
Usar:		
$S =$	0.250	m

As real =	5.16	cm <sup>2</sup> /m
a =	0.01	M
ØMn =	4.66	ton-m

El diseño a corte fue realizado de la siguiente manera:

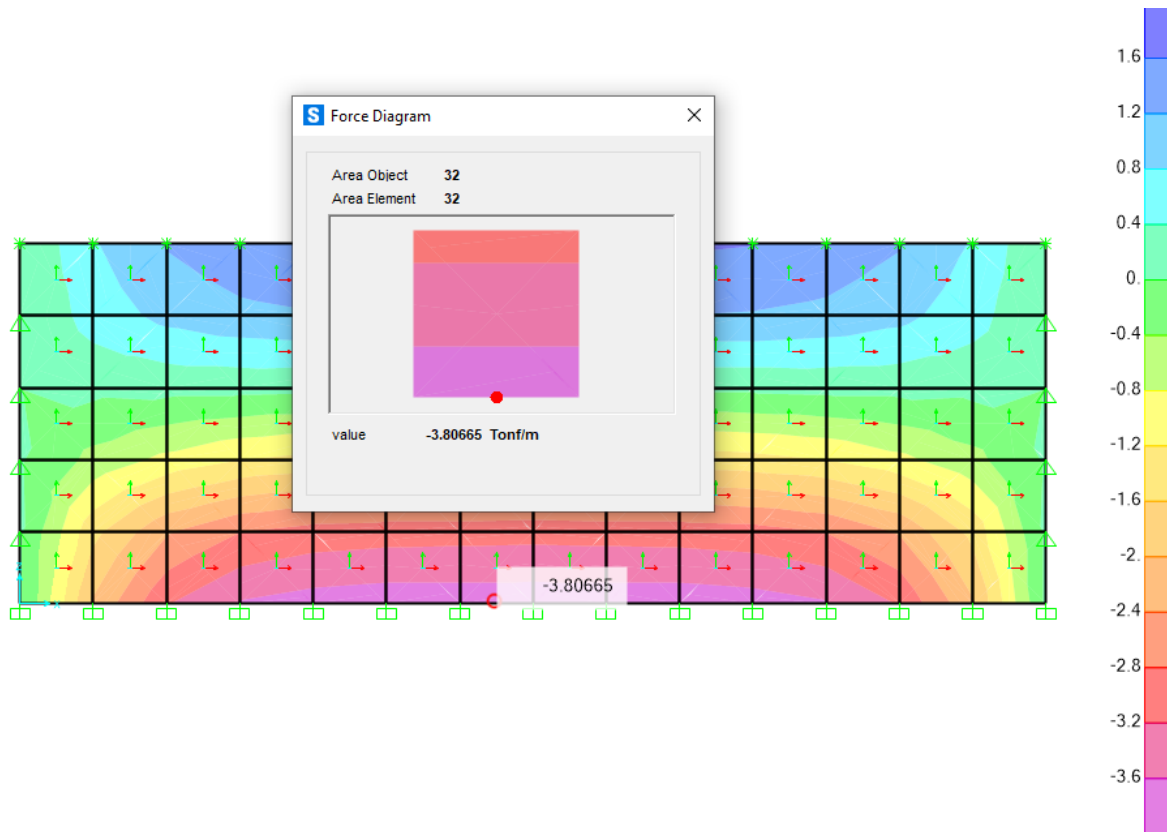


**Figura 54.** Diagrama de fuerza cortante V13 (-)

**Tabla 44.** Cálculo de resistencia a corte de muro para cortante V13 (-)

$f'_c =$	2800	ton/m <sup>2</sup>		
$f_y =$	42000	ton/m <sup>2</sup>		
d:	0.244	M		
b:	1.00	M		
$V_u =$	0.55	ton/m		
Ø corte:	0.85			
ØVc =	18.3670846	ton/m	>	0.55 ton/m <b>OK</b>





**Figura 55.** Diagrama de fuerza cortante V23 (-)

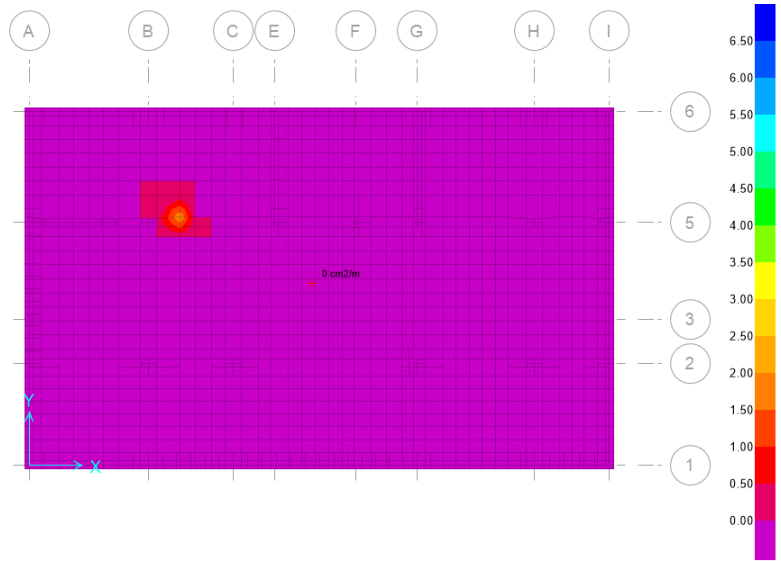
**Tabla 45.** Cálculo de resistencia a corte de muro para cortante V23 (-)

$f_c =$	2800	ton/m <sup>2</sup>					
$f_y =$	42000	ton/m <sup>2</sup>					
d:	0.242	m					
b:	1.00	m					
$V_u =$	10.89	ton/m					
$\phi$ corte:	0.85						
$\phi V_c =$	18.247414	ton/m	>	10.89	ton/m	OK	

- **Diseño de platea de cimentación**

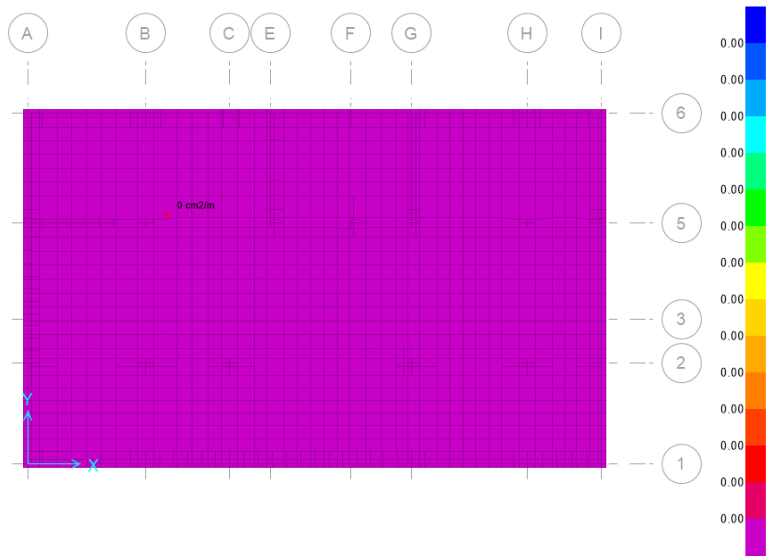
Los datos utilizados para el diseño correspondiente son como sigue:

Diseño por flexión.



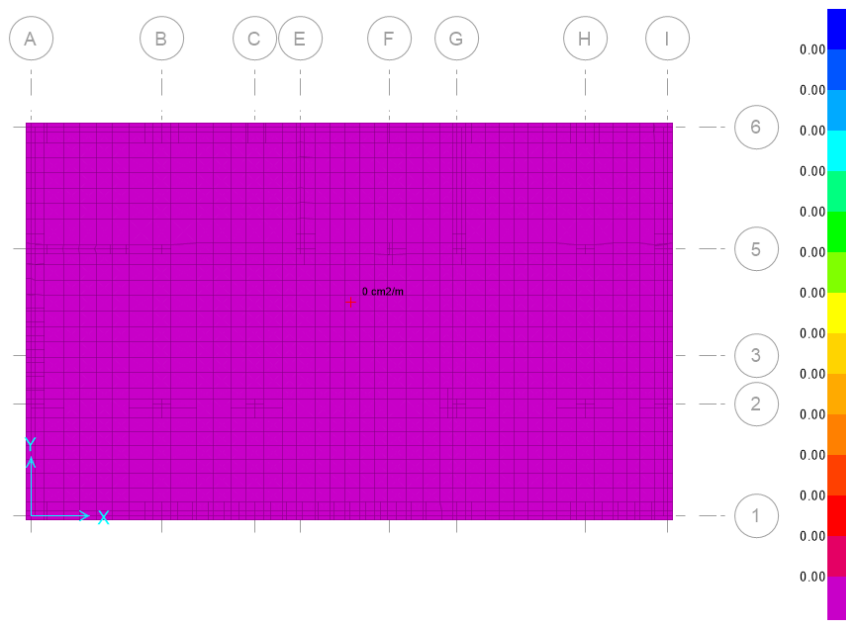
**Figura 56.** Demanda de acero superior para M11 (-)

Acero requerido: Ø3/4" @.25m



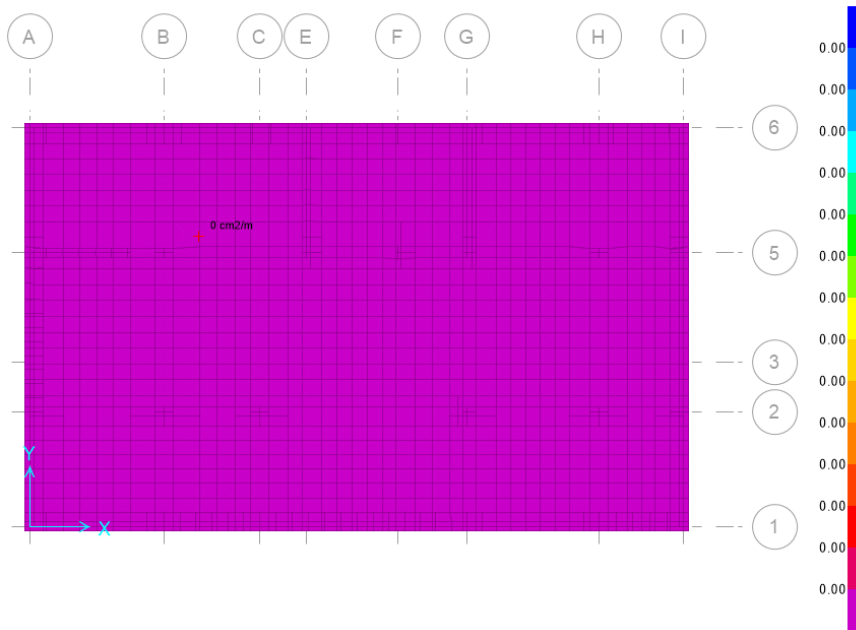
**Figura 57.** Demanda de acero superior para M11 (-)

Acero requerido: Ø3/4" @.15m



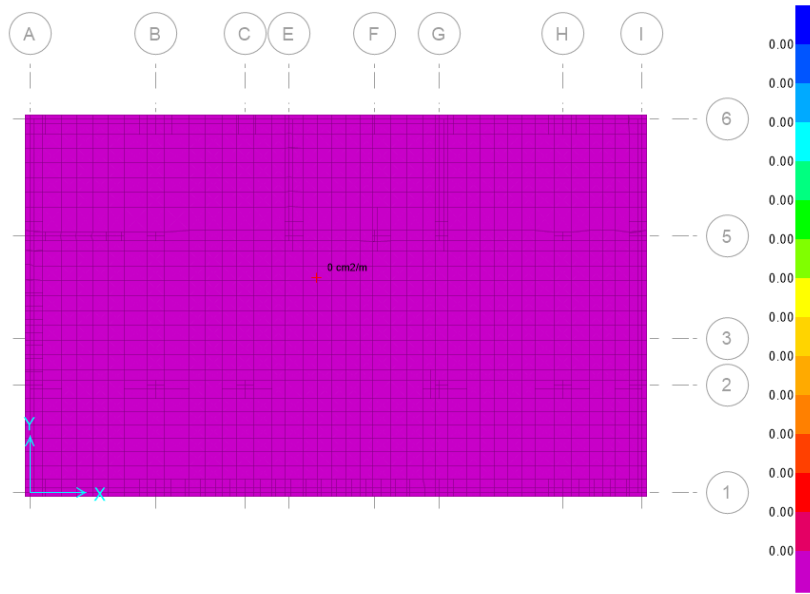
**Figura 58.** Demanda de acero inferior para M11 (+)

Acero requerido: Ø3/4" @.25m



**Figura 59.** Demanda de acero superior para M22 (-)

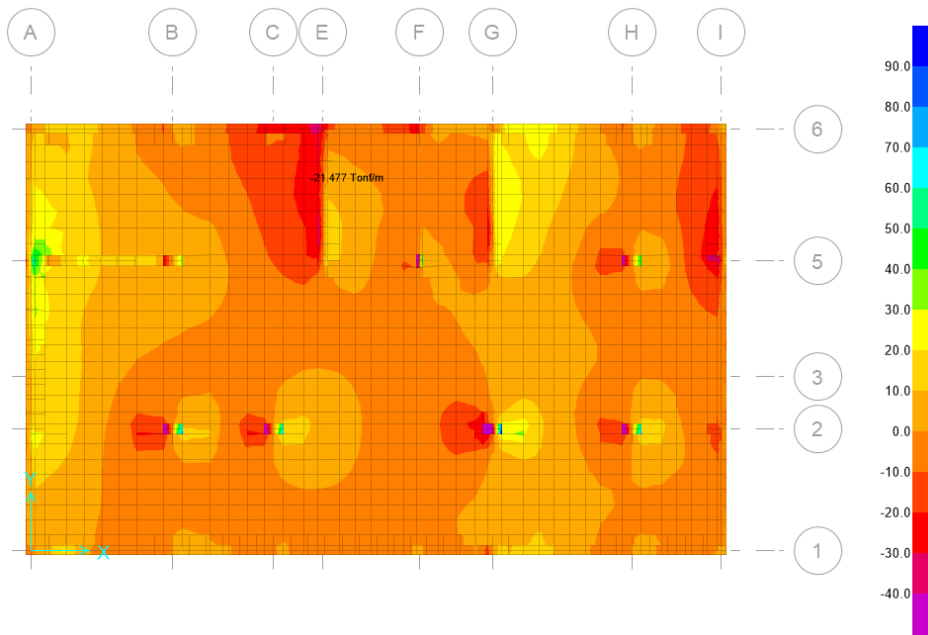
Acero requerido: Ø3/4" @.20m



**Figura 60.** Demanda de acero inferior para M22 (-)

Acero requerido: Ø3/4" @.20m

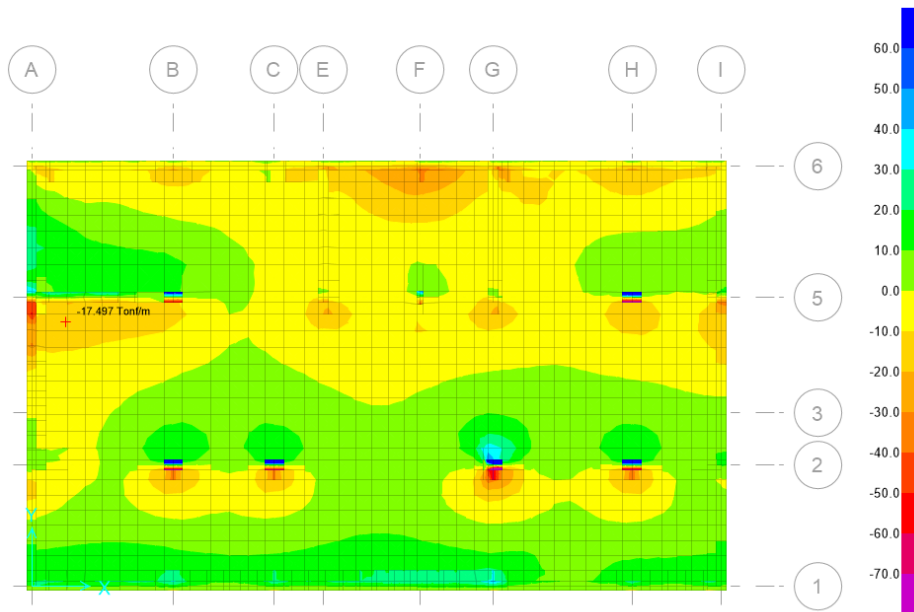
El diseño a corte fue realizado de la siguiente manera:



**Figura 61.** Diagrama de fuerza cortante V13 (-)

**Tabla 46.** Cálculo de resistencia a corte de muro para cortante V13 (-)

$f_c =$	2800	ton/m <sup>2</sup>					
$f_y =$	42000	ton/m <sup>2</sup>					
d:	0.515	m					
b:	1.00	m					
$V_u =$	21.48	ton/m					
$\phi$ corte:	0.85						
$\phi V_c =$	38.86	ton/m	>	21.48	ton/m	OK	

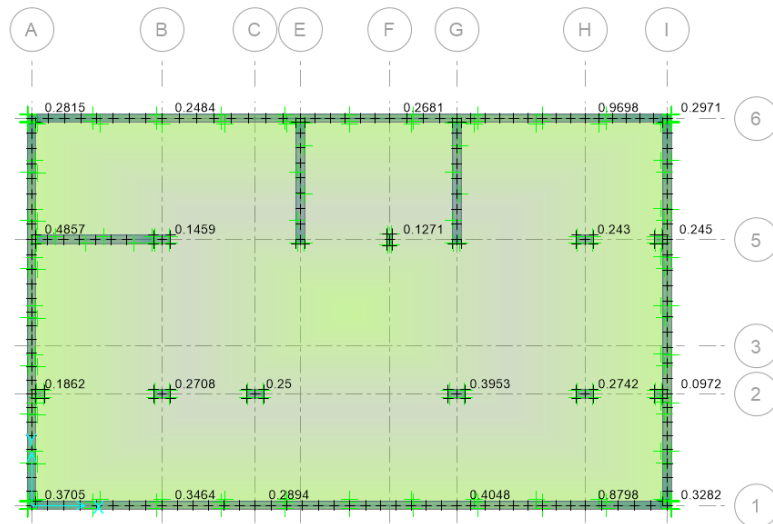


**Figura 62.** Diagrama de fuerza cortante V23 (-)

**Tabla 47** Cálculo de resistencia a corte de muro para cortante V23 (-)

$f_c =$	2800	ton/m <sup>2</sup>					
$f_y =$	42000	ton/m <sup>2</sup>					
d:	0.515	m					
b:	1.00	m					
$V_u =$	17.50	ton/m					
$\phi$ corte:	0.85						
$\phi V_c =$	38.85808718	ton/m	>	17.50	ton/m	OK	

El diseño por corte en dos sentidos fue realizado mediante el programa donde el factor que indica la imagen debe ser menor a la unidad, el cual representa la ratio que existe entre el valor de demanda y la capacidad nominal de resistencia:



**Figura 63.** Verificación de cortante por punzonamiento (debido a carga axial)

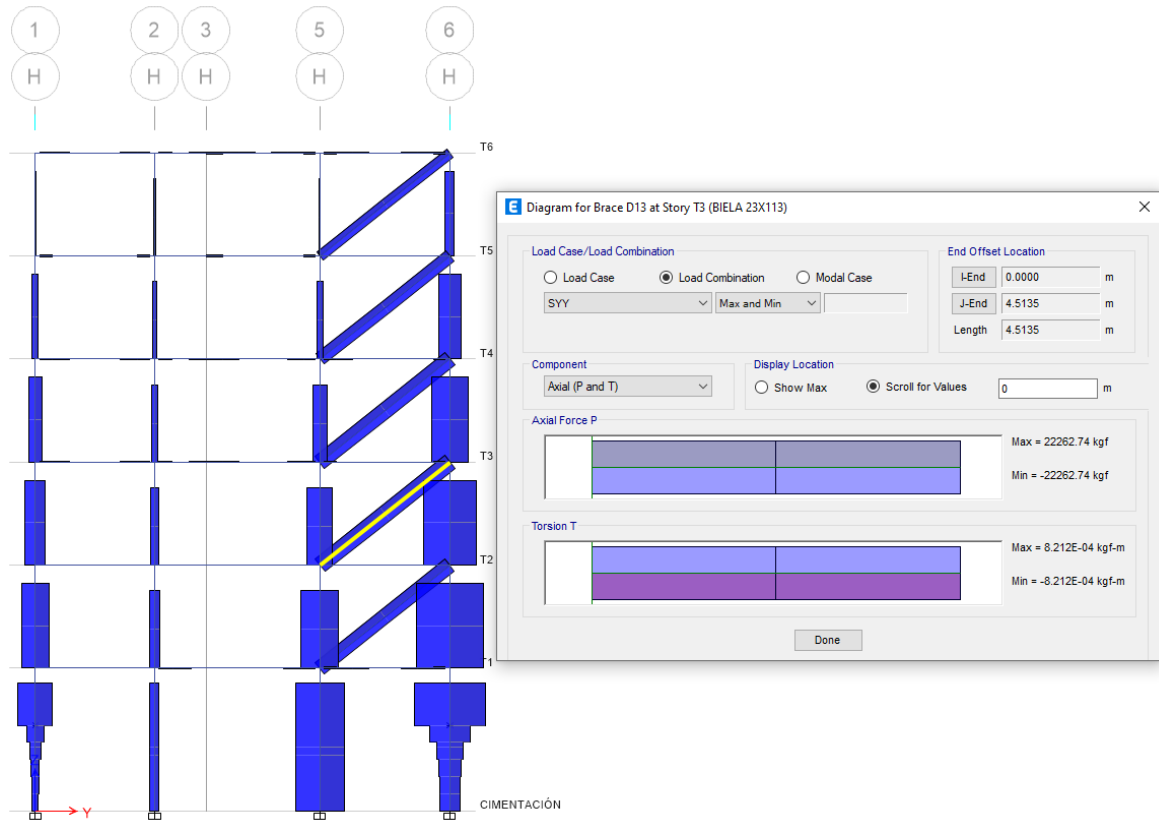
### 3.8.7. Interacción pórtico – tabique

Debido a la existencia de varios paños con tabiquería de albañilería se describe el cálculo realizado considerando la biela equivalente a compresión, el cual representa la interacción pórtico – tabique, el procedimiento es para el tabique que se ubica en el segundo a sexto nivel del EJE H entre los ejes 5 y 6.

**Tabla 48.** Tabique de albañilería de dimensiones 2.80m x 3.54m x.23m

<b>EJE H ENTRE EJES 5 Y 6</b>		
<i>DATOS</i>		
t	:	23 cm
h	:	280 cm
L	:	354 cm
D	:	451.349089 cm
f <sub>m</sub>	:	35 kgf/cm <sup>2</sup>
f <sub>s</sub>	:	4 kgf/cm <sup>2</sup>
<b>RESISTENCIA ÚLTIMA</b>		
<b>Resistencia al aplastamiento (R<sub>c</sub>)</b>		
R <sub>c</sub>	:	43600.32 kgf
<b>Resistencia a la tracción diagonal (R<sub>t</sub>)</b>		
R <sub>c</sub>	:	52202.75 kgf
<b>Resistencia a corte cizalle (R<sub>s</sub>)</b>		
R <sub>c</sub>	:	60741.89 kgf

A continuación, se presenta la demanda a compresión actuante en la biela equivalente, al cual resulta ser: 22262.74 kgf, menor a la menor resistencia descrita en el cuadro anterior.



**Figura 64.** Demanda de fuerza axial a compresión en franja diagonal equivalente de muro de albañilería (tabique)

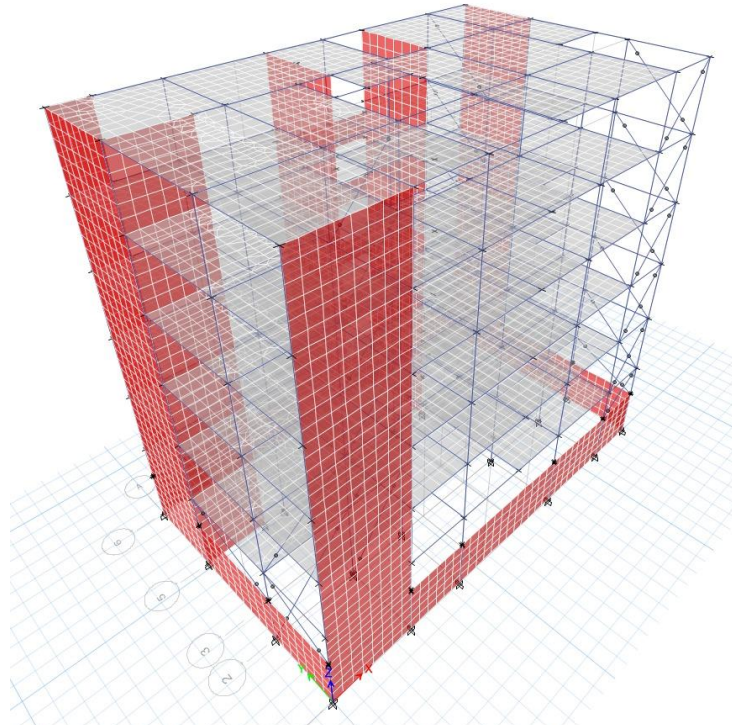
### 3.8.8. Discretización de elementos

La discretización de elementos se realizó para que se tomen en cuenta en el análisis como un elemento finito. La medida de la malla fue de 0.50 m, la necesaria y suficiente para llevar a cabo el análisis sísmico en el programa ETABS, para poder obtener las fuerzas internas.

Esta dimensión no es reglamentaria, es decir, no es necesariamente a 0.50 m, a 1m, o 0.80 m, etc, es la que permita ajustar los esfuerzos, desplazamientos y fuerzas en el cálculo matricial que emplea el método de elementos finitos a los que producirían en la realidad. Ahora bien, en la práctica, el utilizar una malla de 0.50m a 1m de elementos finitos permite tener valores acordes.

En la tesis se ha utilizado una malla de 0.50 m, para losa maciza y placas. Los demás elementos (vigas y columnas) han sido discretizados a partir de las conexiones entre elementos mismos.

**Figura 65.** Discretización de elementos

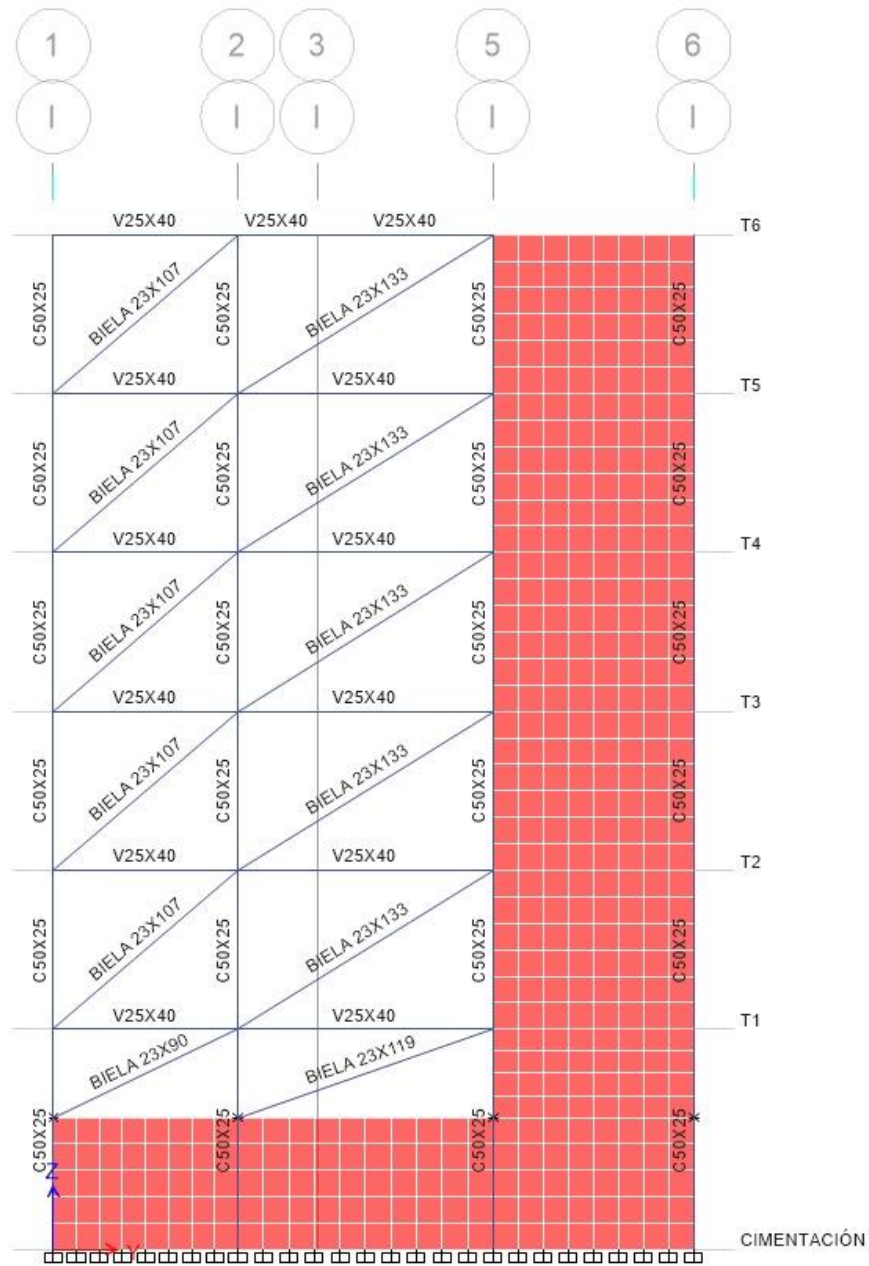


**Nota:** Discretización de elementos en el ETABS



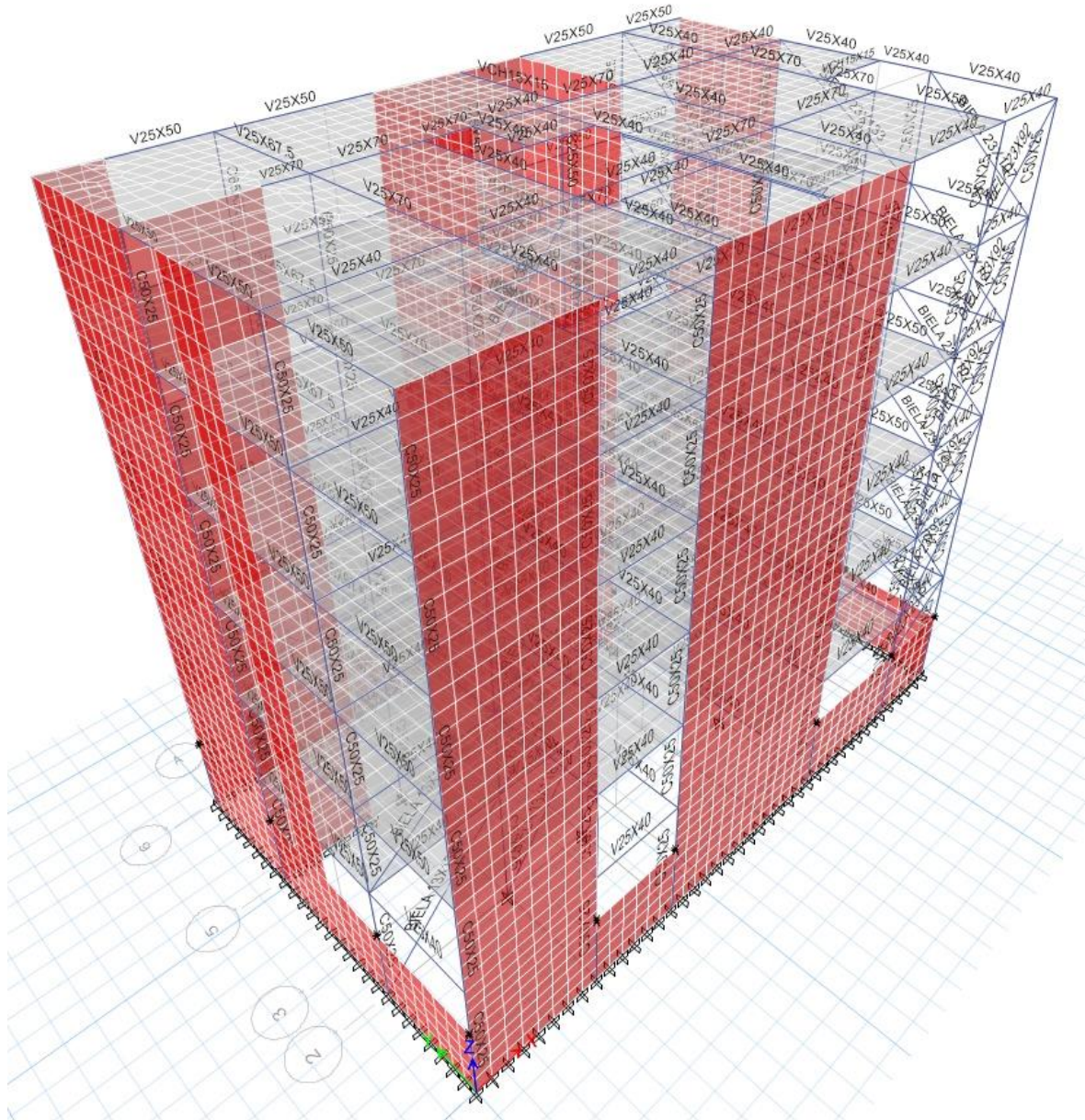
### 3.8.9. Rigidez de la estructura

**Figura 66.** Modelamiento estructural



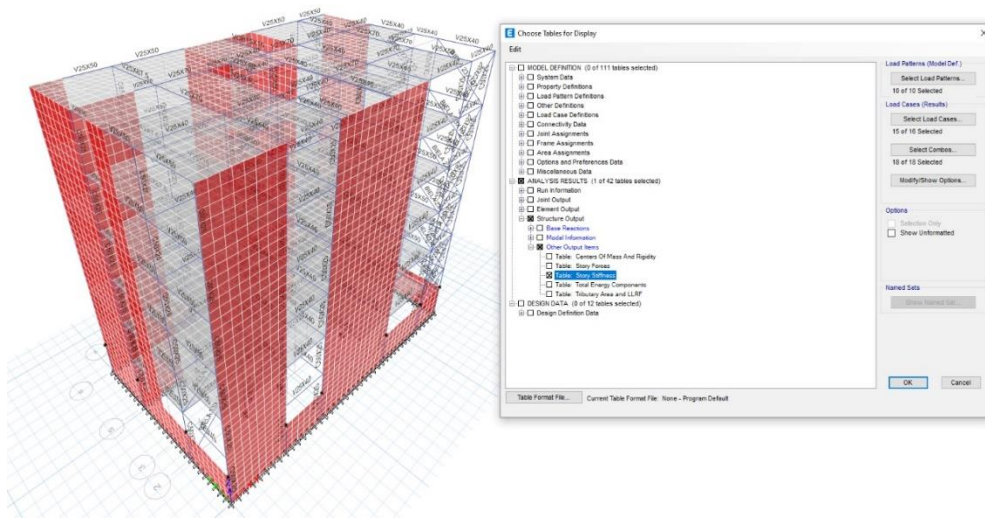
Se realiza el modelamiento estructural considerando la biela equivalente a compresión axial

**Figura 67.** Modelamiento estructural presencia de interacción p3rtico - tabique



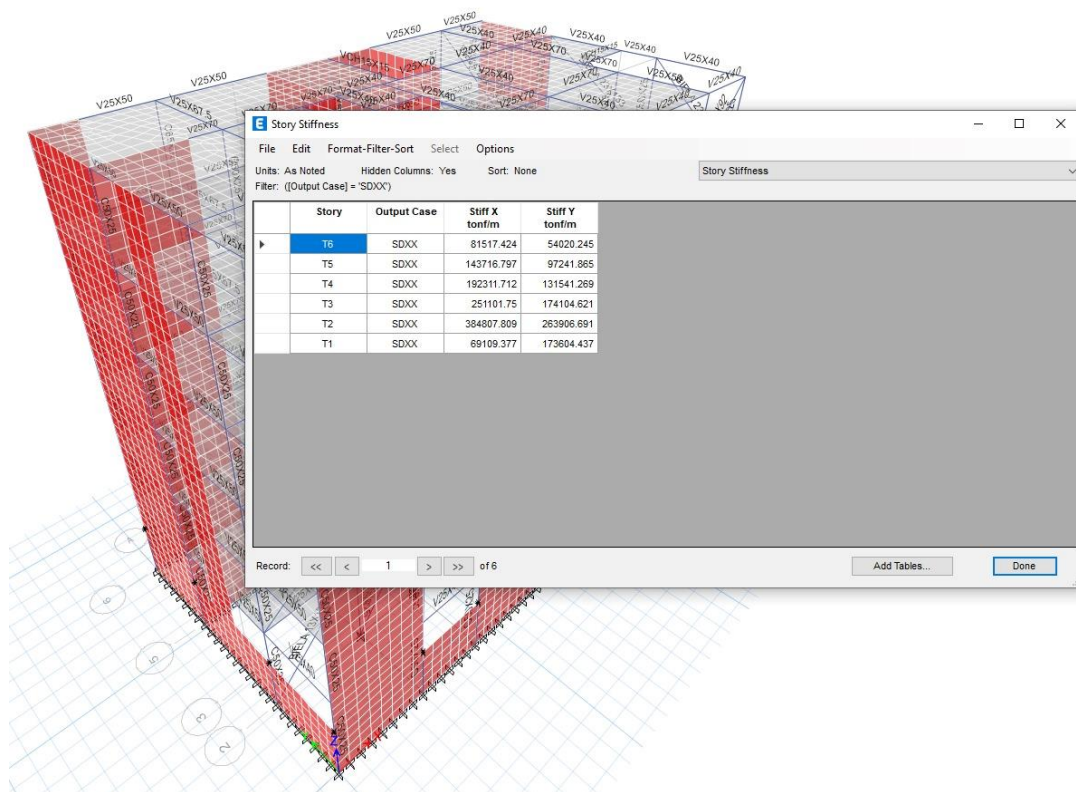
Se realizó el modelo estructural con la presencia de interacción p3rtico - tabique, en toda su extensión, siendo colocados estratégicamente para omitir el efecto torsional.

**Figura 68.** Datos de rigidez

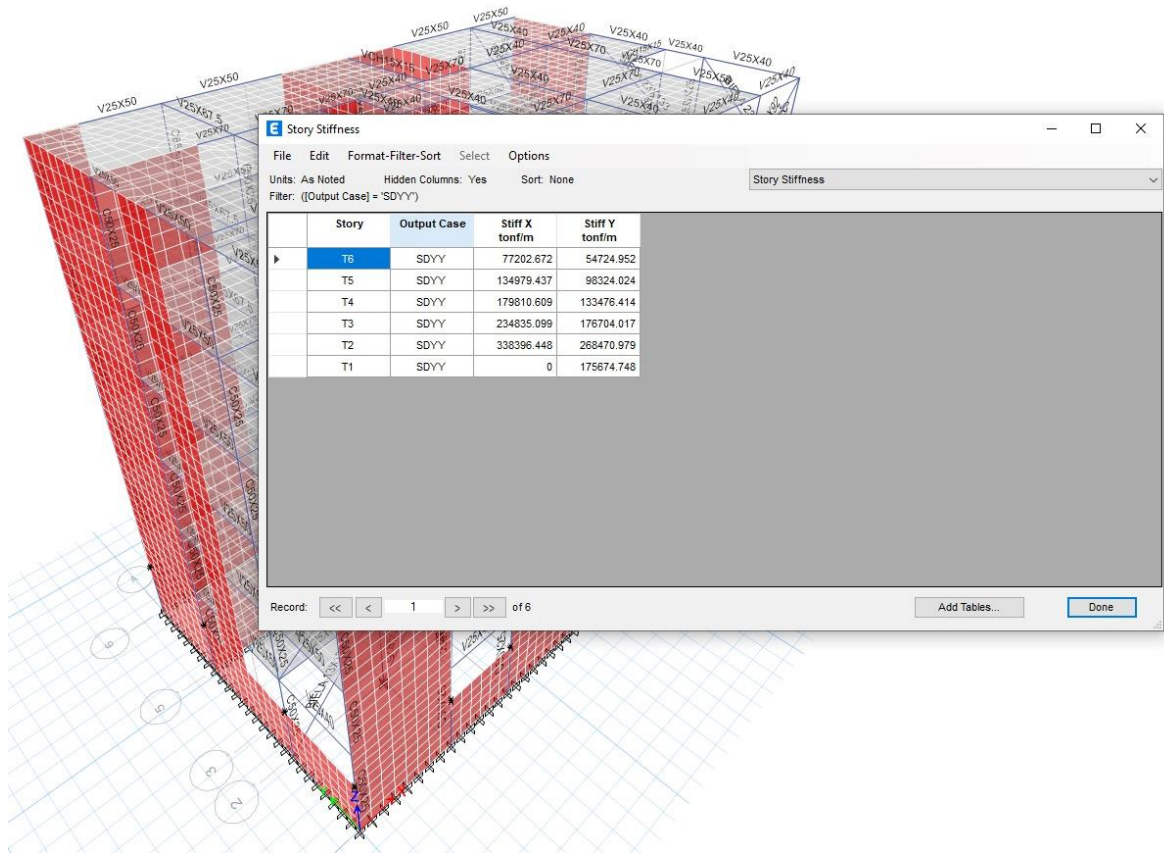


Se procedió a extraer los datos de rigidez lateral de la estructura

**Figura 69.** Rigidez Lateral en dirección XX



**Figura 70.** Rigidez Lateral en dirección YY



## IV. RESULTADOS

### 4.1. Estudio topográfico (perimétrico)

#### 4.1.1. Coordenadas UTM de vértices

Tabla 49. Coordenadas UTM en los vértices del predio

COORDENADAS		
PUNTO	NORTE	ESTE
A	9206128.41	775517.60
B	9206114.05	775503.67
C	9206105.39	775512.18
D	9206119.78	775526.14

#### 4.1.2. Dimensiones del lote

Tabla 50. Distancias del predio

DISTANCIAS	
A-B	20.02 m
B-C	12.14 m
C-D	20.05 m
D-E	12.14 m

#### 4.1.3. Poligonal cerrada

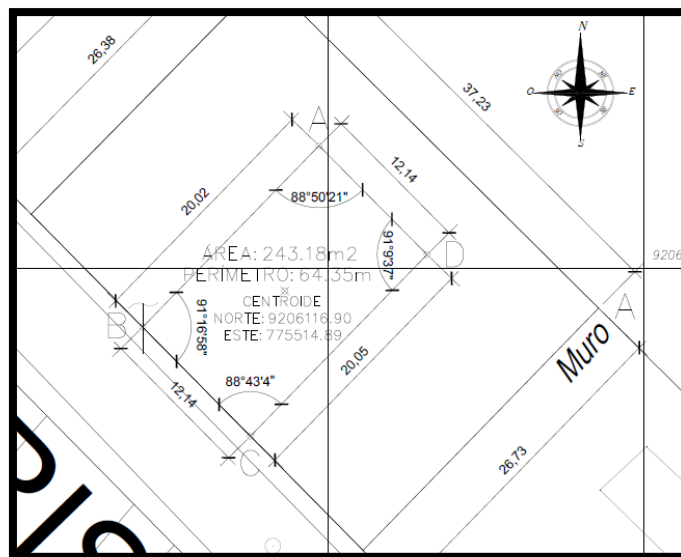


Figura 71. Poligonal cerrada de lados no ortogonales

#### 4.1.4. Área de estudio

Tabla 51. Área del predio en estudio

ÁREA	243.1843 m <sup>2</sup>
------	-------------------------

#### 4.2. Mecánica de Suelos

##### 4.2.1. Profundidad de la cimentación

Tabla 52. Desplante de zapatas

DESPLANTE	2.925m
-----------	--------

##### 4.2.2. Tipo de cimentación

Tabla 53. Recomendación de tipos de zapatas

TIPO DE CIMENTACIÓN
Platea

##### 4.2.3. Capacidad portante admisible

Tabla 54. Capacidad portante para zapatas combinadas y aisladas

Capacidad portante	
Platea	1.386kgf/cm <sup>2</sup>

##### 4.2.4. Asentamiento

Tabla 55. Asentamientos para zapatas combinadas y aisladas

Asentamiento diferencial	
Platea	0.721cm

#### 4.3. Diseño Arquitectónico

##### 4.3.1. Distribución de ambientes

Tabla 56. Distribución de nivel de semi-sótano

DISTRIBUCIÓN SEMI-SÓTANO	
Zona de garaje	
Estacionamientos	5

Cuarto de basura	1
Depósito	1
Cuarto de máquinas	1

**Tabla 57.** Distribución de primer nivel

<b>DISTRIBUCIÓN NIVEL 1</b>	
<b>Departamentos 1</b>	
Dormitorios	5
SS. HH	4
Cocina	2
Sala - Comedor	2
Lavandería	2

**Tabla 58.** Distribución de segundo a sexto nivel

<b>DISTRIBUCIÓN NIVEL 2, 3, 4, 5 y 6</b>	
<b>Departamentos 2 – 6</b>	
Dormitorios	6
SS. HH	4
Cocina	2
Sala - Comedor	2
Lavandería	2

#### 4.3.2. Cortes y elevaciones

**Tabla 59.** Cortes y elevaciones

Cortes y elevaciones	
Cortes longitudinales	1
Cortes transversales	1
Elevaciones	2

#### 4.3.3. Cuadro de vanos

**Tabla 60.** Cuadro de vanos para puertas planta semi - sótano

PUERTAS	CÓDIGO	ANCHO	ALTO	OBSERVACIONES
	P-1	3.00	2.60	Portón enrollable metálico
	P-2	1.60	2.10	Puerta de madera maciza en cedro 2 hojas
	P-3	1.00	2.10	Puerta de madera maciza en cedro 1 hojas
	P-4	0.90	2.10	Puerta de madera maciza en cedro 1 hojas
	P-5	0.80	2.10	Puerta de madera maciza en cedro 1 hojas
	P-6	0.70	2.10	Puerta de madera maciza en cedro 1 hojas

**Tabla 61.** Cuadro de vanos para ventanas planta semi - sótano

VENTANAS	CÓDIGO	ANCHO	ALTO	ALFEIZER	OBSERVACIONES
	V-1	1.80	1.40	0.90	Vidrio gris oscuro e=6 mm. Sistema directo
	V-2	1.50	1.40	0.90	Vidrio gris oscuro e=6 mm. Sistema directo
	V-3	1.20	1.40	0.90	Vidrio gris oscuro e=6 mm. Sistema directo
	V-4	1.03	1.40	0.90	Vidrio gris oscuro e=6 mm. Sistema directo
	V-5	0.90	1.40	0.90	Vidrio gris oscuro e=6 mm. Sistema directo
	V-6	0.40	1.40	0.90	Vidrio gris oscuro e=6 mm. Sistema directo
	V-7	1.25	0.50	1.80	Vidrio gris oscuro e=6 mm. Sistema directo
	V-8	1.20	0.50	1.80	Vidrio gris oscuro e=6 mm. Sistema directo
	V-9	1.15	0.50	1.80	Vidrio gris oscuro e=6 mm. Sistema directo
	V-10	2.35	0.50	1.80	Vidrio gris oscuro e=6 mm. Sistema directo
	V-11	3.20	0.50	1.80	Vidrio gris oscuro e=6 mm. Sistema directo



**Tabla 62.** Cuadro de vanos para puertas planta primer piso

PUERTAS	CÓDIGO	ANCHO	ALTO	OBSERVACIONES
	P-1	3.00	2.60	Portón enrollable metálico
	P-2	1.60	2.10	Puerta de madera maciza en cedro 2 hojas
	P-3	1.00	2.10	Puerta de madera maciza en cedro 1 hojas
	P-4	0.90	2.10	Puerta de madera maciza en cedro 1 hojas
	P-5	0.80	2.10	Puerta de madera maciza en cedro 1 hojas
	P-6	0.70	2.10	Puerta de madera maciza en cedro 1 hojas

**Tabla 63.** Cuadro de vanos para ventanas planta primer piso

VENTANAS	CÓDIGO	ANCHO	ALTO	ALFEIZER	OBSERVACIONES
	V-1	1.80	1.40	0.90	Vidrio gris obscuro e=6 mm. Sistema directo
	V-2	1.50	1.40	0.90	Vidrio gris obscuro e=6 mm. Sistema directo
	V-3	1.20	1.40	0.90	Vidrio gris obscuro e=6 mm. Sistema directo
	V-4	1.03	1.40	0.90	Vidrio gris obscuro e=6 mm. Sistema directo
	V-5	0.90	1.40	0.90	Vidrio gris obscuro e=6 mm. Sistema directo
	V-6	0.40	1.40	0.90	Vidrio gris obscuro e=6 mm. Sistema directo
	V-7	1.25	0.50	1.80	Vidrio gris obscuro e=6 mm. Sistema directo
	V-8	1.20	0.50	1.80	Vidrio gris obscuro e=6 mm. Sistema directo
V-9	1.15	0.50	1.80	Vidrio gris obscuro e=6 mm. Sistema directo	

**Tabla 64.** Cuadro de vanos para puertas planta segundo piso

PUERTAS	CÓDIGO	ANCHO	ALTO	OBSERVACIONES
	P-1	3.00	2.60	Portón enrollable metálico
	P-2	1.60	2.10	Puerta de madera maciza en cedro 2 hojas
	P-3	1.00	2.10	Puerta de madera maciza en cedro 1 hojas
	P-4	0.90	2.10	Puerta de madera maciza en cedro 1 hojas
	P-5	0.80	2.10	Puerta de madera maciza en cedro 1 hojas
	P-6	0.70	2.10	Puerta de madera maciza en cedro 1 hojas

**Tabla 65.** Cuadro de vanos para ventanas planta segundo piso

VENTANAS	CÓDIGO	ANCHO	ALTO	ALFEIZER	OBSERVACIONES
	V-1	1.80	1.40	0.90	Vidrio gris oscuro e=6 mm. Sistema directo
	V-2	1.50	1.40	0.90	Vidrio gris oscuro e=6 mm. Sistema directo
	V-3	1.20	1.40	0.90	Vidrio gris oscuro e=6 mm. Sistema directo
	V-4	1.03	1.40	0.90	Vidrio gris oscuro e=6 mm. Sistema directo
	V-5	0.90	1.40	0.90	Vidrio gris oscuro e=6 mm. Sistema directo
	V-6	0.40	1.40	0.90	Vidrio gris oscuro e=6 mm. Sistema directo
	V-7	1.25	0.50	1.80	Vidrio gris oscuro e=6 mm. Sistema directo
	V-8	1.20	0.50	1.80	Vidrio gris oscuro e=6 mm. Sistema directo
	V-9	1.15	0.50	1.80	Vidrio gris oscuro e=6 mm. Sistema directo
	V-10	2.40	1.40	1.80	Vidrio gris oscuro e=6 mm. Sistema directo
V-11	2.10	1.40	1.80	Vidrio gris oscuro e=6 mm. Sistema directo	

#### 4.4. Análisis sísmico (modal espectral y verificación lineal y elástico tiempo – historia)

##### 4.4.1. Masa participativa

**Tabla 66.** Masa participativa predominante en la combinación modal

Modo	Periodo	UX %	UY %	RZ %	Sum UX %	Sum UY %	Sum RZ %
	Seg						
1	<b>0.267</b>	0.26%	<b>66.73%</b>	0.00%	0.26%	66.73%	0.00%
2	<b>0.223</b>	<b>66.98%</b>	0.26%	0.41%	67.24%	66.99%	0.41%
3	<b>0.175</b>	0.39%	0.01%	65.99%	67.63%	67.00%	<b>66.40%</b>
4	0.063	0.30%	16.58%	0.01%	67.93%	83.58%	66.41%
5	0.056	16.38%	0.35%	0.00%	84.30%	83.92%	66.42%
6	0.045	0.00%	0.02%	15.98%	84.30%	83.95%	82.40%
7	0.031	0.08%	4.83%	0.01%	84.39%	88.77%	82.41%
8	0.029	4.72%	0.08%	0.02%	89.10%	88.85%	82.44%
9	0.028	0.00%	0.09%	0.00%	89.11%	88.94%	82.44%
10	0.026	0.00%	0.15%	0.00%	89.11%	89.09%	82.44%
11	0.024	0.00%	0.22%	0.00%	89.11%	89.31%	82.44%
12	0.023	0.00%	0.09%	2.84%	89.11%	89.41%	85.28%
13	0.023	0.01%	0.11%	0.93%	89.12%	89.51%	86.21%
14	0.022	0.01%	0.62%	0.84%	89.13%	90.13%	87.05%
15	0.021	0.06%	1.10%	0.01%	89.19%	91.23%	87.06%
16	0.021	2.40%	0.06%	0.02%	<b>91.59%</b>	<b>91.29%</b>	87.09%

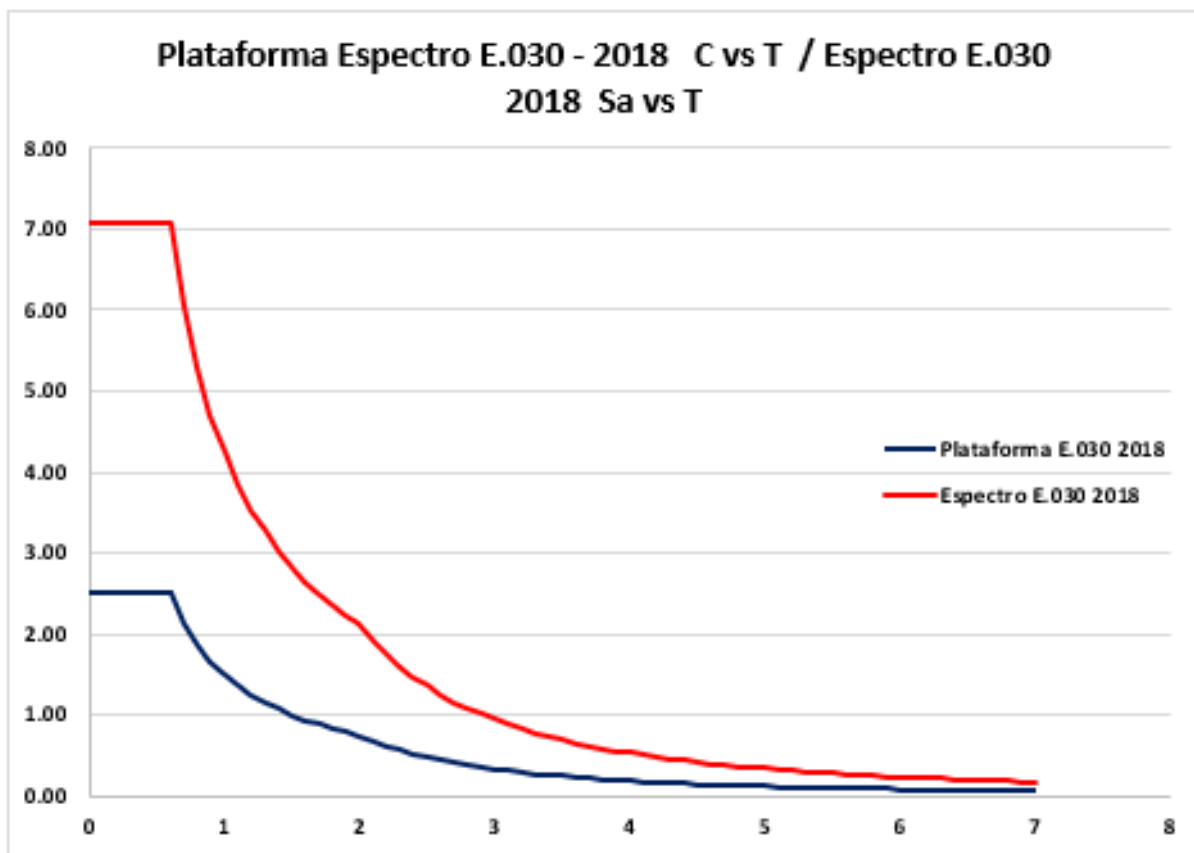
##### 4.4.2. Espectro de aceleraciones

**Tabla 67.** Espectro de respuesta según E.030 en la dirección XX y YY

T	C	Sa
0	2.50	7.07
0.1	2.50	7.07
0.2	2.50	7.07
0.3	2.50	7.07
0.4	2.50	7.07
0.5	2.50	7.07
0.6	2.50	7.07
0.7	2.14	6.06
0.8	1.88	5.30
0.9	1.67	4.71
1	1.50	4.24
1.1	1.36	3.86
1.2	1.25	3.53
1.3	1.15	3.26
1.4	1.07	3.03

1.5	1.00	2.83
1.6	0.94	2.65
1.7	0.88	2.49
1.8	0.83	2.36
1.9	0.79	2.23
2	0.75	2.12
2.1	0.68	1.92
2.2	0.62	1.75
2.3	0.57	1.60
2.4	0.52	1.47
2.5	0.48	1.36
2.6	0.44	1.25
2.7	0.41	1.16
2.8	0.38	1.08
2.9	0.36	1.01
3	0.33	0.94
3.1	0.31	0.88
3.2	0.29	0.83
3.3	0.28	0.78
3.4	0.26	0.73
3.5	0.24	0.69
3.6	0.23	0.65
3.7	0.22	0.62
3.8	0.21	0.59
3.9	0.20	0.56
4	0.19	0.53
4.1	0.18	0.50
4.2	0.17	0.48
4.3	0.16	0.46
4.4	0.15	0.44
4.5	0.15	0.42
4.6	0.14	0.40
4.7	0.14	0.38
4.8	0.13	0.37
4.9	0.12	0.35
5	0.12	0.34
5.1	0.12	0.33
5.2	0.11	0.31
5.3	0.11	0.30
5.4	0.10	0.29
5.5	0.10	0.28
5.6	0.10	0.27
5.7	0.09	0.26
5.8	0.09	0.25
5.9	0.09	0.24

6	0.08	0.24
6.1	0.08	0.23
6.2	0.08	0.22
6.3	0.08	0.21
6.4	0.07	0.21
6.5	0.07	0.20
6.6	0.07	0.19
6.7	0.07	0.19
6.8	0.06	0.18
6.9	0.06	0.18
7	0.06	0.17



**Figura 72.** Espectro de aceleraciones según Norma E.030 2018 para la dirección XX y YY

#### 4.4.3. Factor de escala de fuerza cortante mínima

En dirección XX:

**Tabla 68.** Fuerza de diseño en la base en la dirección XX

Peso de la edificación	Cortante Estática	Cortante Dinámica	Factor de escala
tonf	Tonf	tonf	
1382.76	996.40	1025.80	1

*IRREGULAR*

**Tabla 69.** Fuerza dinámica en la base en la dirección XX

Nivel	Caso de carga/ Combo	Localización	°VX	VY
			tonf	tonf
T6	SDXX Max	Bottom	95.58	309.25
T5	SDXX Max	Bottom	182.15	590.28
T4	SDXX Max	Bottom	244.73	793.84
T3	SDXX Max	Bottom	289.82	938.70
T2	SDXX Max	Bottom	319.06	<b>1031.04</b>
T1	SDXX Max	Bottom	33.76	343.22

**Tabla 70.** Igualdad de obtención de la fuerza de diseño en la base en la dirección XX

V. DISEÑO SXX (VEXX*0,90)	V. DISEÑO SXX (VDXX*f)	V. DISEÑO SXX ETABS(*)
896.76	896.76	1318.90

En dirección YY:

**Tabla 71.** Fuerza de diseño en la base en la dirección YY

Peso de la edificación	Cortante Estática	Cortante Dinámica	Factor de escala
tonf	tonf	tonf	
1382.76	996.40	1023.07	0.876536857

*IRREGULAR*

**Tabla 72.** Fuerza dinámica en la base en la dirección YY

Nivel	Caso de carga/ Combo	Localización	VX	VY
			tonf	Tonf
T6	SDYY Max	Bottom	95.58	309.25
T5	SDYY Max	Bottom	182.15	590.28
T4	SDYY Max	Bottom	244.73	793.84
T3	SDYY Max	Bottom	289.82	938.70
T2	SDYY Max	Bottom	319.06	<b>1031.04</b>
T1	SDYY Max	Bottom	33.76	343.22

**Tabla 73.** Igualdad de obtención de la fuerza de diseño en la base en la dirección YY

V. DISEÑO SYY (VEYY*0,80)	V. DISEÑO SYY (VDYY*f)	V. DISEÑO SYY ETABS
896.76	896.76	1030.62

(\*) la cortante en el etabs será igual a VDYY\*f.

#### 4.4.4. Cortante basal de diseño

**Tabla 74.** Fuerza de diseño en la base en la dirección XX

Nivel	Caso de carga/ Combo	Localización	VX	VY
			tonf	tonf
T6	SDXX Max	Bottom	306.15	96.45
T5	SDXX Max	Bottom	587.41	182.90
T4	SDXX Max	Bottom	792.31	245.13
T3	SDXX Max	Bottom	938.20	289.86
T2	SDXX Max	Bottom	<b>1030.62</b>	319.05
T1	SDXX Max	Bottom	92.90	106.92

**Tabla 75.** Fuerza de diseño en la base en la dirección YY

Nivel	Caso de carga/Combo	Localización	VX	VY
			tonf	tonf
T6	SYX Max	Bottom	95.58	309.25
T5	SYX Max	Bottom	182.15	590.28
T4	SYX Max	Bottom	244.73	793.84
T3	SYX Max	Bottom	289.82	938.70
T2	SYX Max	Bottom	319.06	<b>1031.04</b>
T1	SYX Max	Bottom	33.76	343.22

#### 4.4.5. Control de derivas

**Tabla 76.** Control de deriva por entrepiso en el eje 1

	DESPLAZAMIENTO INELÁSTICO XX	R	0.85R ó 0.75R	ALTURA ENTREPISO	DRIFT XX	DRIFT MÁX XX	DRIFT MÁX XX > DRIFTXX ?
<b>EJE 1</b>							
PISO 6	0.021244	1.275	1.08375	2.8	<b>0.001537</b>	0.005	CUMPLE
PISO 5	0.017273	1.275	1.08375	2.8	<b>0.001665</b>	0.005	CUMPLE
PISO 4	0.01297	1.275	1.08375	2.8	<b>0.001690</b>	0.005	CUMPLE
PISO 3	0.008603	1.275	1.08375	2.8	<b>0.001570</b>	0.005	CUMPLE
PISO 2	0.004546	1.275	1.08375	2.8	<b>0.001253</b>	0.005	CUMPLE
PISO 1	0.001309	1.275	1.08375	1.555	<b>0.000912</b>	0.005	CUMPLE

**Tabla 77.** Control de deriva por entrepiso en el eje 2

	DESPLAZAMIENTO INELÁSTICO XX	R	0.85R ó 0.75R	ALTURA ENTREPISO	DRIFT XX	DRIFT MÁX XX	DRIFT MÁX XX > DRIFTXX?
<b>EJE 2</b>							
PISO 6	0.020448	1.275	1.08375	2.8	<b>0.001469</b>	0.005	CUMPLE
PISO 5	0.016653	1.275	1.08375	2.8	<b>0.001596</b>	0.005	CUMPLE
PISO 4	0.01253	1.275	1.08375	2.8	<b>0.001625</b>	0.005	CUMPLE
PISO 3	0.008332	1.275	1.08375	2.8	<b>0.001516</b>	0.005	CUMPLE
PISO 2	0.004416	1.275	1.08375	2.8	<b>0.001219</b>	0.005	CUMPLE
PISO 1	0.001267	1.275	1.08375	1.555	<b>0.000883</b>	0.005	CUMPLE



**Tabla 78.** Control de deriva por entrepiso en el eje 5

	DESPLAZAMIENTO INELÁSTICO XX	R	0.85R ó 0.75R	ALTURA ENTREPISO	DRITF XX	DRITF MÁX XX	DRIFT MAX XX > DRITFXX?
<b>EJE 5</b>							
PISO 6	0.01948	1.275	1.08375	2.8	<b>0.001383</b>	0.005	CUMPLE
PISO 5	0.015908	1.275	1.08375	2.8	<b>0.001509</b>	0.005	CUMPLE
PISO 4	0.012009	1.275	1.08375	2.8	<b>0.001544</b>	0.005	CUMPLE
PISO 3	0.008019	1.275	1.08375	2.8	<b>0.001450</b>	0.005	CUMPLE
PISO 2	0.004272	1.275	1.08375	2.8	<b>0.001182</b>	0.005	CUMPLE
PISO 1	0.001219	1.275	1.08375	1.555	<b>0.000850</b>	0.005	CUMPLE

**Tabla 79.** Control de deriva por entrepiso en el eje 6

	DESPLAZAMIENTO INELÁSTICO XX	R	0.85R ó 0.75R	ALTURA ENTREPISO	DRITF XX	DRITF MÁX XX	DRIFT MAX XX > DRITFXX?
<b>EJE 6</b>							
PISO 6	0.018946	1.275	1.08375	2.8	<b>0.001332</b>	0.005	CUMPLE
PISO 5	0.015505	1.275	1.08375	2.8	<b>0.001459</b>	0.005	CUMPLE
PISO 4	0.011736	1.275	1.08375	2.8	<b>0.001499</b>	0.005	CUMPLE
PISO 3	0.007864	1.275	1.08375	2.8	<b>0.001415</b>	0.005	CUMPLE
PISO 2	0.004207	1.275	1.08375	2.8	<b>0.001164</b>	0.005	CUMPLE
PISO 1	0.0012	1.275	1.08375	1.555	<b>0.000836</b>	0.005	CUMPLE

**Tabla 80.** Control de deriva por entrepiso en el eje A

	DESPLAZAMIENTO INELÁSTICO YY	R	0.85R ó 0.75R	ALTURA ENTREPISO	DRITF YY	DRITF MÁX YY	DRIFT MAX YY > DRITF YY?
<b>EJE A</b>							
PISO 6	0.028745	1.275	1.08375	2.8	<b>0.002144</b>	0.005	CUMPLE
PISO 5	0.023206	1.275	1.08375	2.8	<b>0.002270</b>	0.005	CUMPLE
PISO 4	0.017341	1.275	1.08375	2.8	<b>0.002272</b>	0.005	CUMPLE
PISO 3	0.011472	1.275	1.08375	2.8	<b>0.002093</b>	0.005	CUMPLE
PISO 2	0.006065	1.275	1.08375	2.8	<b>0.001686</b>	0.005	CUMPLE
PISO 1	0.001708	1.275	1.08375	1.555	<b>0.001190</b>	0.005	CUMPLE

**Tabla 81.** Control de deriva por entrepiso en el eje B

	DESPLAZAMIENTO INELÁSTICO YY	R	0.85R ó 0.75R	ALTURA ENTREPISO	DRIFT YY	DRIFT MÁX YY	DRIFT MÁX YY > DRIFT YY?
<b>EJE B</b>							
PISO 6	0.028645	1.275	1.08375	2.8	<b>0.002134</b>	0.005	CUMPLE
PISO 5	0.023132	1.275	1.08375	2.8	<b>0.002262</b>	0.005	CUMPLE
PISO 4	0.017287	1.275	1.08375	2.8	<b>0.002267</b>	0.005	CUMPLE
PISO 3	0.01143	1.275	1.08375	2.8	<b>0.002090</b>	0.005	CUMPLE
PISO 2	0.006031	1.275	1.08375	2.8	<b>0.001677</b>	0.005	CUMPLE
PISO 1	0.001697	1.275	1.08375	1.555	<b>0.001183</b>	0.005	CUMPLE

**Tabla 82.** Control de deriva por entrepiso en el eje C

	DESPLAZAMIENTO INELÁSTICO YY	R	0.85R ó 0.75R	ALTURA ENTREPISO	DRIFT YY	DRIFT MÁX YY	DRIFT MÁX YY > DRIFT YY?
<b>EJE C</b>							
PISO 6	0.028576	1.275	1.08375	2.8	<b>0.002127</b>	0.005	CUMPLE
PISO 5	0.02308	1.275	1.08375	2.8	<b>0.002257</b>	0.005	CUMPLE
PISO 4	0.01725	1.275	1.08375	2.8	<b>0.002264</b>	0.005	CUMPLE
PISO 3	0.011401	1.275	1.08375	2.8	<b>0.002087</b>	0.005	CUMPLE
PISO 2	0.006008	1.275	1.08375	2.8	<b>0.001672</b>	0.005	CUMPLE
PISO 1	0.001689	1.275	1.08375	1.555	<b>0.001177</b>	0.005	CUMPLE

**Tabla 83.** Control de deriva por entrepiso en el eje E

	DESPLAZAMIENTO INELÁSTICO YY	R	0.85R ó 0.75R	ALTURA ENTREPISO	DRIFT YY	DRIFT MÁX YY	DRIFT MÁX YY > DRIFT YY?
<b>EJE E</b>							
PISO 6	0.028542	1.275	1.08375	2.8	<b>0.002124</b>	0.005	CUMPLE
PISO 5	0.023055	1.275	1.08375	2.8	<b>0.002254</b>	0.005	CUMPLE
PISO 4	0.017232	1.275	1.08375	2.8	<b>0.002262</b>	0.005	CUMPLE
PISO 3	0.011387	1.275	1.08375	2.8	<b>0.002086</b>	0.005	CUMPLE
PISO 2	0.005997	1.275	1.08375	2.8	<b>0.001669</b>	0.005	CUMPLE
PISO 1	0.001685	1.275	1.08375	1.555	<b>0.001174</b>	0.005	CUMPLE

**Tabla 84.** Control de deriva por entrepiso en el eje F

	DESPLAZAMIENTO INELÁSTICO YY	R	0.85R ó 0.75R	ALTURA ENTREPISO	DRITF YY	DRITF MÁX YY	DRIFT MÁX YY > DRITF YY?
<b>EJE F</b>							
PISO 6	0.028713	1.275	1.08375	2.8	<b>0.002134</b>	0.005	CUMPLE
PISO 5	0.0232	1.275	1.08375	2.8	<b>0.002267</b>	0.005	CUMPLE
PISO 4	0.017344	1.275	1.08375	2.8	<b>0.002278</b>	0.005	CUMPLE
PISO 3	0.011458	1.275	1.08375	2.8	<b>0.002102</b>	0.005	CUMPLE
PISO 2	0.006026	1.275	1.08375	2.8	<b>0.001677</b>	0.005	CUMPLE
PISO 1	0.001693	1.275	1.08375	1.555	<b>0.001180</b>	0.005	CUMPLE

**Tabla 85.** Control de deriva por entrepiso en el eje G

	DESPLAZAMIENTO INELÁSTICO YY	R	0.85R ó 0.75R	ALTURA ENTREPISO	DRITF YY	DRITF MÁX YY	DRIFT MÁX YY > DRITF YY?
<b>EJE G</b>							
PISO 6	0.02894	1.275	1.08375	2.8	<b>0.002149</b>	0.005	CUMPLE
PISO 5	0.023389	1.275	1.08375	2.8	<b>0.002284</b>	0.005	CUMPLE
PISO 4	0.017487	1.275	1.08375	2.8	<b>0.002298</b>	0.005	CUMPLE
PISO 3	0.011551	1.275	1.08375	2.8	<b>0.002121</b>	0.005	CUMPLE
PISO 2	0.006072	1.275	1.08375	2.8	<b>0.001689</b>	0.005	CUMPLE
PISO 1	0.001707	1.275	1.08375	1.555	<b>0.001190</b>	0.005	CUMPLE

**Tabla 86.** Control de deriva por entrepiso en el eje H

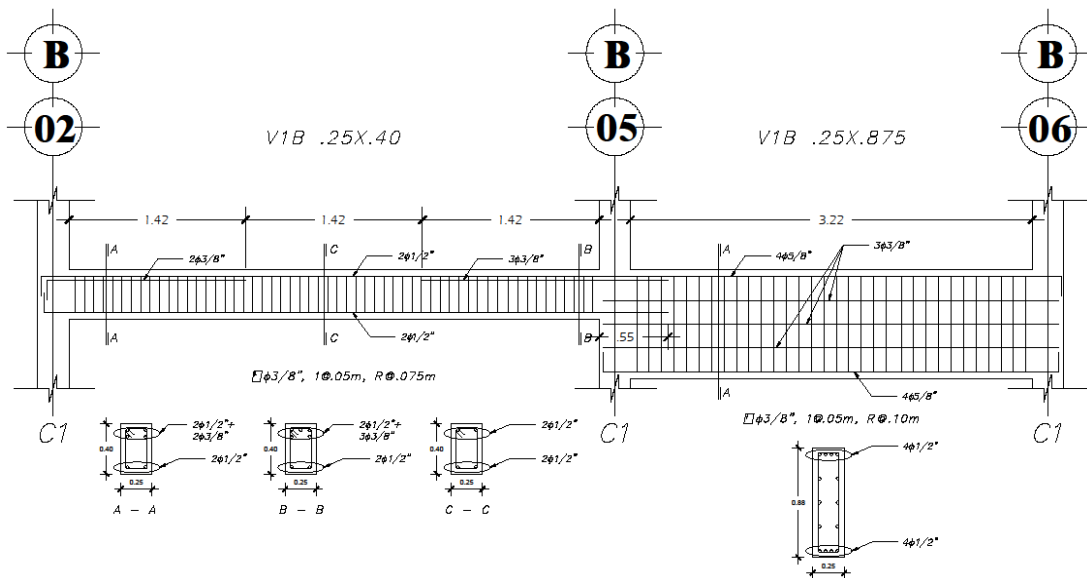
	DESPLAZAMIENTO INELÁSTICO YY	R	0.85R ó 0.75R	ALTURA ENTREPISO	DRITF YY	DRITF MÁX YY	DRIFT MÁX YY > DRITF YY?
<b>EJE H</b>							
PISO 6	0.029376	1.275	1.08375	2.8	<b>0.002178</b>	0.005	CUMPLE
PISO 5	0.02375	1.275	1.08375	2.8	<b>0.002318</b>	0.005	CUMPLE
PISO 4	0.017762	1.275	1.08375	2.8	<b>0.002334</b>	0.005	CUMPLE
PISO 3	0.011731	1.275	1.08375	2.8	<b>0.002157</b>	0.005	CUMPLE
PISO 2	0.006159	1.275	1.08375	2.8	<b>0.001712</b>	0.005	CUMPLE
PISO 1	0.001735	1.275	1.08375	1.555	<b>0.001209</b>	0.005	CUMPLE

**Tabla 87.** Control de deriva por entrepiso en el eje 8

	DESPLAZAMIENTO INELÁSTICO YY	R	0.85R ó 0.75R	ALTURA ENTREPISO	DRIFT YY	DRIFT MÁX YY	DRIFT MÁX YY > DRIFT YY?
<b>EJE I</b>							
PISO 6	0.029659	1.275	1.08375	2.8	0.002197	0.005	CUMPLE
PISO 5	0.023984	1.275	1.08375	2.8	0.002339	0.005	CUMPLE
PISO 4	0.01794	1.275	1.08375	2.8	0.002359	0.005	CUMPLE
PISO 3	0.011846	1.275	1.08375	2.8	0.002179	0.005	CUMPLE
PISO 2	0.006215	1.275	1.08375	2.8	0.001727	0.005	CUMPLE
PISO 1	0.001753	1.275	1.08375	1.555	0.001222	0.005	CUMPLE

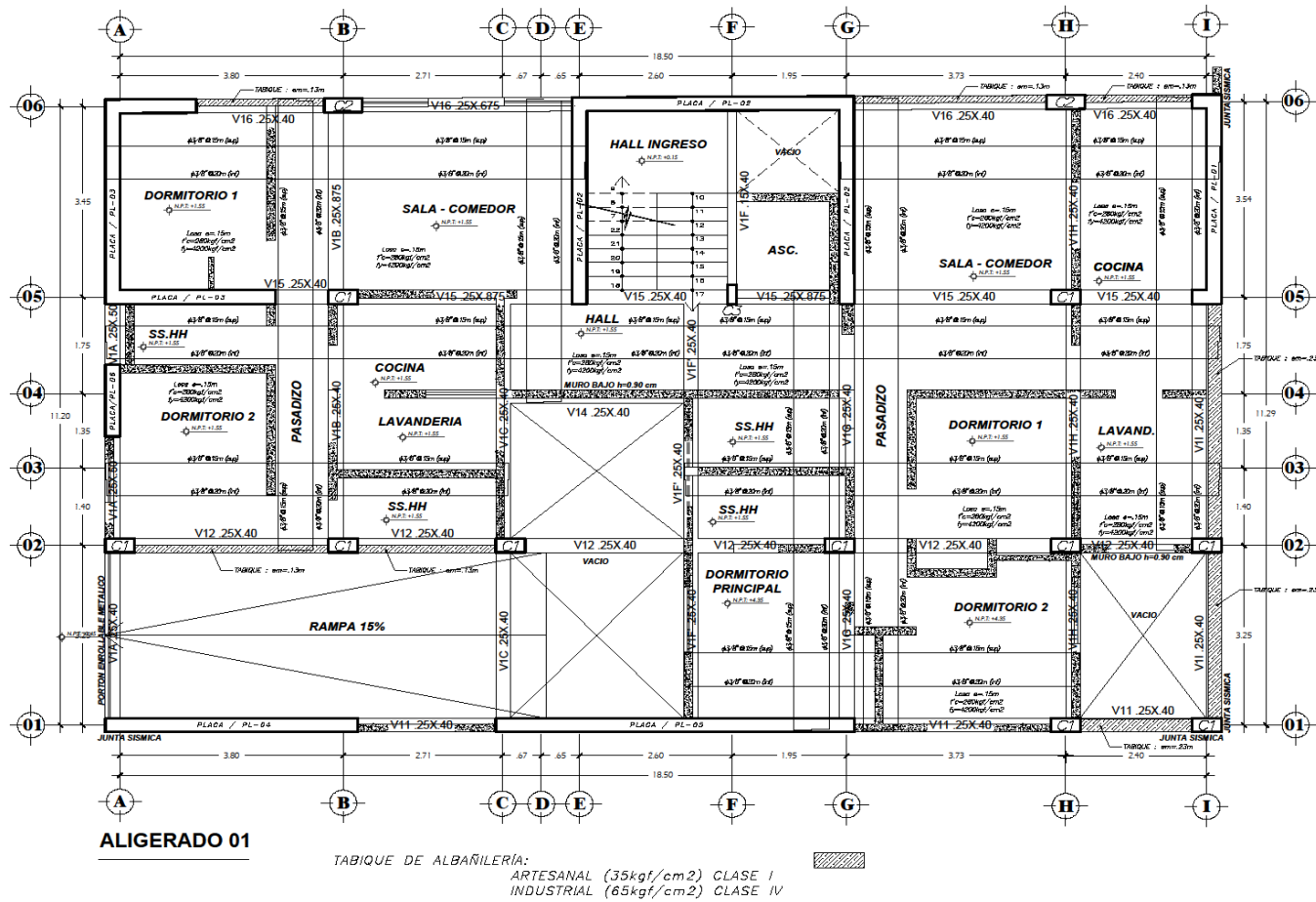
#### 4.5. Diseño estructural

##### 4.5.1. Diseño de vigas



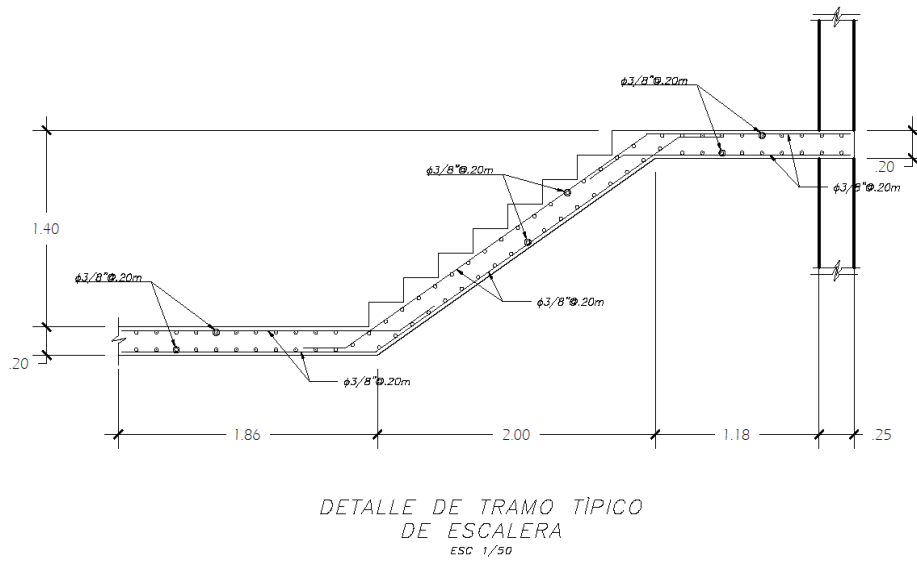
**Figura 73.** Refuerzo estructural en viga para diseño con Norma E.060 y considerando la interacción pórtico - tabique

### 4.5.2. Diseño de losa maciza



**Figura 74.** Refuerzo estructural de losa maciza para los diseños con Norma E.060 y considerando la interacción pórtico - tabique

### 4.5.3. Diseño de escalera



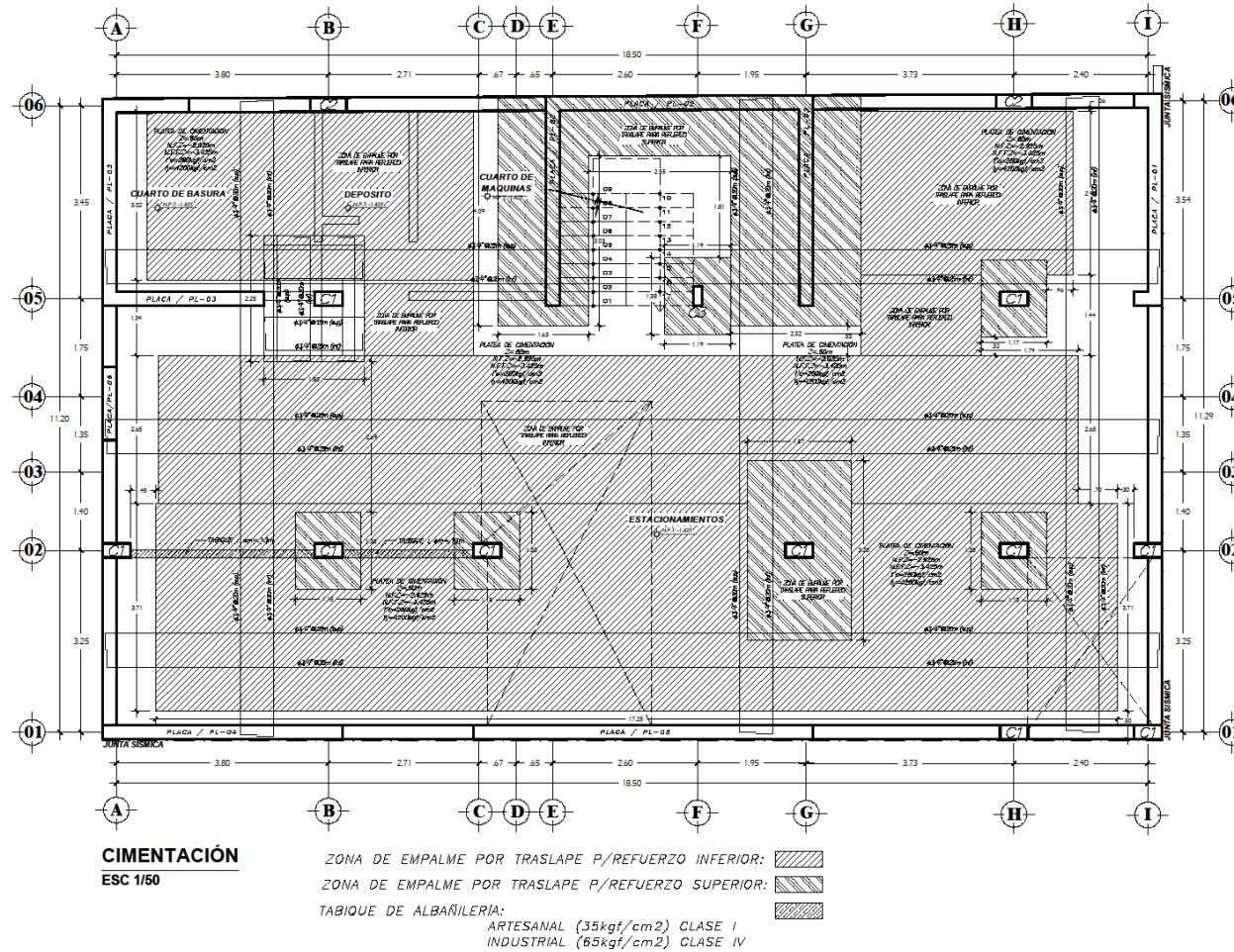
**Figura 75.** Refuerzo estructural de escalera para los diseños con Norma E.060 y considerando la interacción pórtico – tabique

### 4.5.4. Diseño de columnas

C O L U M N A S		
TIPO	DIMENSIONES	REFUERZO LONGITUDINAL
C1		$4\phi 5/8'' + 2\phi 5/8'' + 10\phi 5/8''$
C2		$4\phi 5/8'' + 2\phi 5/8'' + 14\phi 5/8''$
C3		$3\phi 5/8'' + 2\phi 5/8''$

**Figura 76.** Refuerzo estructural de columnas para los diseños con Norma E.060 y considerando la interacción pórtico – tabique

### 4.5.5. Diseño de platea de cimentación



**Figura 77.** Refuerzo estructural de platea de cimentación para los diseños con Norma E.060 y considerando la interacción pórtico - tabique

### 4.5.6. Diseño de placas

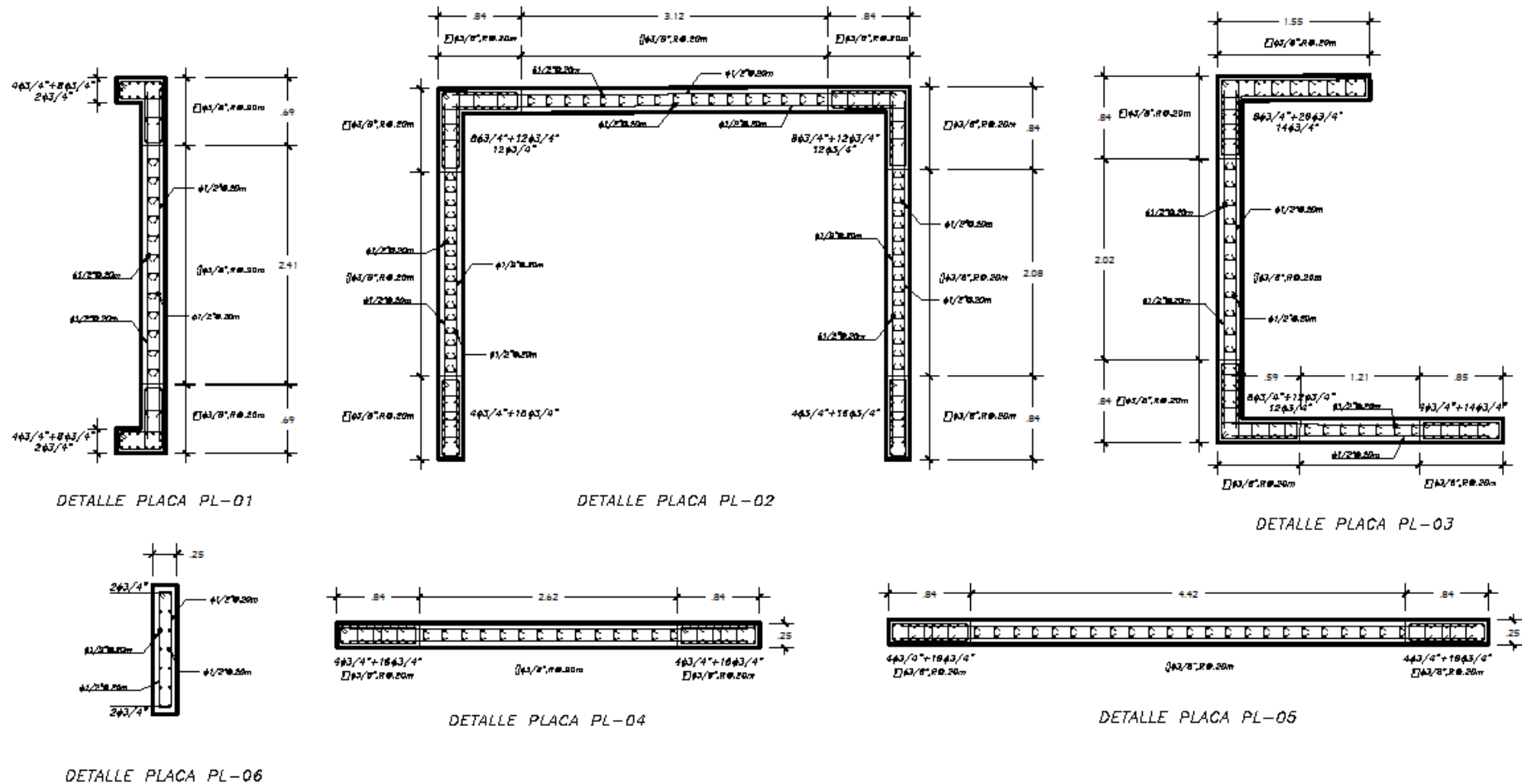


Figura 78. Refuerzo estructural de placas para los diseños con Norma E.060 y considerando la interacción pórtico - tabique



#### 4.6. Matriz de Rigidez de la estructura frente a un sismo

Rigidez Lateral en dirección XX

$$K_x = \begin{array}{|l} 81517.424 \\ 143716.797 \\ 192311.712 \\ 251101.75 \\ 384807.809 \\ 69109.377 \end{array} \begin{array}{l} \text{Tonf/m} \\ \text{Tonf/m} \\ \text{Tonf/m} \\ \text{Tonf/m} \\ \text{Tonf/m} \\ \text{Tonf/m} \end{array}$$

Rigidez lateral en dirección YY

$$K_y = \begin{array}{|l} 54724.952 \\ 98324.437 \\ 133476.414 \\ 176704.017 \\ 268470.979 \\ 175674.748 \end{array} \begin{array}{l} \text{Tonf/m} \\ \text{Tonf/m} \\ \text{Tonf/m} \\ \text{Tonf/m} \\ \text{Tonf/m} \\ \text{Tonf/m} \end{array}$$

## V. DISCUSIÓN

El diseño de concreto armado considerando interacción pórtico – tabique para mejorar la rigidez frente a un sismo de una edificación, es la determinación en coordenadas globales de la matriz rígida de toda la edificación aprovechando la presencia de barras diagonales que representaron la tabiquería, la cual implicó que el diseño de todos los componentes estructurales evidencien menos cuantía de acero, en el caso de los elementos con responsabilidad sísmica tales como placas, columnas y tabiques, solo fue necesario considerar el porcentaje mínimo de armado y espesores de hasta 0.23m, respectivamente; el resultado es válido y confiable puesto que se puede corroborar manualmente la rigidez de la estructura mediante un procedimiento de análisis matricial llegando a verificar los resultados hasta el punto de diseño, además de haber utilizado un software especializado para llevar a cabo los cálculos correspondientes; las características principales de la edificación son en cuanto al esfuerzo a compresión del concreto,  $f'c$  igual a 280 kgf/cm<sup>2</sup>,  $f_y$  igual a 4200kgf/cm<sup>2</sup>, en la superestructura, presenta placas de espesores de hasta 0.25m., columnas de 0.25x0.50 y tabiques con espesores de hasta 0.23m y una firmeza a la compresión diagonal hasta de 65kgf/cm<sup>2</sup>; la subestructura, una platea de cimentación de espesor igual a 0.60m. La solución que se realizó para llegar a obtener dichas características estuvo basada en el cumplimiento principalmente de la Norma E.030, E.070 y E.060, así mismo de las concepciones teóricas para calcular la rigidez lateral.

El estudio topográfico se realizó teniendo en cuenta las locaciones relativas en el espacio, cota, dimensiones y altura para hallar la poligonal cerrada (Sánchez, 2017), teniendo como resultados, cuatro coordenadas en direcciones Norte y Este, para el vértice A (9206128.41, 775517.60), B (9206114.05, 775503.67), C (9206105.39, 775512.18), D (9206119.78, 775526.14); las dimensiones del predio para el lado A-B de 20.02m, lado B-C de 12.14m, lado C-D de 20.05m, lado D-E de 12.14m; finalmente, el área fue de 243.1843m<sup>2</sup>

En cuanto a la mecánica de suelos, (Cruz, 2018), estableció que es necesario conocimientos de mecánica elemental y múltiples aplicaciones de Terzaghi para llegar a definir el desplante, tipo de cimentación, así como, la capacidad portante

admisible y el asentamiento, siendo para la presente investigación resultados de desplante de 2.925m, tipo de cimentación una platea maciza, la capacidad portante de 1.386 kgf/cm<sup>2</sup> y su asentamiento es de 0.721cm.

Conforme a (Marulanda, 2018), el diseño del plano de arquitectura se fue realizando en función a la necesidad como un bosquejo inicial hasta terminar de plasmar la distribución en planta, los cortes transversales y elevaciones, se puede evidenciar los resultados en la información complementaria de la tesis, pero puede observarse de forma escrita que la distribución cuenta en el semisótano con estacionamientos, cuarto de basura, depósito y cuarto de máquinas; el primer departamento, dormitorios, SSHH, cocina, sala-comedor y lavandería y los demás niveles, los mismo ambientes típicos. El número de ambientes puede verse en el punto 4.3. del presente trabajo.

En el estudio sísmico según la Norma (E.030 2018), se utilizó los principios de filosofía de análisis sismorresistente para llevar a cabo el análisis modal espectral y la verificación Tiempo – Historia (lineal), hallando que el comportamiento es correcto considerando la rigidez de la estructura principal en conjunto con el de la tabiquería, pasando al tercer modo de vibración el efecto rotacional, así mismo, que la tabiquería de acuerdo a sus características puede soportar una carga a compresión diagonal mayor a la originada por un registro normalizado o escalado. Por otro lado, el espectro de aceleraciones tal como se visualiza en la Tabla 1, fue construido convencionalmente, considerando los parámetros sísmicos de zonificación, perfil de suelo, uso de la estructura, variación de la aceleración sísmica y un factor de ductilidad según el sistema estructural, para mayor apreciación buscar Figura 1. Para la fuerza cortante mínima fue necesario un factor de escala que de acuerdo a la normativa fue mayor a la unidad. La cortante basal de diseño fue amplificada con el valor de escala siendo necesario para obtener el análisis estructural. En cuanto a las derivas todas se mantuvieron por debajo del valor máximo permisible de 5/1000.

Para el diseño estructural se siguió el procedimiento en tres etapas (La Ingeniería Estructural, 2000) considerando la rigidez lateral de la estructura al contar con la

interacción pórtico – tabique, las cuales son estructuración, análisis y dimensionamiento. En el diseño de vigas, losas macizas y platea de cimentación, se encontró se propuso peraltes según la necesidad de la arquitectura, como mínimo 0.40m y máximo 0.875m, 0.20m y 0.60m, respectivamente, en el análisis estructural se encontró momentos positivos y negativos máximos en los extremos (apoyos), obteniéndose barras de acero de hasta  $\varnothing 1/2"$  y  $\varnothing 5/8"$ ,  $\varnothing 3/8"$  y  $\varnothing 3/4"$ , en el mismo orden al aplicarse las Ec.1 hasta 13 y desde la Ec.16 hasta 20. Para las placas y columnas, el procedimiento fue similar, con diferencia en el armado, teniendo barras de  $\varnothing 1/2"$ ,  $\varnothing 3/4"$  y  $\varnothing 5/8"$ , respectivamente, al aplicarse las Ec. 14 y 15.

La investigación realizada por Bustios et al., 2018, encontró como resultado que los muros de tabiquería influyen directamente en la rigidez de la estructura, esto, luego de haber realizado un análisis estático no lineal, esta conclusión cualitativa y general se relaciona directamente con lo conseguido en este trabajo, puesto que, mediante el hallazgo de la matriz de rigidez lateral, se han obtenido menores distorsiones de entrepiso, lo que ocasionaría que la estructura tenga un buen desempeño ante cierta demanda sísmica.

En el trabajo de investigación realizado por Medina et al., 2019, se concluyó que la interacción que ocasiona mampostería influye radicalmente el comportamiento dinámico de la estructura, desde su periodo de vibración, amortiguamiento y desplazamientos, pero esencialmente en su ductilidad, debido que, un sistema de estructuras metálicas cuenta con una mayor capacidad de desplazamiento, este se encuentra limitado debido a la rigidez de los muros, esta conclusión cualitativa guarda similitud a lo obtenido por esta tesis, sin embargo es necesario aclarar que en este caso, la estructura trabajada contaba con placas de concreto armado, lo que se deduce que la interacción reduce la flexibilidad del sistema, aunque no a tal grado como lo haría con un sistema de estructuras metálicas.

Con respecto a lo encontrado por Bastías , 2021, se mantiene total acuerdo puesto que se requiere nuevas herramientas computacionales para evaluar el efecto de la interacción pórtico – tabique y así lograr obtener resultados de fuerzas internas en los elementos relacionados al comportamiento real de la estructura; para este caso,

se obtuvo resultados con la metodología especificada en la Norma E.070, mediante una diagonal equivalente, sin embargo, se estima necesario utilizar más de una franja para representar bien el comportamiento sísmico global de la estructura.

En la investigación realizada por Amaya et al., 2021, se obtienen resultados de incremento de rigidez lateral de la estructura concluyendo que el componente que más influye en la interacción pórtico – tabique es la distancia diagonal de la barra a compresión, resultado que se asemeja a lo obtenido en el desarrollo del proyecto, puesto que, para paños grandes de tabique, el ancho incrementa proporcionalmente, a consecuencia, la rigidez también, esta variación de rigidez es de hasta 60% la rigidez de la estructura sin tabiquería.

Por otro lado, Aragón, 2015, concluyó que la interacción pórtico – tabique puede ser representada adecuadamente siempre y cuando se utilice el modelo de la diagonal equivalente, esta conclusión, hasta cierto punto es confirmada por lo encontrado en la presente tesis, ya que fue con esta metodología de la diagonal equivalente con la que se trabajó la edificación, esta forma de representar la presencia de la tabiquería, es adecuada específicamente cuando se trata de diseñar el muro como tal, por otro lado, no para representar el comportamiento modal de la estructura.

Finalmente, Ancevalle et al., 2020, concluyó que, debido al aporte de rigidez lateral por parte de la tabiquería, es inevitable efectuar un análisis lineal Tiempo – Historia, ya que la demanda sísmica puede incrementarse cuando se disminuye el valor del tiempo fundamental de vibración, esta conclusión, se comparte ya que la edificación cuenta con periodos muy pequeños respecto a si la estructura contemplara la tabiquería aislada, es entonces la necesidad de utilizar registros sísmicos, para este caso el valor del periodo de vibración se logra reducir hasta un 20%.

Las limitaciones de la investigación radicarón en la estructuración de la edificación, puesto que resulta un poco complejo obtener una configuración estructural simplificada para poder representar plenamente la interacción pórtico – tabique, y esto debido a la arquitectura, los detalles de aberturas, entre otros. Se recomienda

utilizar la interacción pórtico tabique a favor del diseñador, cuando se tenga configuraciones arquitectónicas irregulares, o donde no sea posible colocar elementos rígidos como placas, esto en caso se trate de una etapa de diseño.

El aporte del estudio es principalmente demostrar que la rigidez de una estructura frente a un sismo considerando el efecto de la interacción pórtico – tabique, repercute en el esbozo de la edificación de concreto armado, esto debido a la incorporación de rigidez de los muros no aislados, a la de la estructura principal.

La rigidez frente a un sismo de una edificación de concreto armado ubicado en Cajamarca, considerando la Interacción Pórtico – Tabique, presenta una mayor rigidez por cada nivel, siendo para el primer piso 69109.377 Tn/m, segundo nivel 384807.809 Tn/m, tercer nivel 251101.75Tn/m, cuarto nivel 192311.712 Tn/m, quinto nivel 143716.797 Tn/m y finalmente en el sexto nivel 81517.424 Tn/m; cumpliendo los requisitos de la Norma E.030 al realizar el análisis dinámico modal espectral, pues las derivas o distorsiones resultaron ser menores esperadas ante las demandas de un sismo severo, haciendo que nuestra unidad de estudio se encuentre dentro de los límites máximos permitidos ante una acción sísmica.

La rigidez frente a un sismo en la estructura de concreto armado fue la adecuada considerando la interacción pórtico – tabique, debido a que la máxima deriva fue de 0.002359 siendo menor que 0.007 tal como lo establece la Norma E.030. No fue necesario escalar la cortante dinámica respecto al 90% de la cortante estática debido que la edificación cuenta con una importante fuerza de respuesta ante un evento sísmico, es por ello que los valores de escala fueron menores a la unidad, por consecuencia todos los elementos estructurales fueron diseñados con una cortante dinámica proveniente de un análisis modal espectral.

## VI. CONCLUSIONES

Se elaboro el diseño de concreto armado considerando interacción pórtico – tabique para mejorar la rigidez lateral frente a un sismo de una edificación, determinando la matriz de rigidez, la cual implicó que el diseño de todos los componentes estructurales evidencien menos cuantía de acero, en el caso de los elementos con responsabilidad sísmica tales como placas, columnas y tabiques, solo fue necesario considerar el porcentaje mínimo de armado y espesores de hasta 0.23m, respectivamente; el resultado es válido y confiable ya que se puede corroborar manualmente la rigidez de la estructura mediante un procedimiento de análisis matricial llegando a verificar los resultados hasta el punto de diseño

Se elaboro el modelo estructural en el programa ETABS 19 considerando la interacción pórtico – tabique mediante una barra que solo trabajó a compresión, así mismo, se definió las propiedades del material, espesor de los elementos y las condiciones de entorno para el semisótano y cimentación, esto nos permitió poder determinar que la rigidez frente a un sismo de la estructura tuvo una respuesta positiva al considerar la interacción pórtico – tabique, debido a que la máxima deriva fue de 0.002359 siendo menor que 0.007 tal como lo establece la Norma E.030.

Se realizó el análisis modal espectral para las dos direcciones y teniendo en cuenta el comportamiento “ida y vuelta” del sismo, de tal forma que se obtuvo dos resultados, escogiendo el mayor como fuente de demanda para el diseño de la tabiquería y de los elementos en concreto armado. Se utilizaron parámetros sísmicos, como Z: 0.35g, U: 1, S: 1.05, R: 1.275, y C en un intervalo de 2.5 a 0.06 según el periodo fundamental de vibración. No se encontró necesidad de escalar la fuerza dinámica, por lo que se trabajó con dicho patrón como caso de carga de diseño. El sistema estructural representa albañilería y se encontraron dos tipos de irregularidades, en planta y en altura, las cuales fueron: discontinuidad del diafragma y extrema

de rigidez, respectivamente.

Se realizó el análisis lineal y elástico Tiempo – Historia de la edificación utilizando registros directos reales, los que fueron escalados en función a las disposiciones de la Norma E.030, siendo el factor de escala para el sismo más representativo (PISCO 2007) de 1.89, logrando normalizar sus componentes y estableciendo que las derivas cumplen con la configuración estructural planteada, con una deriva máxima de 4.4/1000 y fuerzas axiales a compresión menores que la resistencia requerida.

Se realizó el diseño estructural de los elementos pertenecientes a la superestructura, iniciando por la tabiquería de albañilería, obteniéndose espesores de .13m y .23m con resistencias a compresión diagonal de 35kgf/cm<sup>2</sup> (para unidades de arcilla artesanales) y 65kgf/cm<sup>2</sup> (para unidades de arcilla industriales); para vigas, el armado longitudinal varía entre el primer nivel y los niveles restantes, siendo la varilla de mayor diámetro de Ø3/4" y el refuerzo transversal de Ø3/8"@.075m , .10m y .20m; para columnas, el armado longitudinal cuenta con barras máximas de Ø5/8" y transversal de Ø3/8"@.10m y .20m; para muros estructurales de concreto armado, el refuerzo horizontal fue de Ø1/2"@.125m y vertical de Ø1/2"@.20m; para losas macizas, el armado longitudinal superior fue de Ø3/8"@.15m e inferior de Ø3/8"@.20m en ambas direcciones; para escalera, el armado longitudinal y transversal fue de Ø3/8"@.15m.

Se realizó el diseño estructural de los elementos pertenecientes a la subestructura; para el muro de semi-sótano, el armado longitudinal horizontal y vertical fue de Ø1/2" @.25m (doble malla); para la platea de cimentación, casi en todo su extensión, el armado tendido fue de Ø3/4"@.20m (doble malla), para ningún diseño fue necesario contar con acero de refuerzo por corte, puesto que la sección de concreto resiste este efecto.



Se realizó la matriz de rigidez de la estructura por niveles considerando la Interacción – pórtico en una edificación de concreto armado ubicado en Cajamarca, donde se obtuvo que la rigidez frente a un sismo es mayor su valor por cada nivel, siendo para el primer piso 69109.377 Tn/m, segundo nivel 384807.809 Tn/m, tercer nivel 251101.75 Tn/m, cuarto nivel 192311.712 Tn/m, quinto nivel 143716.797 Tn/m y finalmente en el sexto nivel 81517.424 Tn/m.

## VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda a los Ingeniero Estructurales considerar la rigidez lateral por parte de la tabiquería cuando esta se encuentre unida a la estructura principal y no haya sido aislada, además de determinar la matriz de rigidez considerando barras diagonales que representen la franja comprimida en el muro, cabe señalar que las deformaciones de esta franja no deberían considerar flexión y corte puesto que estos elementos solo trabajan a compresión axial.

Se recomienda a los ingenieros estructurales que el efecto de interacción pórtico – tabique sea vea reflejado solo en edificaciones de baja altura para prevenir posibles accidentes, de lo contrario deberán llevar un mecanismo de sujeción mediante barras corrugadas. Así mismo, se debe especificar en los planos estructurales la ubicación de los tabiques de albañilería.

Se recomienda a los estudiantes de Ingeniería Civil tener en cuenta en el modelamiento estructural el efecto de la interacción pórtico – tabique mediante la representación de una franja diagonal a compresión como lo indica la Norma E.070, cada que se tenga tabiquería no aislada. Se debe tener en cuenta que la barra que represente matemáticamente la franja a compresión no debe considerar flexión ni tracción.

Se recomienda a los ingenieros estructurales realizar el análisis modal espectral para dos modelos estructurales que logren considerar las posiciones de las diagonales equivalentes conforme al comportamiento de estos elementos ante eventos de sismo, de tal manera que se obtenga el mayor valor de fuerza axial a compresión, así mismo emplear otras metodologías que consideren inclusive dos o tres diagonales más con la finalidad de representar correctamente dicho efecto.

Se recomienda a los ingenieros estructurales utilizar un análisis lineal y elástico Tiempo – Historia, puesto que el espectro de esta demanda cuenta con picos altos y bajos, que, a comparación del espectro de respuesta normativo, no considera, esto ocasiona que la fuerza se incremente debido a la rigidez que aporta el efecto de la interacción pórtico – tabique.

Se recomienda a los ingenieros estructurales que el diseño de elementos de concreto armado de la superestructura se realice con las fuerzas obtenidas a partir del análisis estructural que considere el efecto de interacción pórtico – tabique que especifica la Norma E.070, puesto que representar el muro de manera completa, solo llevaría a obtener datos erróneos.

Se recomienda a los ingenieros estructurales que el diseño de elementos de concreto armado de la subestructura se realice con las fuerzas obtenidas a partir del análisis estructural que considere el efecto de interacción pórtico – tabique que especifica la Norma E.070, con la finalidad de transmitir a la cimentación y muro de semisótano, la carga axial a compresión de dichas franjas.

## REFERENCIAS

AGUILAR, Roberto. 2008. *Análisis Sísmico de Edificios*. Quito, Ecuador : Centro de Investigaciones Científicas, 2008. 704pp.

ISBN-978-9978-30-104-3

AMAYA, Christian y ASECIO, Medali. Estudio de dos edificaciones aporticadas considerando los efectos de la interacción tabique – pórtico mediante el método del puntual equivalente. Tesis (Título profesional de Ingeniería Civil). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2021.

Disponible en:

<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/657402>.

ANCEVALLE, Rolando y CORONEL, Erick. Análisis estructural sísmico de una edificación de concreto armado evaluando la influencia de la tabiquería Tesis (Título profesional de Ingeniería Civil). Lima: Universidad Peruana de

Ciencias Aplicadas, 2020. Disponible en:

[https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/652757/Ancevalle\\_%C3%91R.pdf?sequence=5&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/652757/Ancevalle_%C3%91R.pdf?sequence=5&isAllowed=y).

ARAGÓN, John. Influencia de la tabiquería en la respuesta sísmica de edificios de concreto armado. Tesis (Título profesional de Ingeniería Civil).

Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2015. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12404/6325>.

BARTOLOMÉ, Ángel San. 1998. *Análisis de Edificios*. Lima, Perú : Pontificia Universidad Católica del Perú, 1998. 459pp

ISBN-199-8997-24-211-20.

BASTIAS, José. Análisis de desempeño estructural de marcos sísmicos de hormigón armado especiales e intermedios en presencia de diversos sistemas de aislamiento. Tesis (Título profesional de Ingeniería Civil).

Santiago de Chile: Universidad de Chile, 2021. Disponible en: <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/180044>.

BEHAR, Daniel. 2008. Metodología de la Investigación. Colombia : Editorial Shalom, 2008. 94pp.

ISBN- 978-959-212-783-7

BLASCO, Antonio. 1994. *Estructuración y diseño en concreto armado*. Lima : Editoriales Capítulo de Ingeniería Civil, Consejo Departamental de Lima y CIP, 1994.

BUSTILLOS, Gisella y CARANGUI, Richard. Investigación de interacción entre paredes de mampostería no reforzada y pórticos dúctiles resistentes a flexión. Tesis (Título profesional de Ingeniería Civil). Guayaquil: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, 2018. Disponible en: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/11225>.

*Criterios para la actualización de la norma sísmica colombiana*. [Mensaje de un blog] Colombia: Cardona, Omar (5 de abril de 2020). [Fecha de consulta: 7 de enero del 2022]. Recuperado de <http://www.funvisis.gob.ve/old/archivos/www/terremoto/Papers/Doc005/doc005.htm>.

CHOPRA, Anil. 2012. *Dynamics of Structures*. Estados Unidos : Pearson Education, 2012. Vol. IV.

ISBN: 97-801-328-580-38.

CRUZ, Dennis. Zonificación de la capacidad portante del suelo de la localidad de Soritor del Distrito de Soritor – Provincia de Moyobamba – Región san Martín. Tesis (Título profesional de Ingeniería Civil). Tarapoto: Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, 2018. Disponible en: <http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/2928/CIVIL%20-%20Tesis%20Dennis%20Santa%20Cruz%20Perales.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Ramírez de, Horacio, Colina, Jaime de la La ingeniería estructural. CIENCIA ergo-sum, Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva [en línea]. 2000, 7(2), [fecha de Consulta 23 de Junio de 2022]. ISSN: 1405-0269. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10401812>

FALCONI, Roberto. 2008. *Análisis Sísmico de Edificios*. Quito, Ecuador : Escuela Politécnica del Ejército, 2008. 9789978301043.

HERNANDEZ y BAPTISTA. 2014. *Metodología de la investigación*. Colombia : McGraw-Hill, 2014.

ISBN: 968-422-931-3.

JANAMPA, Ruth. 2018. Diseño Estructural de un edificio multifuncional de 5 pisos y un semisótano, Ate. Tesis (Título profesional de Ingeniería Civil). Callao: Universidad Cesar Vallejo - Callao, 2018. Disponible en: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/35278/Janampa\\_CRM.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/35278/Janampa_CRM.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

*La Ingeniería Estructural*. De La Colina, Jaime. 2000. 2, Toluca, México : Ciencia Ergo Sum, 2000, Vol. 7. 1405-0269.

LÓPEZ, Pedro Luis. Población muestra y muestreo. Punto cero, 2004, vol. 9, no 08, p. 69-74. [Fecha de consulta: 15 de febrero del 2022] Disponible en: <http://www.scielo.org.bo/pdf/rpc/v09n08/v09n08a12.pdf>.

MARULANDA, Jorge. 2018. *Introducción al diseño arquitectónico*. Tegucigalpa, Honduras : Libélula, 2018.

McCormac *et al.* 2011. *Diseño de concreto reforzado*. D.F., México : Grupo Alfaomega, 2011. 978-607-707-231-7.

MORALES, Roberto. 2016. *Diseño de Concreto Armado*. Lima : Editorial Instituto de Construcción y Gerencia, 2016.

NIÑO, Víctor. 2011. *Metodología de la Investigación*. Bogotá : Ediciones de la U, 2011. 156pp.

ISBN. 978-958-8675-94-7

MVCS (Perú). Norma E.030, Resolución Ministerial N° 043 – 2019 – vivienda. Diseño Sismorresistente. Lima: INN, 2019. 80 pp.

MVCS (Perú). Norma E.060, DS 010-2009 – vivienda. Concreto Armado. Lima: INN, 2009. 201 pp.

PANCA, Alder. *Análisis Matricial de Estructuras - Introducción al método de elementos finitos*. Lima, Perú : Macro EIRL, 2015.

ISBN: 9786123043100.

PUATASSO, Orlando. Diseño Sismorresistente por capacidad de un edificio. Tesis (Título profesional de Ingeniería Civil). Callao: Universidad Nacional de Córdova - Córdova, 2013. Disponible en: <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/796/Informe%20Final.pdf?sequence=2&isAllowed=y>.

SALDAÑA, Anaya y HUAMANLAY, Asencio. Estudio de dos edificaciones aporricadas considerando los efectos de la interacción tabique pórtico mediante el método del puntal equivalente. Tesis (Título profesional de Ingeniería Civil). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas - Lima, 2021. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10757/657402>.

Sánchez, Irvin. 2017. Determinar el grado de confiabilidad del levantamiento topográfico con dron en la plaza San Luis. Tesis (Título profesional de Ingeniería Civil). Nvo. Chimbote: Universidad Cesar Vallejo, 2017. Disponible en: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/12246/sanchez\\_vi.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/12246/sanchez_vi.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

SULLCA, Luis y CONDORI, Cristian. Estudio comparativo de costos, programación, diseño sismorresistente, entre el sistema dual y muros de ductilidad limitada de un edificio multifamiliar de 7 pisos ubicado en Cerro Colorado – Arequipa. Tesis (Título profesional de Ingeniería Civil). Nvo. Chimbote: Universidad Nacional de San Agustín, 2018. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/7372>.

APLICADA: UNA FORMA DE CONOCER LAS REALIDADES CON EVIDENCIA CIENTÍFICA. Revista Educación [en línea]. 2009, 33 (1), 155-165 [fecha de Consulta 23 de Junio de 2022]. ISSN: 0379-7082. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44015082010>

VASQUEZ, Walter. 2017. Estudio comparativo del comportamiento estructural de una edificación con y sin disipadores de energía considerando el efecto de la interacción suelo - estructura Tesis (Título profesional de Ingeniería Civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2017. Disponible en:

<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/1045/TESIS.pdf?sequence=5&isAllowed=y>

ZÁRATE, Rafael. *Diseño arquitectónico*. Distrito Federal - México : Trillas, 2013.



## ANEXOS

### Anexo N°01: Declaratoria de autenticidad (autores)

#### DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Nosotros, Jara Altamirano Erick Jhonatan y Vigo Arrestegui Katerin Tatiana, estudiantes de la escuela profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad César Vallejo sede Trujillo, declaramos bajo Juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación titulado “Diseño de concreto armado considerando interacción pórtico – tabique para mejorar la rigidez lateral frente a un sismo de una edificación en Cajamarca 2022”, son:

1. De nuestra autoría.
2. El presente Trabajo de Investigación no ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
3. El Trabajo de Investigación no ha sido publicado ni presentado anteriormente.
4. Los resultados presentados en el presente Trabajo de Investigación son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos 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 vigentes de la Universidad Cesar Vallejo.

**Trujillo, 29 de setiembre del 2022**



---

Erick Jhonatan Jara Altamirano

73432659



---

Katerin Tatiana Vigo Arrestegui

74488420

## **Anexo N°02. Declaratoria de autenticidad (asesor)**

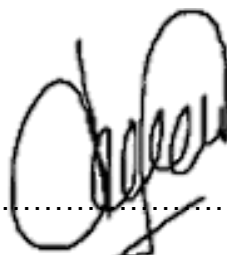
### **DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR**

Yo, VILLAR QUIROZ, JOSUALDO CARLOS, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo sede Trujillo revisor del Trabajo de Investigación titulada:

“Diseño de concreto armado considerando interacción pórtico – tabique para mejorar la rigidez lateral frente a un sismo de una edificación en Cajamarca, 2022”, de las estudiantes Erick Jhonatan Jara Altamirano y Katerin Tatiana Vigo Arrestegui, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 22% verificable en el reportaje de similitud del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias encontradas no constituyen plagio. En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad ocultamiento u omisión tanto de los documentos como la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes en la Universidad Cesar Vallejo.

**Trujillo, 29 de setiembre del 2022**



.....  
Villar Quiroz Josualdo Carlos

DNI: 40132759

**Anexo N°03.**

**Anexo 3.1: Matriz de operacionalización de variables**

**Tabla 88.** Matriz de Operacionalización de variables

Variable		Dimensiones	Indicadores
Variable Fáctica	Rigidez frente a un sismo	Análisis sísmico (modal espectral)	Cortante basal de diseño
			combinación modal
			combinación direccional
			espectro de aceleraciones
			control de derivas
		análisis estructural y rigidez	
		Análisis lineal y elástico Tiempo – Historia	Escalamiento de registros
Tema		Eje Temático	Sub - Ejes temáticos
Eje Temático	Interacción pórtico - tabique	Influencia de la tabiquería en la estructura principal	Aplastamiento
			Tracción Diagonal
			Cizalle
Propuesta		Eje Propositivo	Sub - ejes Propositivos
Eje Propositivo	Diseño de concreto armado	Estudio topográfico (perimétrico)	Distancia (m)
			Área de estudio (m2)
			Ángulos (°, ', ")
			coordenadas UTM
		Estudio de mecánica de suelos	Capacidad Portante del suelo
			Coefficiente de Balasto
			Asentamientos
		Diseño arquitectónico	Distribución de ambientes
			Cortes y elevaciones
			Cuadros de Vanos
		diseño de elementos	Diseño de losa maciza
			Diseño de sistema de transferencia
			Diseño de Vigas planas
			Diseño de vigas peraltadas
			Diseño de muro (MDL)
Diseño de muros de semisótano			
Platea de cimentación			

### Anexo 3.2 Matriz de indicadores de variables

Tabla 89. Matriz de indicadores de variables

OBJETIVO ESPECÍFICO	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	TÉCNICA/ INSTRUMENTO	TIEMPO EMPLEADO	MODO DE CÁLCULO
Realizar el modelo estructural de la edificación aplicando interacción suelo – tabique.	Elementos Frame. Elementos Shell	Se modelará todos los elementos estructurales que competen a la superestructura y cimentación.	Ficha de recolección de datos N° 02	7 días	Ley de Hooke: $F = K * U$
Realizar el análisis modal espectral de la edificación aplicando interacción suelo – tabique.	Cortante basal de diseño Combinación modal Combinación direccional Espectro de aceleraciones Control de derivas Análisis estructural	Se elaborará el espectro de aceleraciones según norma E.030 en conjunto con los resultados del análisis modal para obtener la cortante de diseño de la base.	Guía de observación N° 2 Ficha de recolección de datos N° 02	28 días	Cortante de diseño: $V_b = \frac{ZUCS}{R} * \%w$  Espectro de aceleraciones: $S_a = \frac{ZUCS}{R} * g$
Realizar el análisis lineal y elástico Tiempo - Historia de la edificación	Registros sísmicos directos Modelamiento en software	Procesar la información de los registros sísmicos en el software con la finalidad de evaluar el modelamiento de la estructura tal cual su estructuración	Guía de observación N° 2 Ficha de recolección de datos N° 02	28 días	Dinámica estructural – Ecuación de movimiento: $M\ddot{u} + C\dot{u} + Kx = F$

<p>Realizar el Diseño estructural de la superestructura.</p>	<p>Diseño de losa maciza</p> <p>Diseño de sistema de transferencia</p> <p>Diseño de vigas planas</p> <p>Diseño de vigas peraltadas</p> <p>Diseño de muros de ductilidad limitada</p>	<p>Se realizará los cálculos para el diseño en concreto armado siguiendo las disposiciones de la norma E. 060 y algunas consideraciones del código ACI 318 – 19</p>	<p>Guía de observación N° 1, 2</p> <p>Ficha de recolección de datos N° 02</p>	<p>21 días</p>	<p>Diseño a flexión: <math>\phi M_n \geq M_u</math></p> <p>Diseño a corte: <math>\phi V_n \geq V_u</math></p> <p>Diseño a torsión: <math>\phi T_n \geq T_u</math></p> <p>Diseño a carga axial: <math>\phi P_n \geq P_u</math></p>
--	--	---	---	----------------	---

<p>Realizar el Diseño estructural de la subestructura.</p>	<p>Diseño de muros de sótano Plateas de cimentación</p>	<p>Se realizará los cálculos para el diseño en concreto armado siguiendo las disposiciones de la norma E.060 y algunas consideraciones del código ACI 318 – 19, así como el estudio de mecánica de suelos y la norma E.050</p>	<p>Guía de observación N° 1, 2 Ficha de recolección de datos N° 02</p>	<p>21 días</p>	<p>Diseño a flexión: <math>\phi M_n \geq M_u</math></p> <p>Diseño a corte: <math>\phi V_n \geq V_u</math></p> <p>Diseño a torsión: <math>\phi T_n \geq T_u</math></p> <p>Diseño a carga axial: <math>\phi P_n \geq P_u</math></p>
<p>Realizar la Interacción pórtico - tabique</p>	<p>Aplastamiento Tracción Diagonal Cizalle</p>	<p>Se realizará los cálculos para el diseño en concreto armado siguiendo las disposiciones de la norma E.060 y algunas consideraciones del código ACI 318 – 19, así como el estudio de mecánica de suelos y la norma E.050</p>	<p>Guía de observación N° 1, 2 Ficha de recolección de datos N° 02</p>	<p>20 días</p>	<p>Aplastamiento: <math>R_c = 0.12 f'_m D. t</math></p> <p>Tracción Diagonal: <math>R_t = 0.85 \sqrt{f'_m} D. t</math></p> <p>Cizalle: <math>R_s = \frac{f_s \cdot t \cdot D}{1 - 0.4 \frac{h}{L}}</math></p>

## Anexo N°04. Instrumentos de recolección de datos

### Anexo 4.1 Guía de observación N°01

POLIGONAL CERRADA - PLANO PERIMÉTRICO			
<b>PROYECTO:</b>	"Diseño de concreto armado considerando interacción pórtico – tabique para mejorar la rigidez lateral frente a un sismo de una edificación en Cajamarca 2022"		
<b>RESPONSABLE(ES):</b>			
<b>REGIÓN:</b>			
<b>PROVINCIA:</b>			
N° DE VÉRTICE	NORTE	ESTE	DESCRIPCIÓN
A			
B			
C			
D			
<b>EXPERTO:</b>			

<b>POLIGONAL CERRADA - PLANO PERIMÉTRICO</b>			
<b>PROYECTO:</b>	"Diseño de concreto armado considerando interacción pórtico – tabique para mejorar la rigidez lateral frente a un sismo de una edificación en Cajamarca 2022"		
<b>RESPONSABLE(ES):</b>	Jara Altamirano, Erick Jhonatan		
	Vigo Arrestegui, Katerin Tatiana		
<b>REGIÓN:</b>	Cajamarca		
<b>PROVINCIA:</b>	Cajamarca		
<b>N° DE VÉRTICE</b>	<b>NORTE</b>	<b>ESTE</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
A	9206128.41	775517.60	Esquina
B	9206114.05	775503.67	Esquina
C	9206105.39	775512.18	Esquina
D	9206119.78	775526.14	Esquina
<b>EXPERTO:</b>			

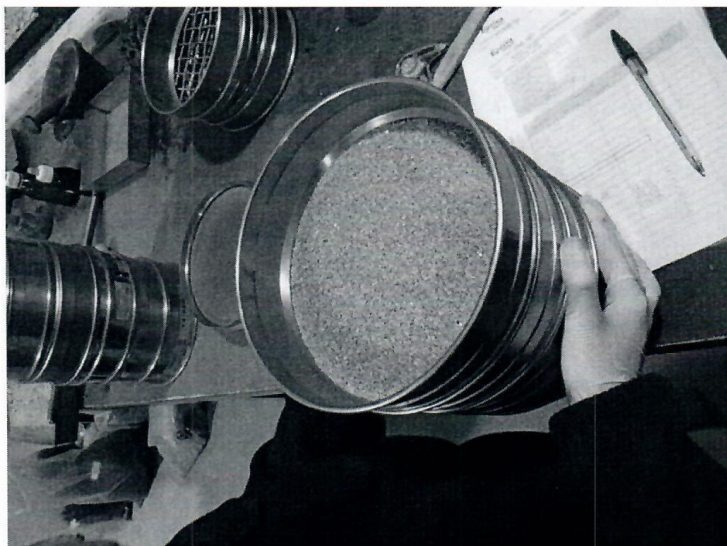


## Anexo 4.2 Ficha de recolección de datos N°02



MECÁNICA DE SUELOS  
CONCRETO - ASFALTO  
MATERIALES

### ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS (CAPACIDAD ADMISIBLE)



**Tesistas:**

- Jara Altamirano, Erick Jhonatan
- Vigo Arrestegui, Katerin Tatiana

**Proyecto:** Edificio Multifamiliar "Villagreen"

**Urbanización:** Jr. Mariscal Cáceres

**Distrito:** Cajamarca

**Provincia:** Cajamarca

**Departamento:** Cajamarca

  
Ernesto Fidel Medina Hare  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 208724

MARZO 2022

N° RESOLUCIÓN INDECOPI:016074-2018/DSD - KINSA GEOLABS SAC - LABORATORIO DE GEOTECNIA, CONSULTORIA Y CONSTRUCCION  
RUC:20603169612/MZ. 3 LT.20 AA.HH. CORAZÓN DE JESÚS-LAREDO - TRUJILLO  
CONTACTO: RPC\_974473899 - MOV. 942517809 / Email: laboratorio\_kingro@hotmail.com / javier\_jjdv@hotmail.com

## **CONTENIDO**

1. RESUMEN
  - 1.1. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
2. INFORME TÉCNICO
  - 2.1. GENERALIDADES
    - 2.1.1. Objetivo del Estudio
    - 2.1.2. Ubicación y Descripción del Área en estudio.
    - 2.1.3. Acceso al Área en Estudio
    - 2.1.4. Clima
  - 2.2. GEOLOGÍA Y SISMICIDAD
    - 2.2.1. Geología
    - 2.2.2. Sismicidad
  - 2.3. TRABAJOS DE CAMPO
  - 2.4. ENSAYOS DE LABORATORIO
  - 2.5. TRABAJOS DE GABINETE
    - 2.5.1. Perfil Estratigráfico
    - 2.5.2. Conformación del Subsuelo
  - 2.6. ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN
    - 2.6.1. Profundidad de la Cimentación
    - 2.6.2. Tipo de Cimentación
    - 2.6.3. Cálculo de la Capacidad Portante Admisible
    - 2.6.4. Cálculo de Asentamientos
  - 2.7. AGRESIÓN AL SUELO DE CIMENTACIÓN
  - 2.8. DISEÑO DE CALZADURA
  - 2.9. REFERENCIAS
3. ANEXOS
  - 3.1. PLANO DE UBICACIÓN GEOGRÁFICA
  - 3.2. PERFIL ESTRATIGRÁFICO
  - 3.3. ENSAYOS DE LABORATORIO
    - 3.3.1. Contenido de Humedad
    - 3.3.2. Análisis Granulométrico

- 3.3.3. Ensayo de Sales Solubles
- 3.4. ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT)
- 3.5. FOTOGRAFÍAS

**ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN DEL PROYECTO:  
“DISEÑO DE UNA EDIFICACIÓN DE CONCRETO ARMADO  
CONSIDERANDO INTERACCIÓN PÓRTICO – TABIQUE EN CAJAMARCA”**

**1. RESUMEN**

**1.1. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

  
Ernesto Fidel Medina Hara  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 208724

- El proyecto de edificación, se encuentra ubicado en el Jr. Mariscal Cáceres, Distrito de Cajamarca, Provincia de Cajamarca, Departamento de Cajamarca.
- Para el presente estudio de edificación se realizó la Pruebas de Campo, que consistió en una calicata o pozos a cielo abierto, esta calicata estuvo denominada como “C-1”, realizada hasta una profundidad de **6.00m**. Así mismo se realizó un (01) sondeo con el Equipo de Penetración Estándar (**SPT**) que se denominó **SPT-1**, hasta una profundidad de **10.00m**, con respecto al nivel del terreno.
- El subsuelo está conformado de la siguiente manera:
  - 0.00 – 1.50 m.** Se encuentra una capa de relleno, conformado por suelo agrícola y cierta basura, en estado suelto.
  - 1.50 – 3.80 m.** Sigue un estrato de arena limosa, de baja plasticidad (**SM**), de color gris oscuro, de poca a regular humedad, de compacidad media.
  - 3.80 – 4.70 m.** Se nota un estrato de arcilla de baja a mediana plasticidad, con presencia de gravas menudas pequeñas (**CL**), de color marrón oscuro, de regular humedad, y de consistencia media hasta la profundidad explorada.
  - 4.70 - 6.00 m.** Finalmente encontramos un estrato de arena pobremente graduada (**SP**), de color beige pardo a plomo oscuro, de regular humedad,

compacidad media, conteniendo de manera aislada gravas menudas de 1/2", conforme nos vamos profundizando. No se nota el NAF a la profundidad explorada

- No se nota la presencia del Nivel de Aguas Freáticas (NAF) a la profundidad explorada, por lo tanto, no hay problema de filtraciones de agua subterránea a las cimentaciones de la edificación del presente estudio. En caso se presentará se recomienda **diseñar un sistema de drenaje superficial (sangría) o sistema de drenaje subterráneo** (sistema de entubado subterráneo), para poder evacuar el agua de filtración y evitar que esta agua vaya hacia las cimentaciones de las estructuras de la edificación y puedan causar daños posteriores. También este sistema de drenaje superficial nos permite facilitar el proceso constructivo de las cimentaciones y posteriormente controlar el ingreso de agua subterránea una vez construida la estructura indicada.
- Dada la naturaleza del terreno a cimentar y las magnitudes posibles de las cargas transmitidas según las características del proyecto de la edificación a construir (**edificio de 6 niveles**) se recomienda utilizar una Cimentación Superficial, tal como **zapatas aisladas y combinadas**, a una profundidad de cimentación mínima tal como se indica a continuación:

**NIVEL DE TERRENO INICIAL DE CIMENTACIÓN:** Nivel de fondo del primer nivel N.T.N. -0.15m.

Tipo de Cimiento	Profundidad Desplante (Df)
Zapatas Combinadas	3.00m.
Zapatas Aisladas	3.00m.

- La Capacidad Portante Admisible del terreno a la profundidad de cimentación mínima indicada es como a continuación se indica:

**NIVEL DE TERRENO INICIAL DE CIMENTACIÓN:** Nivel de fondo del primer nivel N.T.N. -0.15m.

Tipo de Cimiento	Capacidad Portante
Zapatas Combinadas	1.386 kg/cm <sup>2</sup>
Zapatas Aisladas	1.552 kg/cm <sup>2</sup>

- El Asentamiento Total de acuerdo al tipo de estructura es como a continuación se indica:

**NIVEL DE TERRENO INICIAL DE CIMENTACIÓN:** Nivel de fondo del primer nivel N.T.N. -0.15m.

Tipo de Cimiento	Asentamiento
Zapatas Combinadas	0.721cm.
Zapatas Aisladas	2.246cm.

- De acuerdo con la nueva Norma Técnico de Edificación E-030 Diseño Sismorresistente y el predominio del suelo de la cimentación (SP), se recomienda adoptar en el análisis sismorresistente de las estructuras, los siguientes parámetros:

Factor de zona:	Z= 0.35g
Factor de amplificación del suelo:	S <sub>2</sub> = 1.05
Periodo corto:	T <sub>p</sub> = 0.60seg
Periodo largo:	T <sub>l</sub> = 2.00seg

- Para la zona de estudio se puede notar los siguientes Parámetros Dinámicos del suelo de cimentación:

Módulo de Poisson	(u): 0.25
Módulo de Elasticidad	(E): 300.00 kg/cm <sup>2</sup>
Módulo de Corte	(G): 120.00 kg/cm <sup>2</sup>

- El subsuelo de actividad de cimentación no está sujeta a socavaciones ni

deslizamientos, así mismo la geodinámica externa en el área de estudio no presenta en la actualidad riesgo alguno como posibles aluviones, huaycos, deslizamientos de masas de tierra, inundaciones, etc.

- En el Perfil Estratigráfico del suelo, no se nota la presencia de material de relleno en estado suelto conformado por suelo agrícola y suelo orgánico, a cambio se visualiza material más estable que puede ser **Afirmado Suelto** en capas de 20cm aproximadamente.
- Los Ensayos de Análisis Químico indican lo siguiente:

La presencia de sales solubles totales es de **11500.00 p.p.m** menor que 15000 p.p.m., indica que no ocasionará problemas de pérdida de resistencia mecánica por problemas de lixiviación. (Lavado de sales).

Se concluye que el estrato de suelo que forma parte del contorno donde irá desplantada la cimentación contiene concentraciones moderados de sulfatos, sales solubles totales y cloruros, que podrían atacar al concreto y la armadura de las obras de edificación respectivamente. Por lo tanto, se recomienda usar cemento **Tipo MS, o Tipo V.**

## 2. INFORME TÉCNICO

### 2.1. GENERALIDADES

#### 2.1.1. Objetivo del Estudio

El Presente estudio tiene por objeto describir los Trabajos de Campo, Laboratorio y Gabinete, llevados a cabo en un terreno ubicado en el Jr. Mariscal Cáceres, Distrito de Cajamarca, Provincia de Cajamarca, Departamento de Cajamarca para determinar las características físico - mecánicas del suelo dentro de la profundidad activa y a partir de ellas, los parámetros necesarios para el diseño y construcción de la edificación denominada **EDIFICIO MULTIFAMILIAR "VILLAGRENN"**.

Dichos parámetros son: Profundidad y Tipo de Cimentación, Capacidad Portante Admisible del terreno adoptado como suelo de cimentación, Pautas generales de Diseño y Construcción en relación con los suelos.

#### 2.1.2. Ubicación y Descripción del Área en estudio.

Mediante una captura del plano catastral de la ciudad de Cajamarca se mostrará la ubicación de forma detallada. El área de estudio presenta una topografía ligeramente llana, con una típica capa de relleno con material orgánico y otros. Se evidencia construcciones existentes en el área en estudio.

#### 2.1.3. Acceso al Área en Estudio

Para acceder al predio se debe llegar de preferencia a las avenidas principales del lugar, en especial los jirones La historia, Nazareth, que colindan directamente con el jirón Mariscal Cáceres. A continuación, se presenta una pequeña vista de las calles y jirones más cercanos al área de estudio.



### NÚMERO DE GOLPES

#### SPT - 1

Cotas (m.)	N1	N2	N3	N Final	Clasificación SUCS
0.0 - 0.45	0	0	0	0	SM
0.45 - 0.90	2	4	3	7	SM
0.90 - 1.35	3	5	4	9	CL
1.35 - 1.80	5	6	5	11	CL
1.80 - 2.25	7	8	8	16	CL - SP
2.25 - 2.70	9	10	9	19	SP
2.70 - 3.15	9	11	10	21	SP
3.15 - 3.60	10	12	11	23	SP
3.60 - 4.05	9	11	12	23	SP
4.05 - 4.50	11	13	12	25	SP
4.50 - 4.95	13	16	14	30	SP
4.95 - 5.40	15	17	18	35	SP
5.40 - 5.85	19	18	18	36	SP
5.85 - 6.30	20	21	18	39	SP
6.30 - 6.75	21	20	23	43	SP
6.75 - 7.20	24	22	25	47	SP
7.20 - 7.65	24	26	25	51	SP
7.65 - 8.10	23	24	28	52	SP
8.10 - 8.55	25	28	26	54	SP
8.55 - 9.00	26	25	29	54	SP
9.00 - 9.45	25	27	30	57	SP
9.45 - 10.00	31	29	32	61	SP

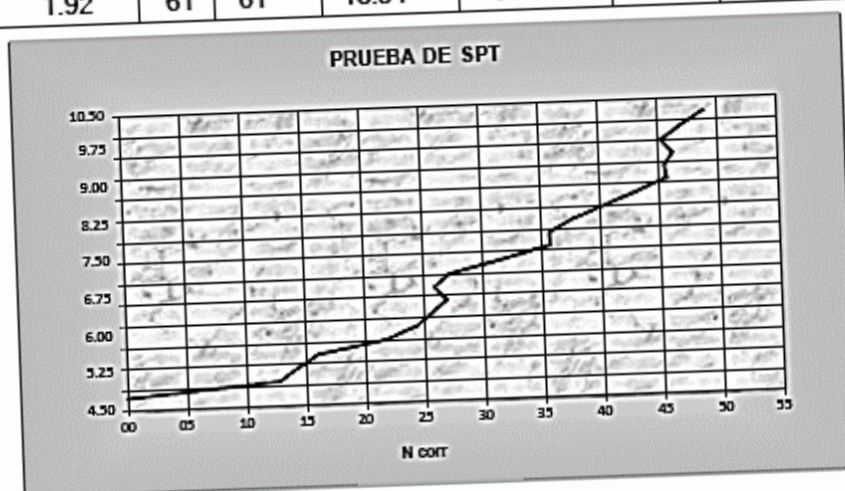
**PRUEBA DE PENETRACION ESTANDAR(SPT)**

**SOLICITANTE:** JARA ALTAMIRANO, Erick Jhonatan  
 VIGO ARRESTEGUI, Katerin Tatiana  
**PROYECTO:** EDIFICIO MULTIFAMILIAR "VILLAGREEN"  
**UBICACIÓN:** JR. MARISCAL CÁCERES  
**FECHA:** MARZO 2022  
**CALICATA:** C-1  
**COTA:** 2.750 msnm.  
**NAF:** 5.80m.

*Ernesto Fiel Medina Here*  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 208724

No	Prof (mts)	Dens.Unt. (ton/m3)	Nca mp	Ncorr Napa	Esf. Efect. (ton/m2)	Correc. Esf. Efect.	Ncorr.	Nprom	SUCS	Cota
1	0.45	1.92	00	00	0.00	1.00	00	00	SM	16.55
2	0.90	1.92	07	07	0.86	1.82	13	13	SM	16.10
3	1.35	1.92	09	09	1.73	1.59	14	14	CL	15.65
4	1.80	1.92	11	11	2.59	1.45	16	14	CL	15.20
5	2.25	1.92	16	16	3.46	1.36	22	16	CL - SP	14.75
6	2.70	1.92	19	19	4.32	1.28	24	18	SP	14.30
7	3.15	1.92	21	21	5.18	1.22	26	19	SP	13.85
8	3.60	1.92	23	23	6.05	1.17	27	20	SP	13.40
9	4.05	1.92	23	23	6.91	1.13	26	21	SP	12.95
10	4.50	1.92	25	25	7.78	1.09	27	22	SP	12.50

11	4.95	1.92	30	30	8.64	1.05	32	23	SP	12.05
12	5.40	1.92	35	35	9.50	1.02	36	24	SP	11.60
13	5.85	1.92	36	36	10.37	0.99	36	25	SP	11.15
14	6.30	1.92	39	39	11.23	0.96	38	26	SP	10.70
15	6.75	1.92	43	43	12.10	0.94	40	27	SP	10.25
16	7.20	1.92	47	47	12.96	0.92	43	28	SP	9.80
17	7.65	1.92	51	51	13.82	0.89	46	29	SP	9.35
18	8.10	1.92	52	52	14.69	0.87	45	30	SP	8.90
19	8.55	1.92	54	54	15.55	0.85	46	31	SP	8.45
20	9.00	1.92	54	54	16.42	0.84	45	32	SP	8.00
21	9.45	1.92	57	57	17.28	0.82	47	32	SP	7.55
22	10.00	1.92	61	61	18.34	0.80	49	33	SP	7.00



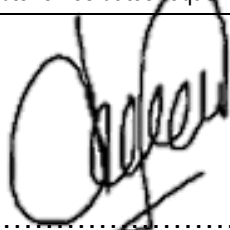
## Anexo 5. Validez y confiabilidad de instrumentos de recolección de datos

### Anexo 5.1: Matriz de evaluación de expertos para: Guía de observación N°01

#### MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS

<b>Título de la investigación:</b>	"Diseño de concreto armado considerando interacción pórtico – tabique para mejorar la rigidez lateral frente a un sismo de una edificación en Cajamarca 2022"			
<b>Línea de investigación:</b>	Diseño sísmico estructural			
<b>Apellidos y nombres del experto:</b>	MG. ING. Villar Quiroz Josualdo Carlos			
<b>El instrumento de medición pertenece a la variable:</b>	Diseño estructural			
Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.				
Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

**FIRMA DEL EXPERTO:**



.....  
 Villar Quiroz Josualdo Carlos  
 DNI: 40132759

## Anexo 5.2: Matriz de evaluación de expertos para: Ficha de recolección de datos

### MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS

<b>Título de la investigación:</b>	"Diseño de concreto armado considerando interacción pórtico – tabique para mejorar la rigidez lateral frente a un sismo de una edificación en Cajamarca 2022"			
<b>Línea de investigación:</b>	Diseño sísmico estructural			
<b>Apellidos y nombres del experto:</b>	ING. Luis Henry Tejada Miguel			
<b>El instrumento de medición pertenece a la variable:</b>	Diseño estructural			
Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.				
Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		

### FIRMA DEL EXPERTO:



Luis Henry Tejada Miguel  
ING. CIVIL  
R/CIP N° 228185

## Anexo 6. Análisis de similitud con el programa Turnitin

Diseño de concreto armado considerando interacción pórtico – tabique para mejorar la rigidez lateral frente a un sismo de una edificación en Cajamarca, 2022.

### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>22%</b>	<b>22%</b>	<b>0%</b>	<b>1%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>20%</b>
<b>2</b>	<b>alicia.concytec.gob.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>3</b>	<b>Submitted to Universidad Cesar Vallejo</b> Trabajo del estudiante	<b>&lt;1%</b>
<b>4</b>	<b>repositorioacademico.upc.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>5</b>	<b>es.scribd.com</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>6</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>7</b>	<b>repositorio.uchile.cl</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>8</b>	<b>repositorio.unp.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>

## Anexo 7. Planos