



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Diseño Estructural de una Vivienda Multifamiliar de 4 pisos en la Urbanización Alto Piura, distrito de Veintiséis de Octubre - Piura”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Quintana Albines, Bronuy Alan (ORCID: 0000-0002-3831-5134)

Rodriguez Cervera, Freddy Jahaziel (ORCID: 0000-0002-5810-238X)

ASESOR:

Mg. Medina Carbajal Lucio Medina (ORCID: 0000-0001-5207-4421)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

PIURA – PERÚ

2021

DEDICATORIA

Nuestro trabajo de investigación va dedicado a Dios que nos ha dado la sabiduría para poder culminar nuestro proyecto, a nuestros hijos y esposas por comprender que parte del tiempo que les correspondía lo dedicamos a cumplir con cada avance solicitado y que en los cuales contamos para cumplir con nuestras metas. A nuestros padres por su asistencia incondicional en todo momento, que nos han inculcado principios y valores que formaron nuestro carácter profesional; a nuestros hermanos/as, familiares que nos han apoyado. A nuestros profesores de la universidad por inculcarnos los conocimientos adquiridos.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por la vida que nos da cada día, a nuestras esposas e hijos por su amor incondicional, a nuestros padres por sus consejos que sirven como guía en nuestra formación personal y profesional, a nuestro asesor guía por la ayuda en la culminación de nuestra tesis, a nuestros instructores por darnos su tiempo, información y devoción.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
PÁGINA DEL JURADO	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1 ANTECEDENTES.....	4
2.2. BASES TEÓRICAS.....	7
2.2.1. ESTRUCTURA	7
2.2.2. ESTRUCTURACIÓN	7
2.2.3. SISTEMAS ESTRUCTURALES.....	9
2.2.4. PREDIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES.....	9
2.2.5. METRADO DE CARGAS.....	13
2.2.6. ANÁLISIS SÍSMICO.....	14
2.2.7. DISEÑO ESTRUCTURAL.....	15
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.....	18
III. METODOLOGÍA.....	22
3.1. Tipo y diseño de investigación	22
3.1.1. Tipo de investigación	22
3.2.1. Diseño de investigación	22
3.2. Variables y operacionalización.....	23
3.3 Población y muestra.....	24
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	25
3.5. Procedimientos	27
3.6. Método de análisis de datos.....	27
3.7. Aspectos éticos.....	28
IV. RESULTADOS.....	29
4.1. Trabajos preliminares.....	29
4.1.1. Trabajo de campo.....	29

4.1.2. Trabajo de gabinete	29
4.2. Diseño arquitectónico.....	30
4.2.1. Ubicación urbana	30
4.2.2. Descripción de la arquitectura	30
Criterios arquitectónicos para el diseño.....	33
4.3. Estudio de mecánica de suelos.....	33
4.3.1. Trabajo de campo.....	33
4.3.2. Pruebas de ensayos y estudio de laboratorio	33
4.4. Estructuración y predimensionamiento	36
4.4.1. Generalidades.....	36
4.4.2. Criterios de estructuración sismo-resistente	37
4.4.3. Estructuración	38
4.4.4. Predimensionamiento	39
4.5. Análisis por carga de gravedad.....	43
4.5.1. Metrados de cargas	43
4.6. Análisis sísmico.....	45
4.6.1. Análisis sísmico estático	45
4.6.2. Análisis sísmico dinámico	47
4.6.3. Modelamiento estructural.....	49
4.6.4. Resultados y comprobaciones según la norma e030 2018	66
4.7. Diseño de elementos de concreto armado.....	69
4.7.1. Diseño de vigas	69
4.7.2. Diseño de columnas	84
4.7.3. Diseño de placas	89
4.7.4. Diseño de losa aligerada	93
4.7.5. Diseño de escalera	98
4.7.6. Diseño de cimentaciones.....	103
V. DISCUSIÓN	116
VI. CONCLUSIONES	117
VII. RECOMENDACIONES	118
REFERENCIAS	119
ANEXOS	121

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Espesores típicos y luces máximas.....	10
Tabla 2 Dimensiones usuales	11
Tabla 3 Peso promedio de la estructura por Categoría de la Edificación.....	12
Tabla 4 Operacionalización de variable independiente	23
Tabla 5 Clasificación de suelo destinado a Habitación Urbana	34
Tabla 6 Mecánicas del Suelo	35
Tabla 7 Capacidad Portante del Suelo.....	36
Tabla 8 Dimensiones de vigas	40
Tabla 9 Predimensionamiento de Columnas Centrales	41
Tabla 10 Predimensionamiento de Columnas Excéntricas	41
Tabla 11 Predimensionamiento de Columnas Excéntricas	42
Tabla 12 Medidas mínimas de Paso, Contrapaso y ancho mínimo.....	43
Tabla 13 Metrado de Cargas en Losas Aligeradas	44
Tabla 14 Metrado de Cargas en Escaleras	44
Tabla 15 Resultados Generales.....	66
Tabla 16 Periodos Fundamentales de la Estructura.....	67
Tabla 17 Cortante Estático vs Cortante Dinámico.....	67
Tabla 18 Análisis del momento resistente por el acero distribuido.....	75
Tabla 19 Análisis del momento resistente por el acero distribuido.....	79
Tabla 20 Esfuerzos últimos de diseño.....	85
Tabla 21 Verificación de diseño por fuerza cortante en la dirección x-x.....	87
Tabla 22 Verificación de diseño por fuerza cortante en la dirección y-y.....	88
Tabla 23 Cargas P_u y momentos M_u para el diseño de la placa	90
Tabla 24 Esfuerzos últimos de diseño.....	91
Tabla 25 Combinación de Diseño	94
Tabla 26 Distribución de Acero en Losa Aligerada.....	96
Tabla 27 Metrado de Cargas en Escalera – Tramo II.....	98
Tabla 28 Diseño de Acero en Escalera	101

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Visita de Campo.....	28
Figura 2 Ubicación del Terreno	30
Figura 3 Distribución de ambientes 1º Nivel.....	31
Figura 4 Distribución de ambientes del 2º al 4º Nivel.....	32
Figura 5 Espectro de Pseudo-acelreaciones en la Dirección X-X	48
Figura 6 Espectro de Pseudo-acelreaciones en la Dirección X-X	48
Figura 7 Propiedades del Concreto $f'c=210$ kg/cm ²	49
Figura 8 Propiedades del Concreto $f'c=280$ kg/cm ²	51
Figura 9 Propiedades del Acero Corrugado $f_y=4200$ kg/cm ²	52
Figura 10 Diámetros del Acero Corrugado $f_y=4200$ kg/cm ²	52
Figura 11 Definición de secciones de Columnas 25x40 cm	53
Figura 12 Definición de secciones de Columnas 25x50 cm	54
Figura 13 Definición de secciones de Vigas 25x30 cm - Principales.....	54
Figura 14 Definición de secciones de Vigas 25x25 cm – Secundarias	55
Figura 15 Definición de secciones de Vigas 25x20 cm – Chatas.....	55
Figura 16 Definición de secciones de Placas $e=15$ cm	56
Figura 17 Definición de secciones de Placas $e=20$ cm	56
Figura 18 Definición de secciones de Losas $e=20$ cm Dirección X-X	57
Figura 19 Definición de secciones de Losas $e=20$ cm Dirección Y-Y	57
Figura 20 Definición de los Niveles	58
Figura 21 Definición de la Rejilla	58
Figura 22 Modelado de los Elementos Estructurales	59
Figura 23 Espectro de Pseudo-acelreaciones en la Dirección X-X	60
Figura 24 Definición del Sismo Estático X-X.....	60
Figura 25 Definición del Sismo Estático Y-Y	60
Figura 26 Asignación de Cargas Muertas en la Estructura	61
Figura 27 Asignación de Cargas Vivas en la Estructura	61
Figura 28 Definición de Espectro en la Dirección X-X.....	62
Figura 29 Definición de Espectro en la Dirección Y-Y.....	63
Figura 30 Estimación del Peso.....	64
Figura 31 Definición del Caso Modal.....	64

Figura 32 Definición del Sismo Dinámico en la Dirección X-X	65
Figura 33 Definición del Sismo Dinámico en la Dirección Y-Y	65
Figura 34 Deriva Sismo Dinámico Dirección X-X	68
Figura 35 Deriva Sismo Dinámico Dirección Y-Y	69
Figura 36 Diagramas de Momentos Flectores en el pórtico del eje 1.....	70
Figura 37 Diagramas de Fuerzas Cortantes en el pórtico del eje 1.....	71
Figura 38 Diagrama de Momento Flector de Viga Principal	72
Figura 39 Distribución de Acero en viga Principal.....	74
Figura 40 Análisis de los puntos teóricos para el corte de acero	75
Figura 41 Diagrama de Momento Flector de Viga Secundaria.....	76
Figura 42 Distribución de Acero en viga Secundaria.....	78
Figura 43 Análisis de los puntos teóricos para el corte de acero	79
Figura 44 Diagrama de Fuerzas Cortantes	80
Figura 45 Diagrama de cortantes hiperestáticos e isostáticos de la viga (izquierdo)	81
Figura 46 Diagrama de cortantes hiperestáticos e isostáticos de la viga (derecho)	81
Figura 47 Diagrama de la resultante por ductilidad en la viga.....	82
Figura 48 Diagrama de fuerzas cortantes para el diseño de la viga.....	82
Figura 49 Modelado de COL-40x25	84
Figura 50 Diagrama de interacción en dirección X-X	86
Figura 51 Diagrama de interacción en dirección Y-Y	86
Figura 52 Placa en L	89
Figura 53 Diagrama de interacción en x-x (P-M33).....	91
Figura 54 Diagrama de interacción en y-y (P-M22).....	92
Figura 55 Modelamiento y diseño de placa en L.....	92
Figura 56 Planta de losa aligerada típica	93
Figura 57 Figura: Diagrama de Fuerza Cortante (ton)	94
Figura 58 Figura: Diagrama de Momento Flector (ton-m)	94
Figura 59 Diagrama de Combinación de Diseño (ton-m)	94
Figura 60 Acero requerido para losa de diseño (cm)	95
Figura 61 Diagrama de Cortantes de la combinación de Diseño (kg).....	97
Figura 62 Metrado de cargas	99

Figura 63 Diagrama de Momentos de la Combinación de diseño (ton.m).....	99
Figura 64 Acero requerido para escalera de diseño (cm) – Tramo II	100
Figura 65 Distribución de acero longitudinal y transversal en escalera (Tramo-II)	102
Figura 66 Definición del Concreto $f'c=210$ kg/cm ²	104
Figura 67 Definición del Acero Corrugado grado 60 $f_y=4200$ kg/cm ²	104
Figura 68 Diámetros del Acero Corrugado $f_y=4200$ kg/cm ²	105
Figura 69 Definición de Espesor de Zapata de 50 cm.....	106
Figura 70 Definición de Viga de Cimentación de 25x50 cm	106
Figura 71 Definición del Suelo para Zapatas.....	107
Figura 72 Definición del Suelo para Vigas de Cimentación.....	108
Figura 73 Presiones Máximas sobre el Suelo	109
Figura 74 Asentamientos Máximos sobre el Suelo	110
Figura 75 Comprobación por Punzonamiento	111
Figura 76 Momentos Flectores en Zapatas	112
Figura 77 Momentos Flectores en Vigas de Cimentación	113
Figura 78 Diseño de Acero en Zapatas.....	114
Figura 79 Diseño de Acero en Vigas de Cimentación	115

RESUMEN

Nuestro trabajo de investigación Diseño Estructural de una Vivienda Multifamiliar de 4 pisos en la Urbanización Alto Piura, distrito de Veintiséis de Octubre – Piura, tuvo la finalidad principal realizar el diseño estructural de una vivienda multifamiliar de 4 pisos en la Urbanización Alto Piura, distrito de Veintiséis de octubre – Piura; en este trabajo se ha considerado el análisis de mecánica de suelos donde se determinó la capacidad portante del suelo, se realizó el diseño arquitectónico y la estructuración, posteriormente se hizo el modelamiento, examen sísmico estático y dinámico de la edificación para así poder diseñar los elementos estructurales y la cimentación que se reflejan en los planos de estructuras. Para ello se utilizaron software como AutoCAD 2019, ETABS 19, CsiCol V9.0.1., SAFE 2016 y Hojas de Excel. El tipo de investigación empleada es aplicada, de diseño no experimental descriptivo.

En nuestro país, el incremento poblacional ha generado un aumento notable de la demanda de construcciones en el sector vivienda, tal es el caso de la zona en estudio, donde el área a construir es cada vez más reducida. Es por ese motivo, que nosotros planteamos en el proyecto de investigación la necesidad de realizar el diseño estructural de una vivienda multifamiliar de 04 pisos con una buena distribución arquitectónica y un buen calculo estructural que garantice el correcto comportamiento ante un eventual sismo, además de cumplir con las especificaciones y parámetros establecidos en nuestro Reglamento Nacional de Edificaciones.

Palabras Clave: Diseño, estructura, multifamiliar, vivienda.

ABSTRACT

Our research work Structural Design of a 4-story Multifamily House in the Alto Piura Urbanization, district of Veintiséis de Octubre - Piura, had the main purpose of carrying out the structural design of a 4-story multifamily house in the Alto Piura Urbanization, district of Veintiséis de Octubre - Piura; This work has considered the analysis of soil mechanics where the bearing capacity of the soil was determined, the architectural design and structuring was carried out, then the modeling, static and dynamic seismic examination of the building was done in order to design the structural elements and the foundation that are reflected in the structural plans. For this purpose, software such as AutoCAD 2019, ETABS 19, CsiCol V9.0.1, SAFE 2016 and Excel sheets were used. The type of research used is applied, descriptive non-experimental design.

In our country, the population increase has generated a significant increase in the demand for construction in the housing sector, such is the case of the area under study, where the area to be built is increasingly reduced. It is for this reason that we propose in the research project the need to carry out the structural design of an 04-story multifamily house with a good architectural distribution and a good structural calculation that guarantees the correct behavior in the event of an earthquake, in addition to complying with the specifications and parameters established in our National Building Regulations.

Keywords: Design, structure, multifamily, housing.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente, uno de los problemas más comunes a nivel internacional es el incremento de la población de manera progresiva por una falta de política demográfica que permita concientizar al ser humano y evitar una sobrepoblación. Nuestro planeta sólo puede ofrecer una calidad de vida que ofrece un bienestar social a dos mil millones de personas. Con ocho a diez mil millones de personas el bienestar de la población mundial se vería afectada la calidad de vida y eso implica no sólo alimentación y salud, sino también al espacio o territorio donde habitar. Por lo tanto, se originará un impacto en las sociedades que pondrá en riesgo la calidad habitacional debido al crecimiento demográfico acelerado. Es allí donde el sector de la construcción de la mano con la ingeniería tiene que intervenir para crear y ampliar viviendas, edificios multifamiliares entre otras infraestructuras que garanticen un buen servicio no sólo para que tengan una mejor calidad de vida sino también una seguridad de la misma.

En nuestro país, el incremento poblacional ha generado un aumento notable de la demanda de construcciones en el sector vivienda, tal es el caso de nuestra capital y provincias ubicadas en la zona de la costa, donde el área a construir es cada vez más reducida. Es por ese motivo, que surge la necesidad de construir viviendas multifamiliares con una buena distribución arquitectónica y un buen diseño estructural que garanticen el correcto comportamiento ante un eventual sismo, además para aprovechar eficientemente las áreas a construir.

La rama de ingeniería civil nos ofrece un conjunto de herramientas y recursos técnicos que nos ayudan hacer construcciones de viviendas que no solo nos permiten hacer más rápidos los procedimientos de cálculo, sino que también nos ayudan a que estos sean más precisos. Por esta razón dentro de estas edificaciones existen una variedad de sistemas como son: sistemas aporricados, de muros estructurales, método dual de muros de ductilidad limitada, entre otros; los cuales se diseñan siguiendo los parámetros y normas establecidas con la finalidad de que estas edificaciones tengan un grado de seguridad de acuerdo a los parámetros que apuntan a la continuación de la edificación, evitando la pérdida de vidas humanas y minimizando los posibles daños a la propiedad, ante un evento

sísmico y que también sean económicas al momento de construir sin sobredimensionar los elementos estructurales.

Es allí donde surge la necesidad de diseñar la vivienda multifamiliar sísmo resistente, en la Urbanización Alto Piura en la localidad de Piura ubicada en la zona 4 (zona de alto riesgo sísmico). Para ello se requiere aplicar los parámetros y normas sísmo resistente establecidas con el fin de reducir el efecto sísmico y la edificación no colapse ni mucho menos ocasione daños a la salud de las personas.

Con lo anterior dicho se formularon la siguiente preguntas de investigación como problema general: ¿Cómo es el Diseño Estructural de una Vivienda Multifamiliar de 4 pisos en la Urbanización Alto Piura, distrito de Veintiséis de octubre – Piura?; como problemas específicos: ¿Cómo es el diseño arquitectónico de una vivienda multifamiliar de 4 pisos en la Urbanización Alto Piura, distrito de Veintiséis de Octubre – Piura?, posteriormente ¿Qué dimensiones iniciales tendrán los elementos estructurales de una vivienda multifamiliar de 4 pisos en la Urbanización Alto Piura, distrito de Veintiséis de octubre – Piura?, seguido de ¿Cómo se analiza la estructura de una vivienda multifamiliar de 4 pisos en la Urbanización Alto Piura, distrito de Veintiséis de octubre – Piura?, luego ¿Cómo se comprueba el diseño sismorresistente de una vivienda multifamiliar de 4 pisos en la Urbanización Alto Piura, distrito de Veintiséis de octubre – Piura?, finalmente ¿Cuál es el diseño de los elementos estructurales de una vivienda multifamiliar de 4 pisos en la Urbanización Alto Piura, distrito de Veintiséis de octubre – Piura?.

Para los problemas mencionados tenemos como objetivo general: Realizar el diseño estructural de una vivienda multifamiliar de 4 pisos en la Urbanización Alto Piura, distrito de Veintiséis de octubre – Piura; como objetivos específicos: Realizar la distribución arquitectónica de una vivienda multifamiliar de 4 pisos en la Urbanización Alto Piura, distrito de Veintiséis de octubre – Piura; posteriormente Realizar la estructuración y el pre dimensionamiento de los elementos estructurales de una vivienda multifamiliar de 4 pisos en la Urbanización Alto Piura, distrito de Veintiséis de octubre – Piura; Seguido de Modelar y Analizar la estructura de una vivienda multifamiliar de 4 pisos en la Urbanización Alto Piura, distrito de Veintiséis de octubre – Piura, con el programa Etabs; Luego Realizar el análisis sísmico de

una vivienda multifamiliar de 4 pisos en la Urbanización Alto Piura, distrito de Veintiséis de octubre – Piura; finalmente Diseñar los elementos estructurales de una vivienda multifamiliar de 4 pisos en la Urbanización Alto Piura, distrito de Veintiséis de octubre – Piura.

En gran parte del Territorio Peruano la informalidad en la construcción es frecuente, esto se da recurrentemente en zonas donde población tiene escasos recursos, por lo cual recurren a procedimientos autoconstructivos, o a la mano de obra no especialista, lo cual ocasiona la presencia de viviendas con alta vulnerabilidad.

Las Viviendas Multifamiliares resultan ser beneficiosas para familias con escasos recursos, que no pueden acceder a una vivienda digna y un adecuado diseño, respetando la normatividad vigente en el país, en diversos casos las familias no crean diseños adecuados para sus domicilios, hacen usos de planos y expedientes usados en otras partes del Perú; sin respetar los cálculos que respalden su diseño, a su vez las personas hacen uso de cantidades de materiales de acuerdo a su criterio, o de acuerdo a sus posibilidades, lo que incrementa la vulnerabilidad de las viviendas, aunque aparentemente parecieran seguras, terminan no cumpliendo las normas técnicas dadas por el sector.

En este sentido la presente investigación es necesaria en cuanto nos permite realizar el diseño de una vivienda de tipo multifamiliar que cuenta con un adecuado diseño, respetando la normatividad técnica del país, este diseño permitirá a cuatro familias del distrito Veintiséis de Octubre y las familias de Piura logren tener un modelo de vivienda segura para la satisfacción de las necesidades básicas, mejorando significativamente su calidad de vida; a su vez el diseño permitirá ser base para que otras entidades técnicas presenten planes con diseños adecuados a la realidad disminuyendo la vulnerabilidad.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES

Con lo mencionado precedentemente se ha inquirido con los siguientes antecedentes Internacionales, Nacionales y Locales:

Pantoja (2017), en la tesis de la Universidad san Francisco de Quito denominada Disposición fundacional de la Vivienda de Interés Social (VIS) para el proyecto de alojamiento "San Sebastián", tuvo como objetivo el de hacer un diseño de tipo estructural en acero para viviendas de interés social, que arroja que el diseño de la vivienda cumple los requisitos mínimos para las estructuras de acero.

Rincón (2015), en su trabajo de tesis Diseño Estructural Vivienda Multifamiliar el Triunfo, establece el objetivo de hacer un diseño lineal de un inmueble de 12 pisos, emplazado en una zona de alta riesgo sísmico para lo cual hace uso de un sistema de resistencia sísmica con muros de concreto reforzado todo ello adecuado a la normatividad del estado Colombia en su código de construcción sismo resistente NSR-10. Como resultado obtiene que tanto los cálculos realizados manualmente como por computador se asemejan, llegando a la conclusión que los procedimientos se adecuan a las especificaciones ASCE 41-13.

García et al. (2015), en la Universidad Católica de Colombia, realizó el Proyecto de modelo subyacente para la construcción de un centro comunitario para el desarrollo de proyectos productivos en el sector de la Comuna 4 de Soacha., en la cual realizó diseños adecuados para cumplir con los lineamientos exigidos por la normatividad para un centro comunitario para el municipio de Soacha Altos de Cazuca que se caracteriza por ser una comunidad de insuficientes recursos, el municipio es conocido por la predominancia de la delincuencia y escaso nivel educativo de la población, como resultado, se descubrió que, de acuerdo con la norma NSR 10, el tipo de forma que debe utilizarse es la de pórticos de hormigón armado con ligera capacidad de disipación de energía (DMO).

Flores y Valdivia (2018), en la propuesta de la Pontificia Universidad Católica del Perú denominada Diseño Estructural de un Hotel de Hormigón Armado, trataron de realizar la investigación y el plan de componentes de ordenación subyacente para una estructura proyectada para la inclinación del alojamiento que se encuentra en la zona de Miraflores en la ciudad de Lima, por lo que debe seguir las normas de los lineamientos y los prerrequisitos del Reglamento Nacional de Edificación del país. Por lo tanto, vieron que los flotadores de la sección del piso en la dirección Y-Y fueron ampliamente disminuidos. Con respecto a la dirección X-X, se vio que el plan al tomar un número más prominente de casquillos potenciales con los componentes de las secciones y ejes para no impedir la ingeniería impulsa flotadores altos llegando prácticamente a la restricción de lo que se demuestra en la norma de 2016. Hay que notar que, para la norma de 2018, al haberse alterado el componente de cambio a flotadores inelásticos, estos flotadores estaban más alejados de lo posible.

Huayllani (2019), en la tesis de la Pontificia Universidad Católica del Perú denominada esbozo de un Edificio Educativo de Cinco Pisos de Concreto Armado, tuvo como finalidad el de realizar el análisis y el diseño a nivel estructural con concreto armado para la ampliación de un centro educativo con un edificio de cinco pisos de aulas, como resultados se observó que las derivas inelásticas realizadas mediante cálculo no exceden lo permitido (7‰) que se encuentra determinado en la NTE E.030. Además, se afirma que de acuerdo con los resultados no se halló una torsional irregular esto debido a que los factores torsionales tienen un valor menor a 1.20. Como resultados se afirma que la edificación cumple de manera adecuada con lo establecido para el tipo de estructura de centro educativo.

Obeso (2020), en su propuesta sobre la Universidad Cesar Vallejo denominada "Trazado de cimentación en cemento fortificado de una casa multifamiliar de 8 pisos en la región de Víctor Larco Herrera - Trujillo", anexó la explicación de la planificación de una casa multifamiliar de 8 pisos con hormigón armado puesto dentro del predio de Víctor Larco Herrera - Trujillo. Los impactos muestran que durante todas las reglas de movimiento las calidades están de acuerdo con la NTE E.030 para la evaluación de seguridad sísmica.

Vences y Ubillús (2019), en la tesis de la Universidad Nacional de Piura denominada Diseño de Módulo Para Vivienda de Interés Social en la Habilitación Urbana San Martín de Porres, Castilla - Piura. 2019, demuestra la finalidad de realizar el diseño de un módulo para domicilios de interés social, teniendo como resultados que a nivel de configuración arquitectura demostrar cumplir lo requerido por la norma técnica A.010 para las condiciones generales de diseño, además de las dadas en la norma técnica A.020 de vivienda, el diseño de vivienda tiene una adecuada simetría en sus muros de albañearía para ambos ejes estructurales, concluyendo también que la simetría es esencial para el adecuado comportamiento de la estructura frente al riesgo de sísmico, además se permite mejorar los costos para la edificación.

Jiménez (2018), en la tesis de la Universidad Nacional de Piura denominada Elaboración del Proyecto de Una Vivienda Multifamiliar de Cinco Niveles Con Sistema Dual de Pórticos Y Placas de Concreto Armado en la Provincia de Sullana, la finalidad del estudio fue el de realizar el diseño con un sistema doble de pórticos con placas de concreto para una vivienda multifamiliar que cuenta con cinco niveles, el resultado hallado muestra que a nivel de la configuración estructural diseñada a partir de los pórticos y placas de concreto armado es ideal, puesto que a nivel bidireccional se separará el control de las derivaciones de entrepiso, con valores máximos de 0.0067 para el estudio sísmico estático y 0.0067 en el estudio dinámico, estos rangos se adecuan de manera estándar con lo establecido en la norma E. 030 de diseño sismo resistente en su vertiente hormigón armado..

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. ESTRUCTURA

La estructura es un conglomerado de elementos de tipo resistente, los cuales actúan entre sí con la finalidad de mantener el equilibrio al soportar las cargas o fuerzas que actúan sobre ella logrando compensarse de manera adecuada (Delgado 2011, p.22).

2.2.2. ESTRUCTURACIÓN

Blanco (2011), al hablar de la estructuración nos dice que la estructura debe ser contener simplicidad y ser viable de tal modo que se permita en el análisis sismorresistente tienda a parecerse a lo real, recomienda para ello seguir los siguientes criterios:

A. Simplicidad y simetría

Que tiene la finalidad de beneficiar el adecuado comportamiento estructural ante la ocurrencia de un sismo, esto ocasiona que se pueda predecir la actuación con un mejor grado de exactitud ya que la simetría reduce los efectos de torsión.

B. Resistencia y ductilidad

Este rasgo apunta a que los muros portantes reaccionen de manera adecuada frente a un sismo llegando a soportarlo.

La ductilidad apunta a que aquellos muros portantes a nivel bidireccional logren un desplazamiento adecuado a la normatividad, llegando a que no se requiera mayor ductilidad tal como se presenta en otros sistemas.

C. Hiperestaticidad y monolitismo

La hiperestaticidad y monolitismo se refiera a la manera en que los elementos de construcción se encuentran acoplados entre sí, dando un comportamiento único, esto genera que la estructura actúe como si fuera un solo bloque.

D. Continuidad y uniformidad

Se refiere a que en el diseño los elementos pertenecientes a la edificación cuenten con las mismas dimensiones en cada nivel, llegando a ser uniformes y teniendo la continuidad adecuada.

E. Rigidez lateral

Se refiere a que en el diseño debe tenerse en cuenta que los elementos estructurales favorezcan con la rigidez lateral bidireccional, esto para que se puedan resistir de manera adecuada las fuerzas que actúen de manera horizontal sin que esto ocasione desplazamientos considerables.

F. Losas que como una unidad de diafragma rígido.

En la estructura se debe considerar a las losas como sistemas rígidos, con la finalidad de que cuando actúen las fuerzas sísmicas estas se distribuyan conforme a la rigidez y las partes estructurales de un mismo nivel, además de sí se presentase falta de torsión permitiría la existencia de una misma deformación de lado.

G. Influencia de los elementos no estructurales.

Hacer referencia a los elementos de tabiquería que poseen una menor rigidez en comparación con los tabiques de concreto armado que actúan en de manera bireccional.

2.2.3. SISTEMAS ESTRUCTURALES

La Norma E. 030 (2018), nos menciona que son aquellos elementos que están conformados por concreto armado y que son parte del sistema sismorresistente y van a cumplir con los requisitos de esta.

2.2.3.1. Pórticos

Norma E. 030 (2018), nos menciona que al menos el 80% de la fuerza base cortante debe actuar en las columnas para ser consideradas como un sistema estructural aporticado.

2.2.3.2. Muros estructurales

Son sistemas de muros estructurales en cuya resistencia sísmica actúa al menos el 70% de las fuerzas cortantes en la base (Norma E. 030, 2018).

2.2.3.3. Dual

Norma E. 030 (2018), se refiere a la composición entre los pórticos y los muros estructurales, en cuyo actuar los muros soportan entre el 20% y el 70% de la impulso cortante en la base del edificio.

2.2.3.4. Ductilidad limitada

Son aquellos edificios que poseen la característica de poseer muros delgados con concreto armado y sobre los cuales se descargan las cargas de gravedad, teniendo la acción de resistir la acción de las fuerzas horizontales en caso de sismo, por lo general en este tipo de edificación las lozas son apoyadas en los muros delgados. Norma E. 030 (2018),

2.2.4. PREDIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES

2.2.4.1. Para losas aligeradas

Delgado (2011), nos dice que el predimensionamiento de peraltes mínimos en los que no se verifiquen deflexiones tenemos que tener en cuenta que; para losas

aligeradas que se tienen que estar formadas por vigueta de 10 cm de ancho, los ladrillos en bloques de 30 cm de ancho y las losas con 5cm para la superior; las sobrecargas deben ser menores a 300Kg/m² y por último las luces deben ser menores a 7.50, en el caso de cumplir con:

$$h \geq \frac{l}{25}$$

Para el caso de las lozas de tipo macizo y continuo cuyas sobrecargas sean menores a los 7.50 m, se deberá cumplir lo siguiente:

$$h \geq \frac{l}{30}$$

Blanco (2011), no menciona que en el Perú utilizamos de manera frecuente los espesores que se presentan en la Tabla 1, menciona también el peso que deben soportar, se toma en cuenta que los pesos de sobrecargas son de hasta 300 kg/m², también se debe tener en cuenta que hay carencia de cargas concentradas que vengan, por ejemplo, de tabiques de tipo no estructural.

Tabla 1

Espesores típicos y luces máximas

Altura h (m)	Peso adecuado (aproximado)	Luces máximas adecuadas
0,17	280 kg/m ²	Ln ≤ 4.0 m
0,20	300 kg/m ²	4.0 ≤ Ln ≤ 5.5 m
0,25	350 kg/m ²	5.0 ≤ Ln ≤ 6.5 m
0,30	420 kg/m ²	6.0 ≤ Ln ≤ 7.5 m

Fuente: Elaboración Propia

2.2.4.2. Predimensionamiento de vigas

Blanco (2011), no recuerda que de manera general para el dimensionamiento de vigas debemos tener en cuenta un peralte que oscile entre 1/10 a 1/12 para efectos de luz libre, teniendo en cuenta el espesor propio que posee la losa de techo o piso. Mientras que para el ancho de vigas estas varían entre 0.3h a 0.5h, se considera que para el ancho mínimo debe ser de hasta 25cm, para estructuras que sean parte de pórticos o que contengan elementos de tipo sismo-resistente. Para ello a continuación presentamos las dimensiones de

vigas más usuales:

Tabla 2

Dimensiones usuales

Luces máximas recomendadas	Dimensiones (bxh)
$L_n \leq 5.5 \text{ m}$	25x50, 30x50 cm
$L_n \leq 6.5 \text{ m}$	25x60, 30x60, 40x60 cm
$L_n \leq 7.5 \text{ m}$	25x70, 30x70, 40x70, 50x70 cm
$L_n \leq 8.5 \text{ m}$	30x75, 40x75, 30x80, 40x80 cm
$L_n \leq 9.5 \text{ m}$	30x85, 30x90, 40x85, 40x90 cm

Fuente: Blanco (2011)

2.2.4.3. Predimensionamiento de columnas

Blanco (2011), menciona que las columnas al estar expuestas a cargas de tipo axial y a momentos flectores deben ser dimensionadas, teniendo en cuenta que los efectos se dan de manera simultánea, considerando para ello cuál de ambos efectos tiene una mayor influencia sobre el dimensionamiento.

Debemos tener en cuenta a las cargas y momentos que se van a producir por efectos de la gravedad y las cargas horizontales que pueda generar el sismo.

Nos menciona que para edificios cuyos muros sean de corte bidireccional (columnas centrales), el área se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Área de col.} = \frac{P(\text{servicio})}{0.45f'_c}$$

En el caso del mismo tipo de edificación, las dimensiones de las columnas cuyas cargas axiales sean menores, como se da en el caso de los exteriores o esquineras (columnas excéntricas y esquinadas), su área es igual a:

$$\text{Área de col.} = \frac{P(\text{servicio})}{0.35f'c}$$

Para el cálculo de la pila P, la técnica se adquiere estimando las pilas en ayuda que serán impactadas en la construcción, y deben ser incrementadas por la región alimentadora del segmento, que así se duplica adicionalmente por la cantidad de pisos accesibles.

Tenemos que tomar en cuenta el promedio de carga a ser considerara durante el predimensionamiento, tal como lo señala Villareal (2015), en la siguiente tabla adaptada por Mayhua (2018)

Tabla 3

Peso medio de la Categoría de la Edificación de acuerdo a su estructura

CATEGORÍA (E030-TABLA N°5)	PESO (P)
A.	1 500 kg/m ²
B.	1 250 kg/m ²
C.	1 000 kg/m ²
D.	1 000 kg/m ²

Fuente: Mayhua (2018)

2.2.4.4. Para placas o muros de concreto

Blanco (2011), hace mención que es complejo realizar un dimensionamiento adecuado para las placas ya que tienen la función de hacer frente a las fuerzas que provienen del sismo, en este sentido cuanto mayor son dichas esas fuerzas, más será el valor del porcentaje para tener en cuenta del cortante sísmico total generando alivio para los pórticos.

Las dimensiones de las placas deben de tener un ancho pequeño de hasta 10 cm. de espesor en edificios que contengan pocos pisos, o de 20 cm., 25 cm., 30 cm., de acuerdo con la cantidad de pisos y las características de densidad de estos.

Para la evaluación final de la longitud que debe contener la placas, esta deber

ser realizada luego de hecho el análisis sísmico apuntando a la rigidez lateral para ambas direcciones.

2.2.5. METRADO DE CARGAS

San Bartolomé (1998), nos menciona que es una habilidad mediante la cual se calculan las cargas que actúan en las diversas partes estructurales que conforman la edificación, el proceso es aproximado debido a que usualmente se desprecia los efectos que generan los momentos flectores, a no ser que sean significativos.

2.2.5.1. Tipos de carga

Existen dos tipos de cargas o solicitaciones que deben ser tomados en cuenta; las Cargas de tipo estático (carga muerta y carga viva) y la carga de tipo dinámicas (Cargas de sismo), que serán descritas a continuación:

2.2.5.1.1. Cargas Estáticas

San Bartolomé (1998), nos menciona que son las cargas que ejercen su efecto encima de la estructura de manera lenta, ocasionando que se encuentren valores al máximo al tener los esfuerzos y deformaciones; las cargas o solicitaciones de las que venimos hablando no generan vibraciones grandes en la estructura, los podemos clasificar en:

Cargas Permanentes o Muertas: consideramos como carga muerta a aquellas cargas de tipo fijo de carácter gravitacional, esto es aquellas que son afectadas por el propio peso de la estructura (los materiales que la componen, aparatos de servicios, diversa maquinaria, los ladrillos y otros elementos que serán sostenidos por el edificio)

Cargas Vivas: Son consideradas cargas vivas a aquellas cargas de tipo gravitacional que poseen un carácter movable, tales como son las cargas de los habitantes, los componentes, algunas maquinarias, el mobiliario entre otros que son móviles.

2.2.5.1.2. Cargas Dinámicas

San Bartolomé (1998), considera a estas cargas como las que cuya dimensión, sentido y magnitud varían conforme transcurre el tiempo, generando que los esfuerzos que surgen junto a los desplazamientos y que afectan a la estructura de la edificación función del tiempo (variación), subrayando que cuando se produce la reacción subyacente más extrema, no coincide realmente con la mayor solicitud. A continuación, se pueden delegar las cargas dinámicas:

Vibraciones ocasionadas por la actividad de la maquinaria, el viento que es considerado como un fluido en movimiento constantes, los sismos que a través de las ondas sísmicas generan aceleraciones y por último las cargas impulsivas, que son de corta duración debido a su naturaleza (explosiones).

2.2.6. ANÁLISIS SÍSMICO

La Norma E. 030 (2018), indica la prioridad de realizar un análisis sísmico para la estructura, como razón de que el Perú está en zona de riesgo sísmico, encontrándose una mayor magnitud en la zona costa del país; también logra la clasificación del nivel de los sismos en cuanto leves, moderados y severos. Nos indica los siguientes componentes para realizar el análisis sísmico.

2.2.6.1. Análisis Estático

De acuerdo con la Norma E. 030 (2018), la evaluación estática está representada por las cargas o solicitudes de tipo sísmico que van a interactuar en los centros de masa de cada horizonte de la edificación mediante las fuerzas propias de estas. La fuerza cortante en la asiento del edificio es calculada de acuerdo a la expresión.

$$V = \frac{Z.U.C.S}{R} \cdot P$$

Donde:

Z = Factor de zona

S = Factor de Sitio

Tp = Período Límite

TL = Período de inicio.

C = Factor de expansión sísmica.

U = Coeficiente de uso (Categoría de la Edificación)

R=Coeficiente de disminución.

P=Peso del edificio.

2.2.6.2. Análisis Dinámico

De acuerdo con la Norma E. 030 (2018), para realizar el diseño de una estructural esta se hace mediante el análisis de combinación modal espectral, esto es de acuerdo al espectro de aceleraciones que van a ser calculadas a partir de la siguiente expresión:

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

Donde:

g = aceleración de la gravedad

2.2.7. DISEÑO ESTRUCTURAL

Menciona que para realizar el diseño de los componentes de la estructura usualmente es tomamos en cuenta la metodología de esbozo por resistencia, en la cual la resistencia por sección tendrá a ser mayor que la combinación por factores de ampliación de las cargas internas. Para dichas combinaciones se usan 5 tipos de acuerdo a la norma E.060

1.4 C.M. + 1.7 C.V.

1.25 (C.M. + C.V.) ± S.X

1.25 (C.M. + C.V.) ± S.Y.

0.9 C.M. ± S.X.

0.9 C.M. ± S.Y.

2.2.7.1. Diseño de acuerdo con la flexión

La Norma E. 020 (2006), semana que para los elementos cuyos esfuerzos de flexión considerable y de la fuerza axial pequeño se usan diseños por flexión. Los componentes considerados dentro de este tipo de esquema están los aligerados, las vigas peraltadas, las losas macizas, los travesaños de cimiento, los puntales chatos, zapatas y los muros de sujeción.

Para calcular la resistencia nominal a la flexión (M_n), contamos con la siguiente fórmula.

$$M_n = A_s * f_y * (d - a/2)$$

$$a = \frac{A * f}{0.85 * f'c * b}$$

A_s = Acero

f_y = Esfuerzo del acero en fluencia

b = ancho para el bloque en compresiones

d = peralte efectivo para la sección

2.2.7.2. Diseño de acuerdo con el corte

La norma E. 060 (2009), menciona que todos aquellos elementos estructurales de la edificación deben ser diseñados por cortes, recordando que las fuerzas de corte son aquellas fuerzas de efecto transversal a la dirección del elemento o al plano en el que se encuentre, son aquellas que son sostenidas por la acción del concreto presente para la sección del componente, y en caso de existir un refuerzo transversal de acero para el elemento este también lo soporta. Para el diseño por corte, como para al diseño por flexión tendremos en cuenta el método de resistencia que se expresa de la siguiente manera.

$$V_u \leq \phi V_n$$

$$V_u \leq \phi (V_c + V_s)$$

En este caso el valor de ϕ es 0.85.

2.2.7.3. Diseño por flexo compresión

Moyano (2016), menciona que cuando analizamos una sección con distribución de acero sometidas a esfuerzos de flexo-compresión encontramos en ella diversas capacidades de momento y cargas de tipo axial, de acuerdo con la ubicación del eje neutro. Al ejecutar este método en reiteradas ocasiones haciendo la variación del eje, y logrando unir los pares de valores encontrados se logra ubicar la denominada curva de resistencias de tipo nominal M_n vs P_n , que son conocidas con el nombre de diagrama de interacción.

Otazzi (2014), menciona que la resistencia en tensión pura, que aparece en la ecuación líneas abajo, ocasionalmente se podrá lograr, esto ya que siempre aparece un momento flecto que este asociado a la carga axial, que se puede originar a su vez en el desalineamiento vertical de la columna, o también por el desalineamiento del refuerzo vertical, o la falta de uniformidad que se puede presentar en el concreto, la aparición de momentos de desequilibrio en los nudos resultantes de las vigas, etc.

Al considerar todo esto la Norma establece el valor máximo de carga para cuando se produce la falla en la compresión en los siguientes valores:

Columnas con estribos: ($\alpha = 0.80$, $\phi = 0.70$)

$$P_n \text{ máx} = 0.80P_o$$

$$P_u \text{ máx} = \phi 0.80P_o = \phi 0.80[0.85f'_c (A_g - A_{st}) + f_y A_{st}]$$

Columnas con espirales: ($\alpha = 0.85$, $\phi = 0.75$)

$$P_n \text{ máx} = 0,85P_o$$

$$P_u \text{ máx} = \phi 0.85P_o = \phi 0.85[0.85f'c (A_g - A_{st}) + f_y A_{st}]$$

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

Conforme a lo realizado en la presente investigación procedemos a definir los términos usados:

Cargas: son fuerzas o un conjunto de estas que van a actuar sobre una estructura o elementos estructurales, podemos encontrar tres tipos:

Cargas muertas o permanentes: consideramos dentro de estas a las que se deben al su propio peso, tal como el de la estructura resistente y aquellos elementos no estructurales permanentes.

Cargas vivas o sobre cargas de servicio: Son cargas de tipo móvil que pueden aparecer o no (muebles, personas, etc.). se calcula considerando el uso que se le dará a la edificación.

Cargas ocasionales: consideramos dentro de esta a las cargas que se mantienen de manera ocasional (viento, nieve, sismo, otros), que tiene una dirección y sentido que determinan la manera en que los esfuerzos se harán presentes.

Cimentación: se entiende dentro de este al conjunto de los componentes estructurales que tienen como objetivo el de transmitir las cargas de la edificación sobre el suelo de su fundación.

Compresión: se entiende compresión como el efecto que ejercen las fuerzas en direcciones opuestas sobre los cuerpos ocasionando que se compriman, es ahí donde surge el esfuerzo por compresión.

Corte: se considera corte al momento en que dos fuerzas paralelas próximas y con sentidos someten al cuerpo a su acción, ocasionando un esfuerzo de corte o cizallamiento.

Deriva: se entiende por deriva a la relación que encontramos cuando el desplazamiento lateral es máximo y la dividimos por la altura que tiene el entrepiso, hallando de esta manera si la derivas se encuentran dentro de la reglamentación sismorresistente.

Ductilidad: propiedad por la cual encontramos la posibilidad de que una estructura o partes estructurales de la misma, sean capaces soportar deformaciones que vayan más allá del límite elástico, sin lograr el disminuir su resistencia o el grado de rigidez de manera significativa.

Estado Límite de Servicio: se considera a un inadecuado uso de la edificación sometiéndolo a sobre cargas de servicio pudiendo generar una falla estructural que podría ocasionar la pérdida de vidas humanas, estas fuerzas son las siguientes las deflexiones excesivas, las fisuras excesivas, la corrosión que se pueda dar en la armadura de refuerzo y las vibraciones.

Estado Límite Último: hace referencia al posible colapso total o parcial de la edificación, siendo un estado límite su probabilidad debe ser muy baja, debido a que en caso de ocurrencia se puede ocasionar la pérdida de vidas humanas y pérdidas a nivel económico, las que más se presentan el agotamiento, el progresivo colapso, la inestabilidad estructural o fatiga.

Flexión: ocurre por el actuar de las diversas fuerzas que tienden a curvar el cuerpo, en este sentido un cuerpo flexionado posee tracción en un área determinada y compresión en la otra.

Fuerza: se entiende como la causalidad física capaz de alterar el estado de quietud o movimiento de un cuerpo, resaltando que al aplicarse la fuerza al

cuerpo esta genera otra fuerza igual con un sentido contrario a la que denominamos reacción.

Intensidad: Son aquellas consecuencias que tienen las ondas sísmicas sobre la superficie terrestre luego de ocurrido el evento, es medida por la escala de intensidad de Mercali Modificada.

Losa: es un elemento o componente estructural que posibilita la existencia de los pisos y a su vez de los techos en el edificio, la losa puede estar colocada en dos direcciones o en una, el trabajo que realiza es el diafragma rígido, ya que se mantiene su unidad estructural frente a las cargas horizontales que ocasiona el sismo.

Magnitud: hace referencia a la cantidad de energía que se liberará una vez se dé la ocurrencia del sismo, para su medición usualmente se hace uso de la escala de Richter.

Muro de Corte: son placas o muros que tienen la función de recibir las cargas horizontales que son paralelas a las caras del muro, son las que ocasionan esfuerzos cortantes importantes sobre la estructura.

Norma Técnica de Edificación E.020: Norma Técnica Peruana, cuya finalidad es la de establecer las cargas mínimas en condiciones de servicio.

Norma Técnica de Edificación E.030: Norma por la cual el estado peruano establece los criterios mínimos para el Diseño Sismorresistente de las edificaciones.

Norma Técnica de Edificación E.060: Por medio de esta norma se fijan los requisitos y exigencias de tipo mínimo que deben ser usadas en el análisis, los diseños, las materias, el procedimiento de construcción, el control de calidad y la manera de supervisar las estructuras que contengan concreto

armado, preforzado y simple.

Norma Técnica de Edificación E.070: Mediante esta norma se establecen los requisitos mínimos y consideraciones a tener en cuenta en el análisis, el accionar durante el diseño, las materias, la forma de construir, el control de calidad y las inspecciones que se deben tener presentes en las edificaciones de albañilería, las cuales se encuentren con estructuras de muros confinados y muros armados.

Tracción: hace referencia al esfuerzo al que es sometido un cuerpo al ser al ser afectadas por fuerzas que se alejan unas de otras, generando que el cuerpo se distiende dándose el esfuerzo de tracción.

Viga: Es un elemento estructural que se coloca de manera horizontal que se conectan con pilares que tienen la función de soportar las cargas, su función es la de ayudar a disipar la energía, trabajando en sobre todo en la flexión.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

Para el tipo de investigación desarrollado en la presente tesis es la aplicada, este tipo de investigación tiene la finalidad de solucionar problemas determinados de carácter práctico que se presentan en la sociedad o las empresas, con el fin de mejorar las condiciones de vida de las personas. (Rus, 2020)

3.2.1. Diseño de investigación

El diseño de la presente investigación es no experimental descriptiva. En este tipo de diseño no existe la manipulación de variables de manera deliberada. Es decir que las variables no son afectadas de ninguna manera, la observación de los fenómenos se realiza en un momento determinado tal y como se presentan en su contexto. (Hernández, 1984)

3.2. Variables y operacionalización

Tabla 4

Operacionalización de variable independiente

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
DISEÑO ESTRUCTURAL	El diseño estructural se entiende como las diversas actividades de las cuales se encarga el proyectista con la finalidad de lograr hallar las dimensiones, forma y características específicas de una estructura, en este sentido plantea resolver las solicitudes se presenten durante las diversas etapas de su existencia. (Meli Piralla, S.A.)	Procedimiento por el cual un sistema estructural obtiene su forma, logrando cumplir con la función para la cual está siendo diseñado, con niveles de seguridad adecuado y que en condiciones adecuadas y normales de funcionamiento tenga se comporte adecuadamente	Diseño Arquitectónico	Norma A.010, Norma A. 020
			Predimensionamiento	Luz libre, área tributaria, rigidez
			Modelamiento Estructural	Definición de materiales, secciones, cargas, combinaciones de carga.
			Estudio sísmico Dinámico y Estático	Norma E.030
			Diseño de concreto armado	Norma E.060

Fuente: Elaboración propia

3.3 Población y muestra

Población:

Viviendas Multifamiliares del distrito Veintiséis de Octubre-Piura

Muestra:

Vivienda multifamiliar de 4 pisos en la Urbanización Alto Piura

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Título de la tesis: “Diseño Estructural de una vivienda multifamiliar de 4 pisos en la Urbación Alto Piura, distrito de Veintiséis de Octubre - Piura.”

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	POBLACIÓN	MUESTRA	TÉCNICA	INSTRUMENTOS
Realizar la distribución arquitectónica de una vivienda multifamiliar de 4 pisos en la Urbanización Alto Piura, distrito de Veintiséis de Octubre – Piura.	VIVIENDAS MULTIFAMILIARES	VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 04 PISOS	Procesamiento de información	Ficha de Recojo: Software AutoCAD Norma A 010 y A 020 Diseño Arquitectónico
Realizar la estructuración y el pre-dimensionamiento de los elementos estructurales de una vivienda multifamiliar de 4 pisos en la Urbanización Alto Piura, distrito de Veintiséis de octubre – Piura.			Procesamiento de información	Ficha de Recojo: Libros de diseño estructural Plantillas en Excel
Modelar y Analizar la estructura de una vivienda multifamiliar de 4 pisos en la Urbanización Alto Piura, distrito de Veintiséis de octubre – Piura.			Procesamiento de información	Ficha de Recojo: ETABS 19 Hojas de Excel E 020 Cargas E-060 Concreto Armado

<p>Realizar el análisis sísmico de una vivienda multifamiliar de 4 pisos en la Urbanización Alto Piura, distrito de Veintiséis de octubre – Piura.</p>			<p>Procesamiento de Información</p>	<p>Ficha de Recojo: ETABS 19 Hojas de Excel E 030 Sismorresistente</p>
<p>Diseñar los elementos estructurales de una vivienda multifamiliar de 4 pisos en la Urbanización Alto Piura, distrito de Veintiséis de octubre – Piura</p>			<p>Procesamiento de información</p>	<p>Ficha de Recojo: CsiCol 9 SAFE 2016 Hojas de Excel E 050 Suelos y cimentaciones E-060 Concreto A</p>

3.5. Procedimientos

Para el desarrollo de la investigación se abarco el siguiente procedimiento para la obtención de los resultados:

Se realizó la visita a campo donde se pudo hacer el reconocimiento y la medición del área correspondiente del terreno a intervenir, como parte territorial para lograr el adecuado desarrollo de la investigación.

Se procedió con la realización del diseño arquitectónico para lo cual se uso del software de diseño AutoCAD y teniendo en cuenta los criterios correspondientes a la norma A. 010 y A.020 que se enfoca con fines de vivienda.

También se llevó a cabo un examen de Mecánica de Suelos los cuales se derivaron a un laboratorio de laboratorio de suelos y obteniendo los resultados de la misma, de esta forma se pudo determinar la capacidad portante que tiene el suelo del área en estudio en sus diferentes estratos.

Se realizó el análisis sismorresistente haciendo uso del software ETABS 19 para su modelamiento estructural

Se realizó el diseño de los elementos y componentes estructurales de que integran concreto armado empleando lo mencionado de la norma E.060 de Concreto Armado del R.N.E.

3.6. Método de análisis de datos

Para el desarrollo de la investigación, se utilizó software técnico en ingeniería civil como es: el AutoCAD 2019, ETABS 19, SAFE 2016, CSICOL 9, así mismos programas de Office. También se procesaron dichos datos teniendo en cuenta la norma A.010 y normativas como son las NTP E.030, E.020, E.060. Así mismo se contó con la asesoría de un personal especializado en temas de ingeniería civil para

que el trabajo de investigación cumpla con los objetivos planteados.

3.7. Aspectos éticos

Como parte del proceso de investigación, se tomaron en cuenta como compromisos los siguientes valores éticos:

Honestidad, esto debido a que toda la información recogida ha cumplido con ser veraz sin adulteraciones en contenido o forma.

Reserva, no dejando ver la identidad de aquellas personas que sirvieron de fuente de datos para el desarrollo de la investigación.

Se respetó la autoría, cumpliendo con la adecuada cita de fuentes usadas y asimismo se realizó una base de datos de los autores consultados los cuales aparecen en la referencia bibliográfica, sus ideas fueron respetadas usando la paráfrasis todo ello de acuerdo a las normas de la asociación de psiquiatría de Estados Unidos - APA.

IV. RESULTADOS

4.1. Trabajos preliminares

4.1.1. Trabajo de campo

Esta actividad consistió en realizar una visita de campo, durante la cual se hizo un levantamiento con GPS, tomándose las coordenadas de los puntos de las esquinas del terreno en estudio, con lo que se pudo apreciar que el terreno era relativamente plano con pequeñas pendientes en la parte en la parte de adelante del terreno.

Figura 1

Visita de Campo



Fuente: Captura de foto realizada por los autores de esta investigación

4.1.2. Trabajo de gabinete

Los datos recopilados durante la visita a campo fueron (coordenadas de los puntos) ingresados en el software AutoCAD 2019 para su posterior diseño arquitectónico.

4.2. Diseño arquitectónico

4.2.1. Ubicación urbana

El área que se ha proyectado para la realización de la vivienda multifamiliar de 4 pisos se encuentra ubicada en la avenida Q-04 Mz F2 Lote 23 de la Urbanización San Judas Tadeo Alto Piura – 26 de Octubre, provincia de Piura, departamento de Piura.

Figura 1

Ubicación del Terreno



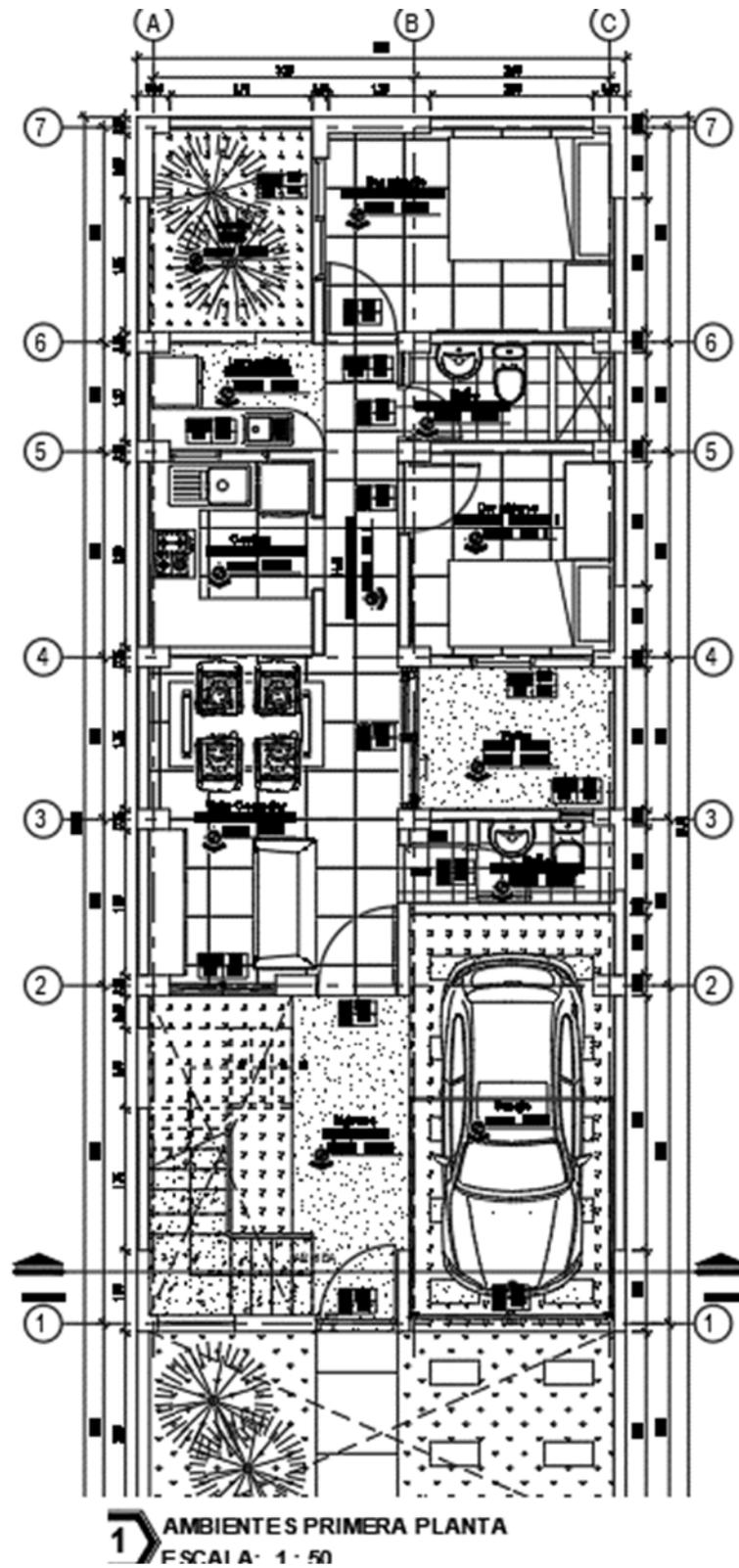
Fuente: Google Earth

4.2.2. Descripción de la arquitectura

Se realizó el diseño arquitectónico de una vivienda multifamiliar que comprende planos tanto el de planta, el de corte y el de las elevaciones. Dicha construcción está proyectada sobre un terreno regular de forma rectangular cuyas medidas son de 6.00x17.50 metros, haciendo un área de 105 m² para su ejecución. El piso número uno cuenta con cochera, una sala-comedor, la presencia de dos dormitorios, cocina, lavandería, dos baños, patio y jardín. Del segundo al cuarto nivel son pisos típicos los cuales comprende sala-comedor, un área de cocina, lavandería, tres habitaciones para los dormitorios, dos baños y un balcón.

Figura 2

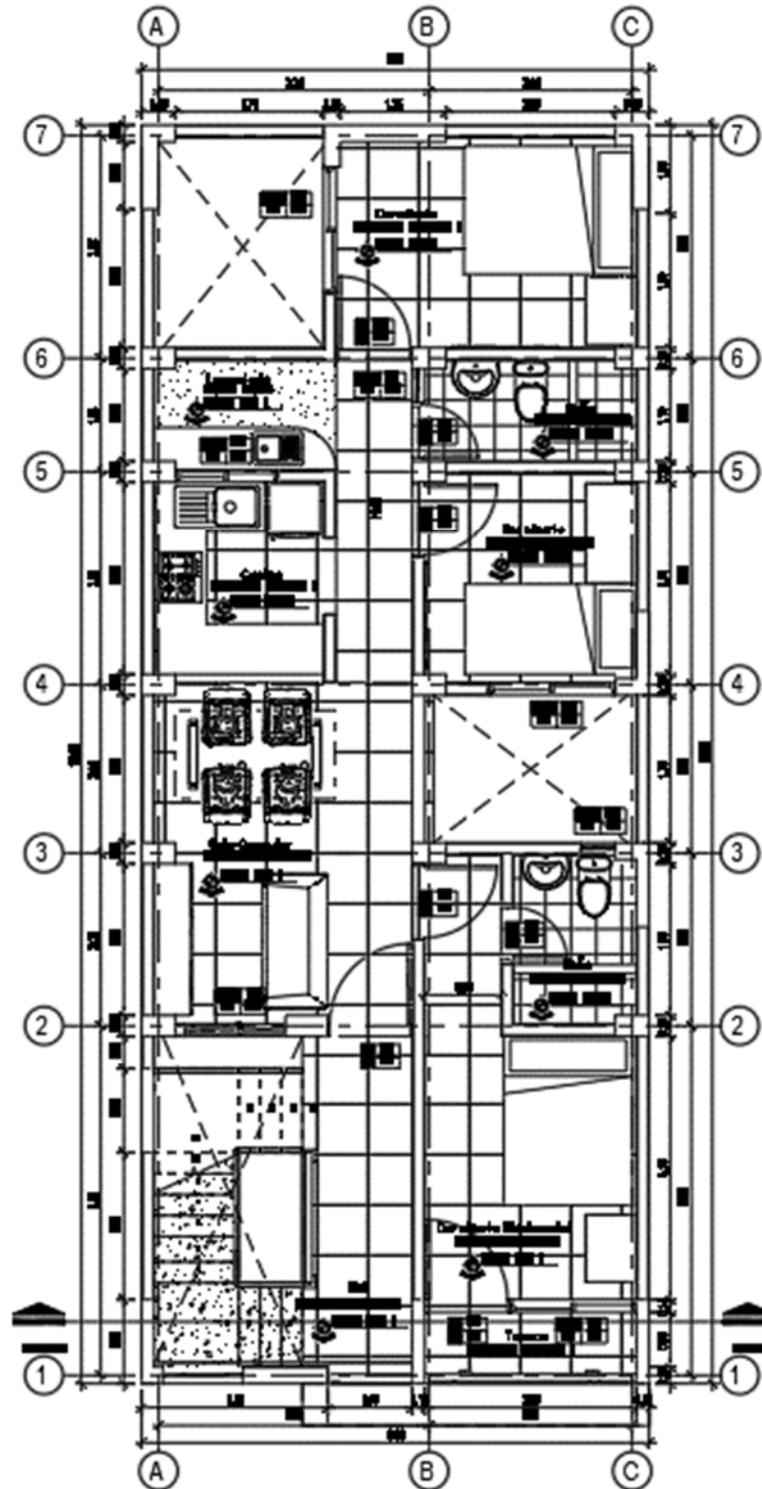
Distribución de ambientes 1º Nivel



Fuente: Elaboración Propia

Figura 3

Distribución de ambientes del 2° al 4° Nivel



2 DISTRIBUCION PLANTA TIPICA 2°, 3° Y 4° PISO
ESCALA: 1 : 50

Fuente: Elaboración Propia

Criterios arquitectónicos para el diseño

Para llevar a cabo la distribución arquitectónica de la edificación del presente proyecto se debió tener en cuenta con los requerimientos mínimos de dimensiones presentes en la NTP A.010, que brinda los lineamientos para las condiciones generales de diseño que debemos tener en cuenta al momento de hacer la distribución de ambientes, además de ello se ha tenido presente la NTP A,020 la cual está enfocada básicamente a normar para viviendas.

4.3. Estudio de mecánica de suelos

4.3.1. Trabajo de campo

Según el estudio de mecánica de suelos elaborado en la Urbanización San Judas Tadeo Alto Piura, en dicha zona realizaron un total de 15 sondeos con ensayos SPT, con una profundidad máxima de 3.50 m. Además, se han realizado tres calicatas a tajo abierto, de 1.20 m de profundidad, para la extracción de muestras alteradas para ensayos de Proctor Modificado y California Bearing Ratio, (CBR).

4.3.2. Pruebas de ensayos y estudio de laboratorio

4.3.2.1. Clasificación de los tipos de suelo

De acuerdo con los ensayos realizados en el laboratorio, para la Habilitación urbana se pudo determinar que, en esta zona se tiene la presencia de arenas limosas de grano medio a fino, de composición relativa medianamente densa. Dicha clasificación del tipo de suelo se realizó a través del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).

Tabla 5*Clasificación de suelo destinado a Habilitación Urbana*

Sondeo	Muestra	Clasificación SUCS	
S-01	M-101	SM	ARENA LIMOSA
	M-102	SM	ARENA LIMOSA
S-02	M-201	SM	ARENA LIMOSA
	M-202	SM	ARENA LIMOSA
S-03	M-301	SM	ARENA LIMOSA
	M-302	SM	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD
S-04	M-401	SM	ARENA LIMOSA
S-05	M-501	SM	ARENA LIMOSA
S-06	M-601	SM	ARENA LIMOSA
	M-602	SM	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD
S-07	M-701	SM	ARENA LIMOSA
	M-702	SM	ARENA LIMOSA
S-08	M-801	SM	ARENA LIMOSA
S-09	M-901	SM	ARENA LIMOSA
S-10	M-1001	SM	ARENA LIMOSA
	M-1002	SM	ARENA ARCILLOSA
S-11	M-1101	SM	ARENA LIMOSA
S-12	M-1201	SM	ARENA LIMOSA
	M-1202	SM	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD
S-13	M-1301	SM	ARENA LIMOSA
S-14	M-1401	SM	ARENA LIMOSA
S-15	M-1501	SM	ARENA LIMOSA

Fuente. - Informe de EMS

4.3.2.2. Propiedades mecánicas del Suelo

Para determinar las propiedades mecánicas del suelo, estas se obtienen de las correlaciones existentes con los ensayos SPT. Para corroborar la información de campo, se ha tomado tres muestras de suelo en estado

inalterado, con la finalidad de ejecutar Ensayos de Corte Directo, cuyos resultados aparecen en la siguiente tabla:

Tabla 6

Mecánicas del Suelo

Calicata	Profundidad (m)	SUCS	Ensayo	Peso Unitario (ton/m3)	Cohesión (ton/m2)	Ángulo de Rozamiento(*)
C-01	1.00	SM	Corte Directo	1.70	1.20	26.79
C-02	1.00	SM	Corte Directo	1.74	3.60	12.10
C-03	1.00	SM	Corte Directo	1.74	1.20	26.14

Fuente. - Informe de EMS

4.3.2.3. Capacidad Portante del Suelo

Luego de hallar y de analizar las propiedades mecánicas del suelo subyacente, se llega a la conclusión por medio de la cual se puede afirmar que la capacidad de carga límite será por punzonamiento, de esto se concluye que la capacidad de carga será calculada en función a la teoría de Terzaghi.

Considerando los estratos de cimentación se presenta a continuación la capacidad portante del suelo tanto en cimiento corrido como en zapata aislada para las viviendas a proyectar:

Tabla 7*Capacidad Portante del Suelo*

CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO (Qadm.)			
CALICATA	NIVEL FONDO ZAPATA DESPLANTE (m)	CIMIENTO CONTINUO (Kg/cm2)	ZAPATA AISLADA (Kg/cm2)
C-01	1.00	0.872	1.208
	1.50	1.077	1.413
	2.50	1.487	1.838
	3.00	1.710	2.043
C-02	1.00	0.753	1.322
	1.50	0.825	1.395
	2.50	0.969	1.540
	3.00	1.043	1.612
C-03	1.00	0.851	1.177
	1.50	1.053	1.380
	2.50	1.459	1.799
	3.00	1.678	2.001

Fuente. - Informe de EMS

4.4. Estructuración y predimensionamiento**4.4.1. Generalidades**

Para llevar a cabo el análisis sísmico a nivel estático y a nivel dinámico de la vivienda para varias familias que cuente con 4 pisos en primer lugar, se realizó la estructuración del edificio y posteriormente su predimensionamiento teniendo como criterio las disposiciones establecidas en la NTP E. 020 y la NTP E. 030. En esta etapa es importante que la forma estructural se defina de tal manera que no sólo tenga un buen comportamiento sísmico, sino que además se consiga un diseño óptimo y económico.

Blanco (2011), nos menciona que, para evitar la producción de cambios bruscos en las propiedades de resistencia y rigidez, existen criterios básicos de estructuración y diseño que se deben de tomar en cuenta antes de iniciar con el modelamiento estructural del edificio.

4.4.2. Criterios de estructuración sismo-resistente

Para realizar la estructura sismorresistente se tomaron los siguientes criterios de tal manera que se cumplan los requerimientos solicitados:

Simplicidad y simetría: La estructura para su adecuado funcionamiento deberá ser lo más simple y simétrica posible. Está demostrado que las estructuras simples en comparación con las más complejas tienen mejor comportamiento sísmico y hay una mejor cualidad para la ideación de los elementos estructurales.

Resistencia y ductilidad: La estructura tiene que ser resistente sísmicamente en todas sus trayectorias o al menos en sus dos direcciones perpendiculares de tal forma que se logre una adecuada estabilidad en la estructural al funcionar como un todo y en cada uno de sus elementos.

Hiperestaticidad y monolitismo: Es conveniente que la parte estructural se encuentren en una disposición hiperestática, ello permite que tenga una mejor capacidad resistente a través de la producción de rótulas plásticas que disipan de mejor manera la energía sísmica.

Rigidez lateral: Para prever las deformaciones por fuerzas de tipo lateral de la estructura, es necesario incorporar en el diseño componentes estructurales capaces de aportar rigidez lateral para las principales direcciones.

Uniformidad y continuidad de la estructura: en este acápite buscamos que la estructura posea continuidad a nivel de planta y de elevación, en los que sus elementos no cambien bruscamente de rigidez sino hacer reducciones paulatinas de manera que se evite las concentraciones de esfuerzos.

La existencia de losas que admiten la posibilidad de considerar a la estructura como un diafragma rígido: Es decir que se idealiza la estructura como una unidad.

Elementos no estructurales: Que, en abundancia, en algunos casos se tomará en cuenta su rigidez.

4.4.3. Estructuración

4.4.3.1. Configuración de la estructura

Para el planteamiento de la estructura de la edificación edificio se tomó en cuenta los criterios de estructuración antes mencionados, optándose por un sistema dual. Para la NTP (Norma E. 030, 2018), define a un sistema dual el cual está formado por la composición de los muros estructurales y de los pórticos, en donde la fuerza que actúa como cortante y que se aplica a los muros varía entre el 20% y el 70% del cortante en la base del edificio.

Así mismo se definieron losas aligeradas unidireccionales tanto en el eje XX como en el eje YY, las cuales fueron direccionadas tomando como referencia la luz libre menor y cuyo espesor es de 20 cm. en todos los pisos.

Las vigas principales fueron asignadas de acuerdo con la dirección del eje XX perpendicular a las viguetas de las losas aligeradas mientras que las vigas secundarias fueron establecidas en la dirección YY. Para el caso de la tabiquería que se encuentra paralela a las viguetas y en las zonas donde las losas no son continuas se colocaron vigas chatas para que puedan soportar la carga de esos elementos.

Las columnas que sean considerado para esta estructura cuentan con extensiones de 0.25x0.40 m. ya sean céntricos, laterales o esquineras con el fin de soslayar la presencia de rótulas plásticas.

Se asignaron placas de espesor de 0.15 m. en las dos direcciones y una placa de espesor de 0.20 m. con la finalidad de rigidizar la estructura tanto en el eje XX como en el eje YY. y poder cumplir con la deriva máxima permitida.

Por último, se proyectó una escalera para el acceso del resto de los pisos superiores con un espesor de 0.15 m. en el descanso y rampa de esta.

4.4.4. Predimensionamiento

4.4.4.1. Predimensionamiento de losa aligerada Unidireccional

El componente de losa aligerada en una orientación se predimensionó considerando las condiciones sísmicas en las que se encuentra el Perú, y revisando que las sobrecargas no sean muy excesivas. Para el cálculo del peralte de la losa aligerada se empleó las siguientes formulas:

$$h = \frac{LL}{25}$$

$$h = \frac{4.75}{25}$$

$$h = 0.19$$

En este caso donde la luz libre se encuentra en un rango desde 4.00 hasta 5.50 m. y la sobrecarga no excede los 300 – 350 kg/m², se trabajará de acuerdo con el cálculo con un peralte de 20 cm. que incluye los 5 cm. de la parte superior de la losa y la altura del ladrillo que compone el techo.

4.4.4.2. Predimensionamiento de vigas

La norma del estado peruano E-030 de concreto armado, indica que la dimensión mínima para el ancho de una viga debe ser de 25 cm, para un sistema de pórticos o elementos sismorresistentes. Los valores asumidos para este proyecto se han realizado teniendo en cuenta el diseño sismorresistente, lo cual implica analizarlo desde el punto de vista de deflexiones y rigidez lateral.

Para el dimensionamiento tanto de vigas principales como las secundarias se tomaron valores comprendidos por las siguientes fórmulas:

$$h = \frac{LL}{10} \quad \frac{LL}{12} \qquad b = \frac{h}{2} \quad \frac{2h}{3}$$

; ;

Tabla 8*Dimensiones de vigas*

VIGAS PRINCIPALES			VIGAS SECUNDARIAS		
LL =	3.40	m	LL =	2.40	m
h=LL/10	0.34	m	h=LL/10	0.24	m
h=LL/12	0.28	m	h=LL/12	0.20	m
h =	0.31	m	h =	0.22	m
b=2/3h	0.21	m	b=2/3h	0.15	m
b=1/2h	0.16	m	b=1/2h	0.11	m
b =	0.18	m	b =	0.13	m
b x h =	0.25 x 0.30		b x h =	0.25 x 0.25	

Finalmente, las secciones con las que se trabajaron las vigas principales y de segundo orden son de 0,25x0,30 m. y 0,25x0,25 m. respectivamente. En el caso de las vigas chatas se consideró una sección de 0.25x0.20 m. cuyo peralte se optó por mantener el espesor de la losa aligerada.

4.4.4.3. Predimensionamiento de columnas

El elemento de columna se predimensionaron considerando las cargas y momentos que se producen por cargas gravitacionales y por cargas horizontales de sismo, por tal sentido se siguieron los siguientes criterios al momento de dimensionar las columnas:

Para columnas centrales:
$$\text{Área de col.} = \frac{P(\text{servicio})}{0.45f'c}$$

Para columnas laterales o esquineras:
$$\text{Área de col.} = \frac{P(\text{servicio})}{0.35f'c}$$

$$P(\text{servicio}) = P \cdot A \cdot N$$

Donde:

- P= Peso total (según categoría)
- A= Área tributaria
- N= N° de pisos
- f'c= Esfuerzo a la compresión del concreto

Considerando estas premisas, se calcula el área de las columnas:

$$P = 1000 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_1 = 6.83 \text{ m}^2 \text{ para una columna central}$$

$$A_2 = 4.21 \text{ m}^2 \text{ para una columna lateral}$$

$$A_3 = 2.45 \text{ m}^2 \text{ para una columna esquinera}$$

$$N = 4 \text{ pisos}$$

$$F'c = 210 \text{ kg / cm}^2$$

Tabla 9

Predimensionamiento de Columnas Centrales

PREDIMENSIONAMIENTO DE COLUMNA CENTRAL						
C.	<u>P(Servicio)</u>	F'c	Categoría	Área	Nº	Área Columna
Centrada	0.45f'c		C		Pisos	
		210	1000 kg/m ²	6.83m ²	4	25 cm X 25 cm
		kg/cm ²				

Área de columna central: 289.10 cm²

De manera práctica la sección de las columnas sería de 0.25x0.25 m. pero se opta por una dimensión de 0.40x0.25 m. para evitar la falla de viga fuerte columna débil.

Tabla 10

Predimensionamiento de Columnas Excéntricas

PREDIMENSIONAMIENTO DE COLUMNA LATERAL (Excéntrica)						
C.	<u>P(Servicio)</u>	F'c	Categoría C	Área	Nº	Área Columna
Excéntrica	0.35f'c				Pisos	
		210 kg/cm ²	1000 kg/m ²	4.21m ²	4	25 cm X 25 cm

Área de columna lateral: 229.12 cm²

De igual manera la sección de las columnas sería de 0.25x0.25 m. pero se opta por una dimensión de 0.40x0.25 m.

Tabla 11

Predimensionamiento de Columnas Esquineras

PREDIMENSIONAMIENTO DE COLUMNA ESQUINERA						
C. Esquinada	<u>P(Servicio)</u>	F'c	Categoría	Área	Nº	Área Columna
	0.35f'c		C		Pisos	
		210 kg/cm ²	1000 kg/m ²	2.45m ²	4	25 cm X 25 cm

Área de columna lateral: 133.33 cm²

De igual manera la sección de las columnas sería de 0.25x0.25 m. pero se opta por una dimensión de 0.40x0.25 m. para uniformizarlas.

4.4.4.4. Predimensionamiento de Placas

Debido a su función principal de las placas que es la absorber las cargas de sismo, se considera difícil hacer un predimensionamiento de las mismas; mientras que se considere un mayor porcentaje de placas estas absorberán el porcentaje en mayor medida del cortante sísmico total, generando mayor ligereza en los pórticos.

Blanco (2011), menciona que las placas pueden tener un ancho de 10 cm como mínimo de espesor, pero normalmente consideramos espesores de 15 cm. en edificios de pocos pisos (como es el caso de esta vivienda multifamiliar del proyecto) y de 20, 25, ó 30 cm. conforme acreciente la cantidad de pisos o se reduzca su densidad.

Para este proyecto se ha considerado placas de espesor de 0.15 m. debido a que se han proyectado pocos pisos y además para mantenerlos uniformizados con el espesor de los muros de albañilería, pero finalmente será el análisis sísmico quien me indique la longitud y espesor de los muros estructurales.

4.4.4.5. Predimensionamiento de Escalera

La escalera, así como el resto de los elementos estructurales también es de vital importancia realizar un predimensionamiento porque ello va a depender

la evacuación de sus habitantes en caso de un evento sísmico de considerable magnitud.

El predimensionamiento de escalera se realizó siguiendo la siguiente recomendación:

$$2Cp + P = 60 \approx 64$$

Tabla 12

Medidas mínimas de Paso, Contrapaso y ancho mínimo

PASO MÍNIMO		
Paso mínimo (P)		25 cm
CONTRAPASO MÍNIMO		
Monumentales (Cp.)		13 a 15 cm
Edificios, casas (Cp.)		15 a 17.50 cm
Secundarias (Cp.)		20 cm
ANCHO MÍNIMO		
Vivienda (B)		1.00 m
Edificios (B)		1.20 m
Secundarias (B)		0.80 m
Caracol (B)		0.60 m

Fuente: Tesis

Se realizó la predimensión de la escalera para una luz libre de 3.55 m.

Paso = 0.25 m.

Contrapaso = h/n° pasos

$Cp = 2.80/16 = 0.175$ m.

Espesor de losa = $LL/25$

$e = 3.55/25 = 0.142$ m.

$e = 15$ cm

4.5. Análisis por carga de gravedad

4.5.1. Metrados de cargas

Como parte de realizar el metrado de las cargas se estiman las cargas gravitacionales actuantes de los diversos elementos de una estructura, en el programa ETABS las cargas de peso propio de los componentes modelados

(Losas, Vigas, Columnas y Placas) se calculan de acuerdo con el volumen y peso específico del material. Por ello según la Norma de Cargas E.0.20 estimamos las cargas uniformes superficiales que no se han introducido al modelo las cuales se llegándose a dividir en dos grupos: cargas muertas (CM) y Cargas vivas (CV), estas se detallan a continuación:

4.5.1.1. Cargas en losas de tipo aligeradas

Tabla 13

Metrado de Cargas en Losas Aligeradas

<u>Cargas Muertas (Cm):</u>		
Peso de Ladrillos:	70.00	Kg /m²
Tabiquería:	100.00	Kg /m²
Acabados:	100.00	Kg /m²
Total:	270.00	Kg /m²
<u>Cargas Vivas (Cv):</u>		
Entrepiso (Viviendas):	200.00	Kg /m²
Azotea (Viviendas):	100.00	Kg /m²

4.5.1.2. Cargas en Escaleras

Tabla 14

Metrado de Cargas en Escaleras

<u>Cargas Muertas (Cm):</u>		
Peso de Peldaños:	222.00	kg/m²
Acabados:	100.00	kg/m²
Total:	322.00	kg/m²
<u>Cargas Vivas (Cv):</u>		
Corredores y Escaleras (Viviendas):	200.00	kg/m²

Cabe señalar que en los descansos se considera una carga muerta por peso de los Acabado de 100 kg/m² y que cuenta con una Carga Viva en Escaleras de 200 kg/cm².

4.6. Análisis sísmico

4.6.1. Análisis sísmico estático

La norma sismorresistente E030 nos brinda los alcances y las modalidades que deben ser aplicadas en el método estático equivalente. Para ello se basa el hacer un estimado de la etapa principal de vibración para realizar la cuantificación de la fuerza cortante en base o también denominado corte basal, con este estimado podemos realizar una adecuada distribución vertical en la que se incorpora el efecto de los modos superiores al fundamental y que tienen dependencia de la rigidez que presente la edificación y de las características que presente la misma.

4.6.1.1. Factor de Zona

Según el asiento geográfico donde se construirá la edificación, esta se encuentra en el departamento de Piura, donde el factor de Zona de acuerdo con la Tabla de Factores de Zona de la norma E030 es:

$$\text{Zona 4: Piura} \quad \mathbf{Z} \quad = \quad \mathbf{0.45}$$

4.6.1.2. Parámetros de Sitio

De los resultados hallados en el análisis de la mecánica de suelos se ha determinado la clasificación SUCS estamos sobre un suelo Arena Limosa SM por lo cual los parámetros de sitio según la Tabla N° 03 Factor de Suelo y N°04 Periodos de la Norma E030 es:

$$\begin{array}{llll} \text{Tipo S2: Suelos} & \mathbf{S2} & = & \mathbf{1.05} \\ \text{Intermedios} & & & \\ \text{Períodos "TP" y "TL"} & \mathbf{TP (s)} & = & \mathbf{0.60} \\ & \mathbf{TL (s)} & = & \mathbf{2.00} \end{array}$$

4.6.1.3. Factor de Uso

Al tratarse de una Vivienda Multifamiliar, según la Tabla N°05 Categoría de las Edificaciones y Factor de Uso de la Norma E030 es:

$$C \quad (\text{Edificaciones Comunes}) \quad U = 1.00$$

4.6.1.4. **Sistemas Estructurales**

De acuerdo con lo indicado en la NTP. E030 2018, se debe considerar el sistema estructural en cada una de las direcciones del análisis teniendo en cuenta el Artículo 17.- Categoría y Sistemas Estructurales en la tabulación N°06. Para la determinación del sistema estructural se consideró la distribución de carga sísmica en los elementos estructurales como placas y columnas donde se determinó que en la trayectoria del análisis X-X las placas absorben entre el 20%-70% del cortante, por lo cual se consideró un sistema Dual; en la dirección Y-Y las placas absorben más del 70% del Cortante, por lo que se consideró un sistema de Muros Estructurales.

4.6.1.5. **Irregularidad Estructural**

En el Artículo 21.1 Categoría de la Edificación e Irregularidad en la Tabla N° 10 (NTP. E030 2018), establece que la edificación de acuerdo a la categoría y a la zona no permite Irregularidades Extremas. Por ello se calcularon las irregularidades que se pueden generar en la estructura donde se determinó para las irregularidades en planta en la dirección de análisis X-X una irregularidad de esquinas entrantes, y en la dirección Y-Y la misma irregularidad; para las irregularidades en altura en ambas orientaciones de análisis se calculó que la estructura es regular.

Irregularidad en Planta:	$l_{px} =$	0.90	$l_{py} =$	0.90
Irregularidad en Altura:	$l_{ax} =$	1.00	$l_{ay} =$	1.00

4.6.1.6. **Coefficiente de Reducción Sísmica**

Para determinar el componente de reducción sísmica para cada dirección de análisis de acuerdo al Artículo 18.- Sistemas Estructurales y Coeficiente Básico de Reducción de las Fuerzas Sísmicas (NTP. E030 2018) se establece el coeficiente básico de reducción $R_{ox}=7$ (Sistema Dual) y $R_{oy}=6$

(Sistema de Muros Estructurales), de acuerdo con los coeficientes básicos que indica el Artículo 22.- Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas, R, se calcula el coeficiente de reducción (R) de la siguiente manera, para cada dirección de Análisis.

$$R = R^{\circ} \times I_p \times I_a = \begin{matrix} 6.30 & \text{Dir. X} \\ 5.40 & \text{Dir. Y} \end{matrix}$$

4.6.1.7. Fuerza Cortante en la Base

para calcular el cortante sísmico estático se calcularon los etapas en cada dirección de análisis, según el artículo 28.4. Período Fundamental de Vibración (NTP. E030 2018) teniendo un periodo en la dirección X-X de $t=0.39$ s y en la dirección Y-T de $t=0.228$ s; de ello se determinó el coeficiente de amplificación sísmica según el Artículo 14.- Factor de Amplificación Sísmica (C), donde el factor de amplificación sísmica para la dirección X-X es de 2.5 y en la dirección Y-Y es de 2.5; después se comprobó según el 28.2. Fuerza Cortante en la Base en el cual se cumplieron con los parámetros en ambas trayectorias de análisis donde también se calculó el cortante en la base en ambas direcciones, según el cálculo el cortante en la dirección X-X es de 50.03 tn. y en la dirección Y-Y es de 58.37 tn.

4.6.2. Análisis sísmico dinámico

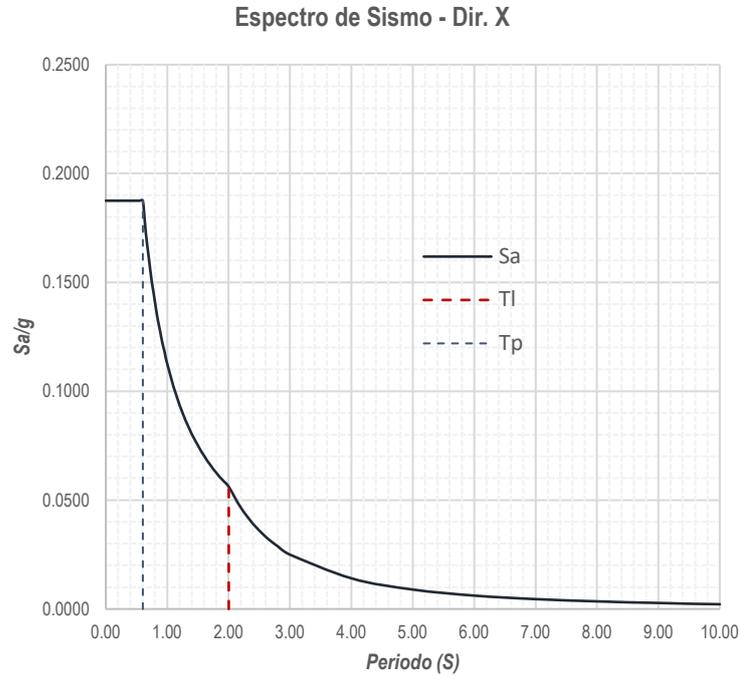
La Norma E030 de Diseño Sismorresistente establece que cualquier tipo de estructura puede diseñarse de acuerdo a los resultados de los análisis dinámicos de combinación modal espectral que están en el Artículo 29.- Análisis Dinámico Modal Espectral, de esta manera se realizó el procedimiento para determinar los espectros de respuesta que serán introducidos al programa ETABS 19 para generar los resultados del análisis sísmico dinámico.

4.6.2.1 Aceleración Espectral

Para determinar los factores y calcular la pseudoaceleración espectral se realiza el mismo procedimiento que el análisis sísmico estático. De ello se genera el rango de respuesta en cada dirección de análisis.

Figura 4

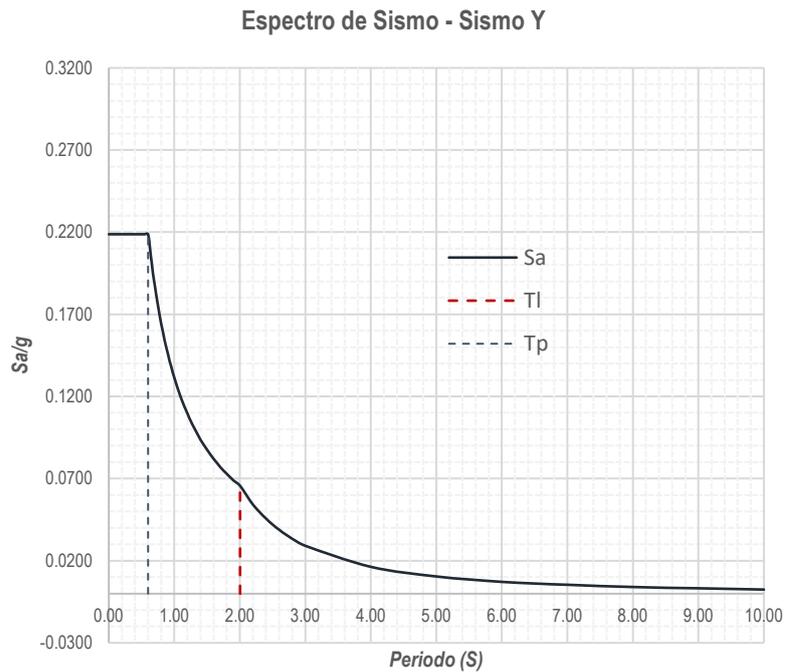
Espectro de Pseudo-acelreaciones en la Dirección X-X



Fuente: Norma E030 2018

Figura 5

Espectro de Pseudo-acelreaciones en la Dirección Y-Y



Fuente: Norma E030 2018

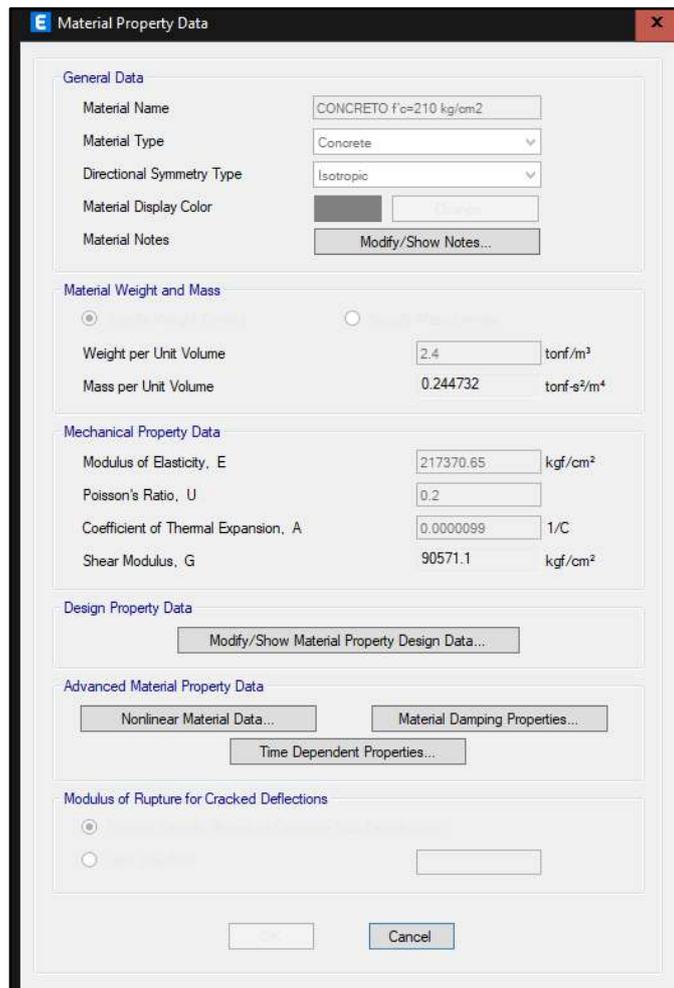
4.6.3. Modelamiento estructural

4.6.3.1. Definición de las propiedades de los materiales a utilizar

Para los componentes estructurales que componen la edificación se utilizaron 2 tipo de concreto, como material para las columnas y placas se ha definido en el programa ETABS 19 un concreto $f'c=280$ kg/cm² y para las losas y vigas de techo se manejó un concreto $f'c=210$ kg/cm²; de la misma manera para el acero en los elementos se estableció que el acero corrugado es de 60 grados con $F_y=4200$ kg/cm², tal como se muestra.

Figura 6

Propiedades del Concreto $f'c=210$ kg/cm²



Fuente: Etabs 2019

Figura 7

Propiedades del Concreto $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$

The image shows a software dialog box titled "Material Property Data" with a close button (X) in the top right corner. The dialog is organized into several sections:

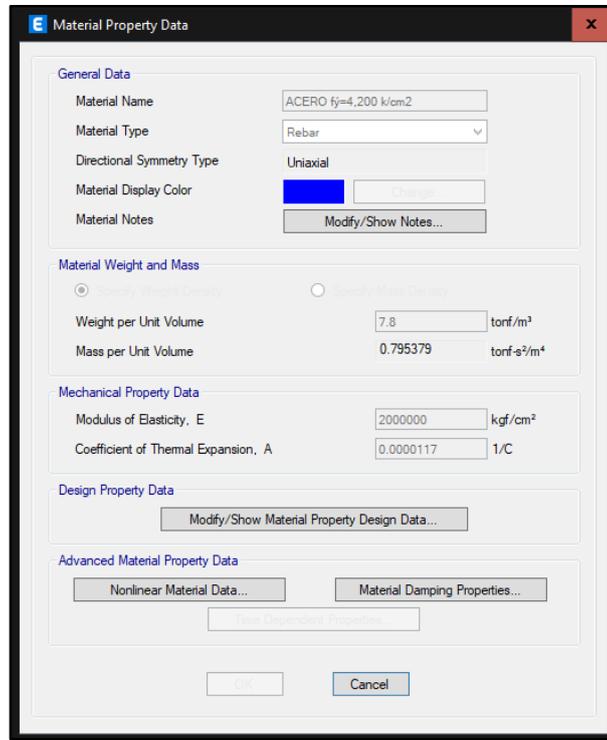
- General Data:** Material Name: CONCRETO $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$; Material Type: Concrete; Directional Symmetry Type: Isotropic; Material Display Color: [Color swatch] Change; Material Notes: Modify/Show Notes...
- Material Weight and Mass:** Radio buttons for "Weight per Unit Volume" (selected) and "Mass per Unit Volume".
 - Weight per Unit Volume: 2.4 tonf/m³
 - Mass per Unit Volume: 0.244732 tonf-s²/m⁴
- Mechanical Property Data:**
 - Modulus of Elasticity, E: 250998.01 kgf/cm²
 - Poisson's Ratio, U: 0.2
 - Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000099 1/C
 - Shear Modulus, G: 104582.5 kgf/cm²
- Design Property Data:** Modify/Show Material Property Design Data...
- Advanced Material Property Data:** Nonlinear Material Data..., Material Damping Properties..., Time Dependent Properties...
- Modulus of Rupture for Cracked Deflections:** Radio buttons for "Use Modulus of Rupture" (selected) and "Use Modulus of Elasticity".

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

Fuente: Etabs 2019

Figura 8

Propiedades del Acero Corrugado $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$



Fuente: Etabs 2019

Figura 9

Diámetros del acero Corrugado $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$

Bar ID	Bar Area (cm ²)	Bar Diameter (m)
1/4"	0.32	6.35E-003
3/8"	0.71	9.525E-003
1/2"	1.29	0.013
5/8"	2	0.016
3/4"	2.84	0.019
#7	3.87	0.022
#8	5.1	0.025
#9	6.45	0.029
#10	8.19	0.032
#11	10.06	0.036
#14	14.52	0.043
#18	25.81	0.057

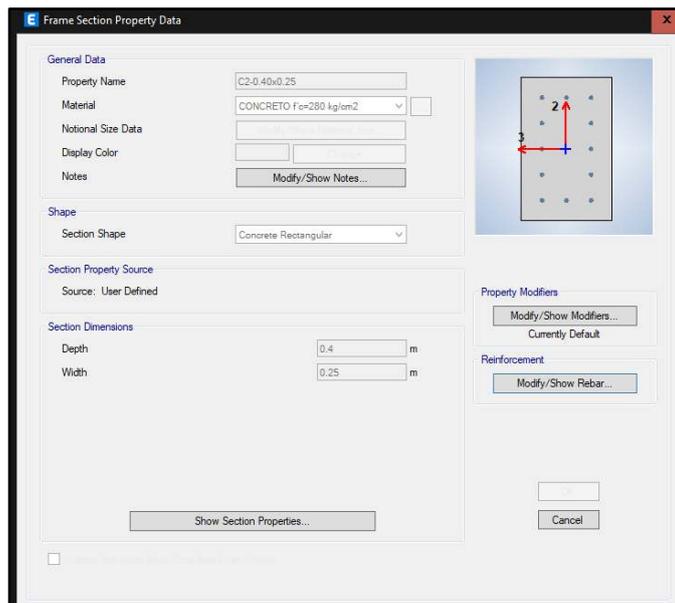
Fuente: Etabs 2019

4.6.3.2. Definición de los elementos Estructurales

Se definieron los elementos de la estructura como: Columnas, Vigas, Placas y Losa Aligerada. Para columnas se trabajaron con 2 secciones según el predimensionamiento y el criterio estructural, estas columnas se definieron como rectangulares de 25x40 cm y de 25x50 cm; en las vigas se trabajó con secciones de 25x30 cm como principales y secciones de 25x25 cm y 25x20 cm para las secundarias y chatas respectivamente; en placas se definieron espesores de 15 cm y 20 cm para rigidizar la estructura. finalmente, las losas aligeradas se trabajaron espesores de 20 cm en una dirección, tanto en la dirección X-X y la dirección Y-Y, como se muestra.

Figura 10

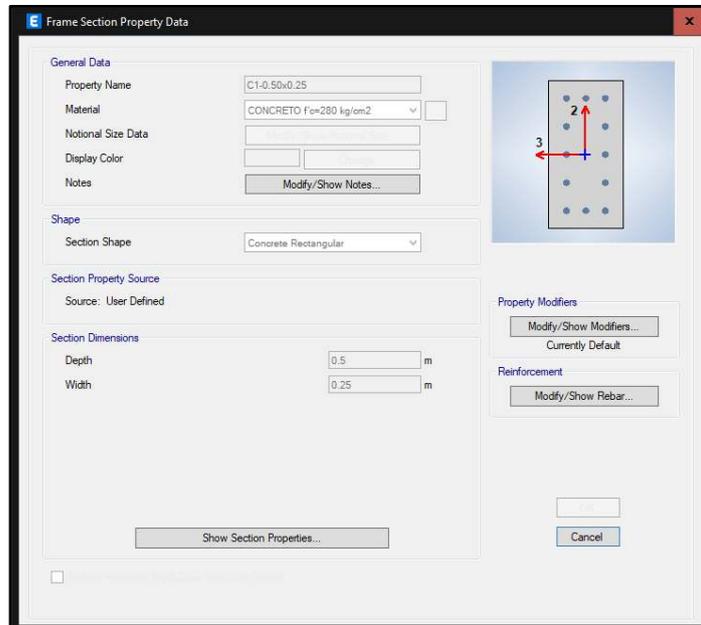
Definición de secciones de Columnas 25x40 cm



Fuente: Etabs 2019

Figura 11

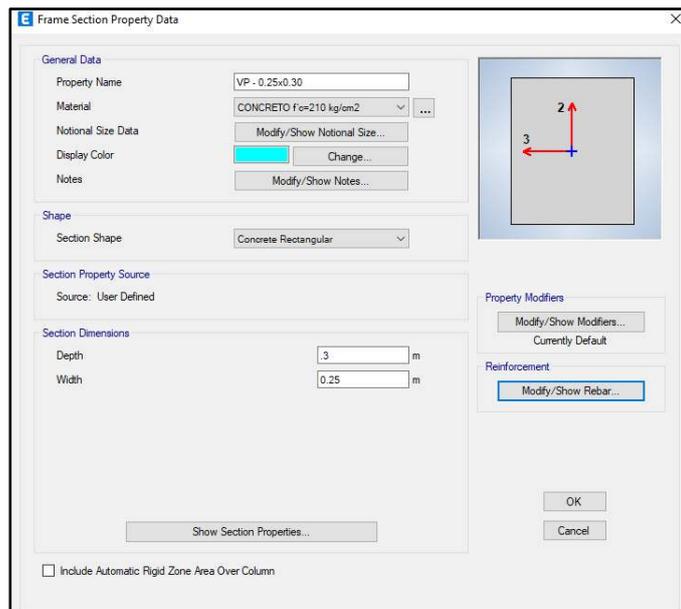
Definición de secciones de Columnas 25x50 cm



Fuente: Etabs 2019

Figura 12

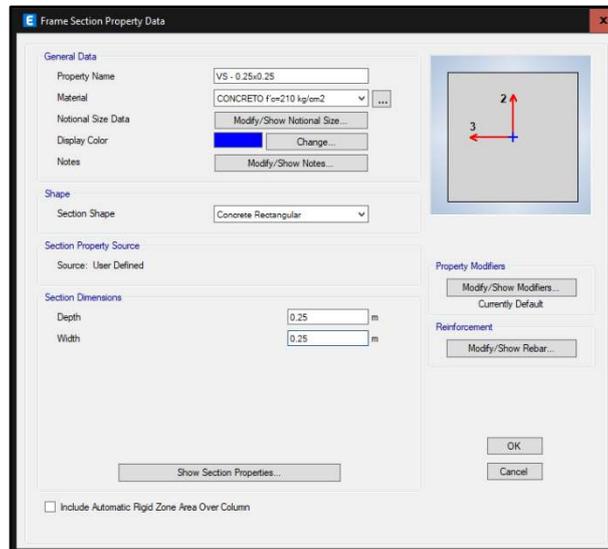
Definición de secciones de Vigas 25x30 cm - Principales



Fuente: Etabs 2019

Figura 13

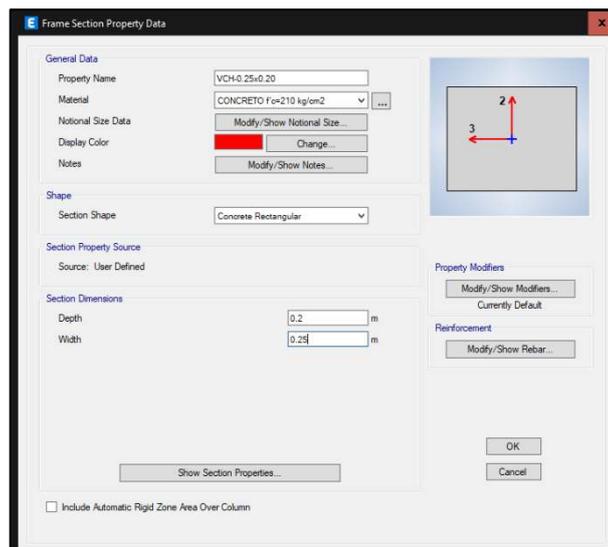
Definición de secciones de Vigas 25x25 cm – Secundarias



Fuente: Etabs 2019

Figura 14

Definición de secciones de Vigas 25x20 cm – Chatas



Fuente: Etabs 2019

Figura 15

Definición de secciones de Placas e=15 cm

The screenshot shows the 'Wall Property Data' dialog box with the following settings:

- General Data:**
 - Property Name: PL-15
 - Property Type: Specified
 - Wall Material: CONCRETO $f_c=280$ kg/cm²
 - Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...
 - Modeling Type: Shell-Thin
 - Modifiers (Currently Default): Modify/Show...
 - Display Color: (Cyan color swatch) Change...
 - Property Notes: Modify/Show...
- Property Data:**
 - Thickness: 0.15 m
 - Include Automatic Rigid Zone Area Over Wall

Buttons: OK, Cancel

Fuente: Etabs 2019

Figura 16

Definición de secciones de Placas e=20 cm

The screenshot shows the 'Wall Property Data' dialog box with the following settings:

- General Data:**
 - Property Name: PL-20
 - Property Type: Specified
 - Wall Material: CONCRETO $f_c=280$ kg/cm²
 - Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...
 - Modeling Type: Shell-Thin
 - Modifiers (Currently Default): Modify/Show...
 - Display Color: (Cyan color swatch) Change...
 - Property Notes: Modify/Show...
- Property Data:**
 - Thickness: 0.2 m
 - Include Automatic Rigid Zone Area Over Wall

Buttons: OK, Cancel

Fuente: Etabs 2019

Figura 17

Definición de secciones de Losas e=20 cm Dirección X-X

The screenshot shows the 'Slab Property Data' dialog box. The 'General Data' section includes: Property Name: ALIGERADO XX h=20 cm; Slab Material: CONCRETO f_c=210 kg/cm²; Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...; Modeling Type: Shell-Thin; Modifiers (Currently Default): Modify/Show...; Display Color: Yellow; Property Notes: Modify/Show... The 'Property Data' section includes: Type: Ribbed; Overall Depth: 0.2 m; Slab Thickness: 0.05 m; Stem Width at Top: 0.1 m; Stem Width at Bottom: 0.1 m; Rib Spacing (Perpendicular to Rib Direction): 0.4 m; Rib Direction is Parallel to: Local 1 Axis. Buttons for OK and Cancel are at the bottom.

Fuente: Etabs 2019

Figura 18

Definición de secciones de Losas e=20 cm Dirección Y-Y

The screenshot shows the 'Slab Property Data' dialog box. The 'General Data' section includes: Property Name: ALIGERADO YY h=20 cm; Slab Material: CONCRETO f_c=210 kg/cm²; Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...; Modeling Type: Shell-Thin; Modifiers (Currently Default): Modify/Show...; Display Color: Cyan; Property Notes: Modify/Show... The 'Property Data' section includes: Type: Ribbed; Overall Depth: 0.2 m; Slab Thickness: 0.05 m; Stem Width at Top: 0.1 m; Stem Width at Bottom: 0.1 m; Rib Spacing (Perpendicular to Rib Direction): 0.4 m; Rib Direction is Parallel to: Local 2 Axis. Buttons for OK and Cancel are at the bottom.

Fuente: Etabs 2019

4.6.3.3. Modelamiento de la Estructura

En el modelamiento estructural se han definido los niveles y la rejilla con las dimensiones entre ejes según la propuesta estructural, una vez creada la rejilla según las dimensiones y alturas correspondientes de acuerdo los planos de arquitectura y planteamiento inicial se modelaron los componentes tales como columnas, placas, vigas y losas aligeradas dentro del programa Etabs 2019, cabe mencionar que se discretizaron las placas para tener una mejor precisión en los resultados por elementos finitos.

Figura 19

Definición de los Niveles

Story	Height m	Elevation m	Master Story	Similar To	Splice Story	Splice Height m	Story Color
NIVEL 04	2.8	12.95	Yes	None	No	0	Red
NIVEL 03	2.8	10.15	No	NIVEL 04	No	0	Green
NIVEL 02	2.8	7.35	No	NIVEL 04	No	0	Blue
NIVEL 01	4.55	4.55	No	NIVEL 04	No	0	Yellow
Base		0					Grey

Fuente: Etabs 2019

Figura 20

Definición de la Rejilla

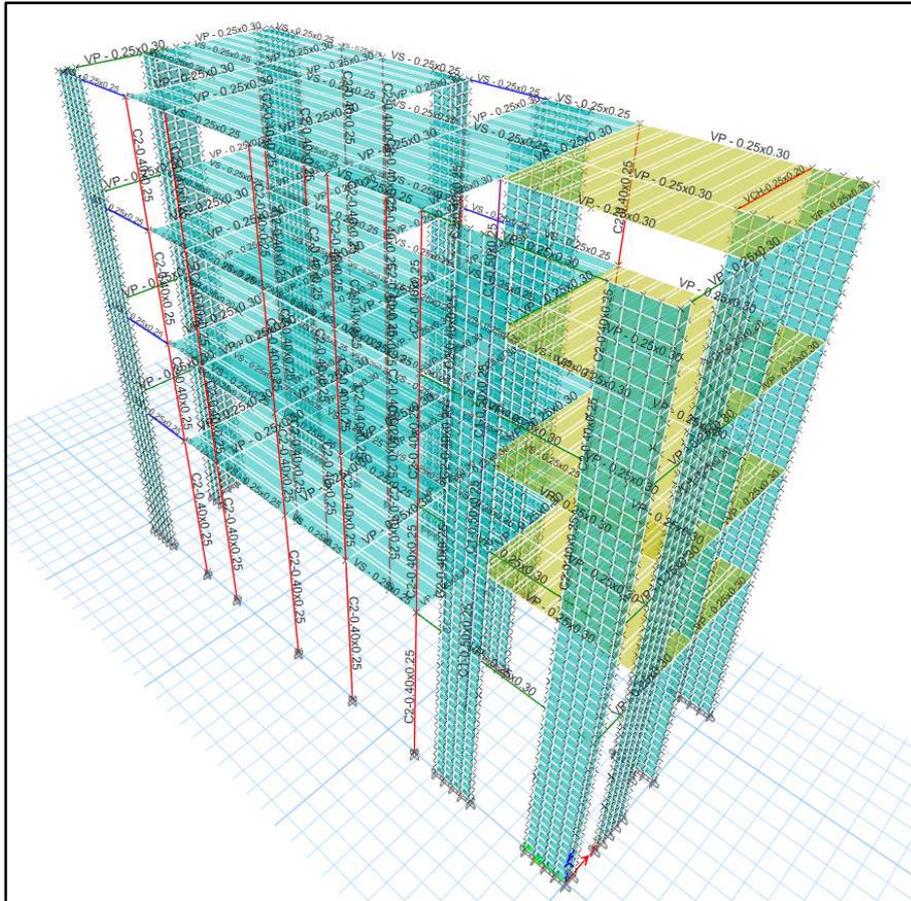
X Grid Data			
Grid ID	X Spacing (m)	Visible	Bubble Loc
A	3.2	Yes	End
B	2.4	Yes	End
C	0	Yes	End

Y Grid Data			
Grid ID	Y Spacing (m)	Visible	Bubble Loc
1	4.18	Yes	Start
2	2.05	Yes	Start
3	2	Yes	Start
4	2.55	Yes	Start
5	1.35	Yes	Start
6	2.65	Yes	Start

Fuente: Etabs 2019

Figura 21

Modelado de los Elementos Estructurales



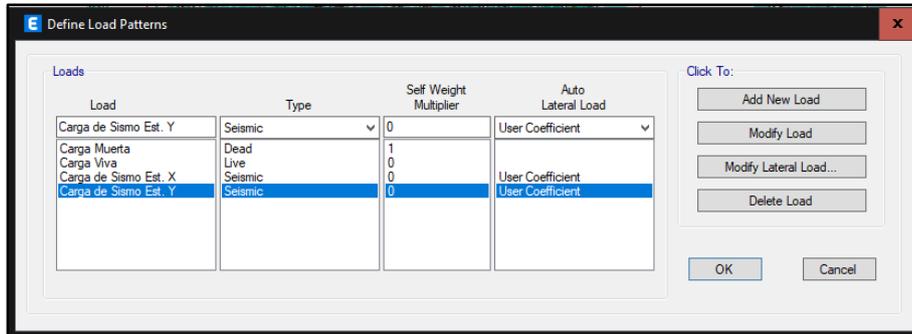
Fuente: Etabs 2019

4.6.3.4. Definición y Asignación de Cargas Estáticas

Dentro del programa se crearon los casos de carga y posteriormente asignamos ello a la estructura, se definieron los casos de carga muerta, carga viva, carga de sismo estático X-X, carga de sismo estático Y-Y según lo indicado en el metrado de cargas.

Figura 22

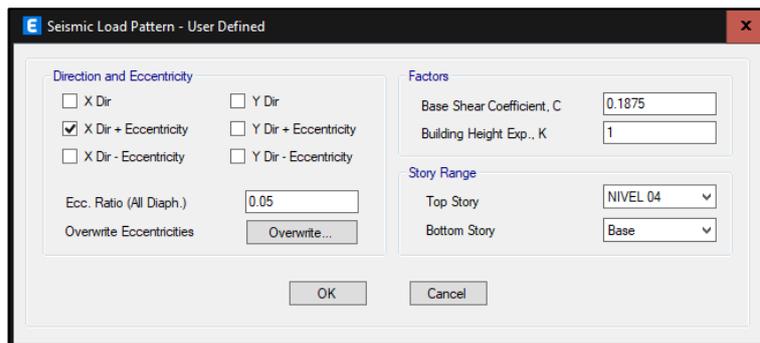
Espectro de Pseudo-acelreaciones en la Dirección X-X



Fuente: Etabs 2019

Figura 23

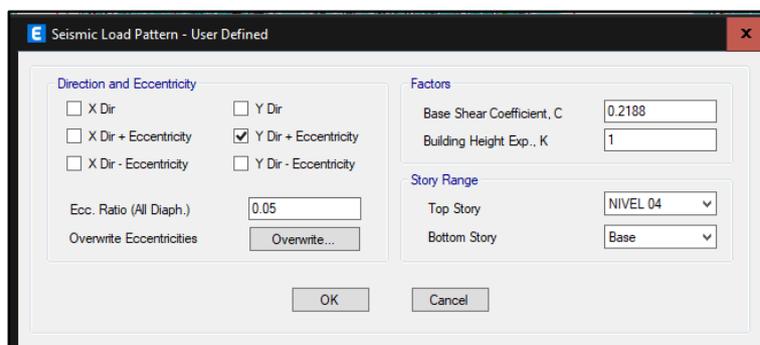
Definición del Sismo Estático X-X



Fuente: Etabs 2019

Figura 24

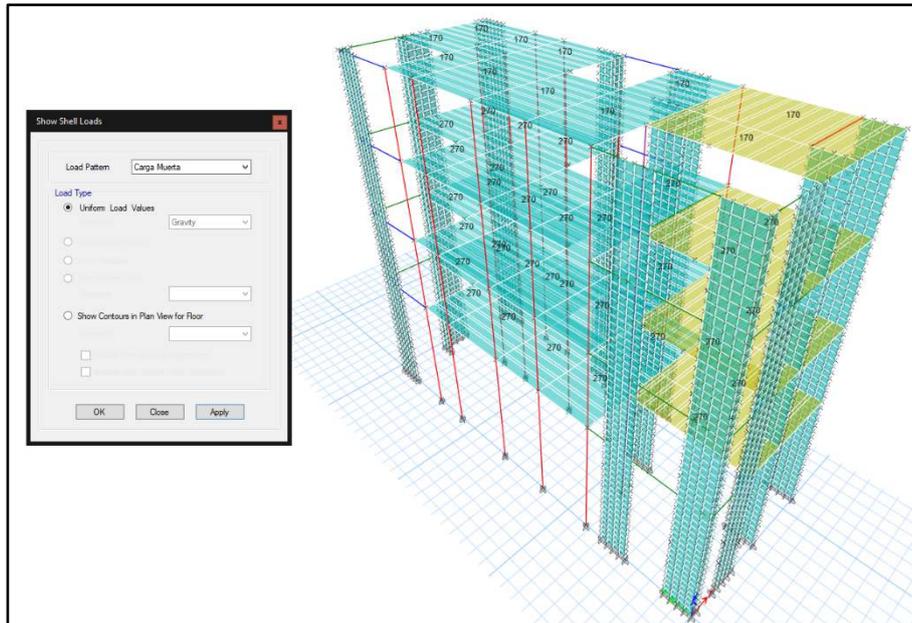
Definición del Sismo Estático Y-Y



Fuente: Etabs 2019

Figura 25

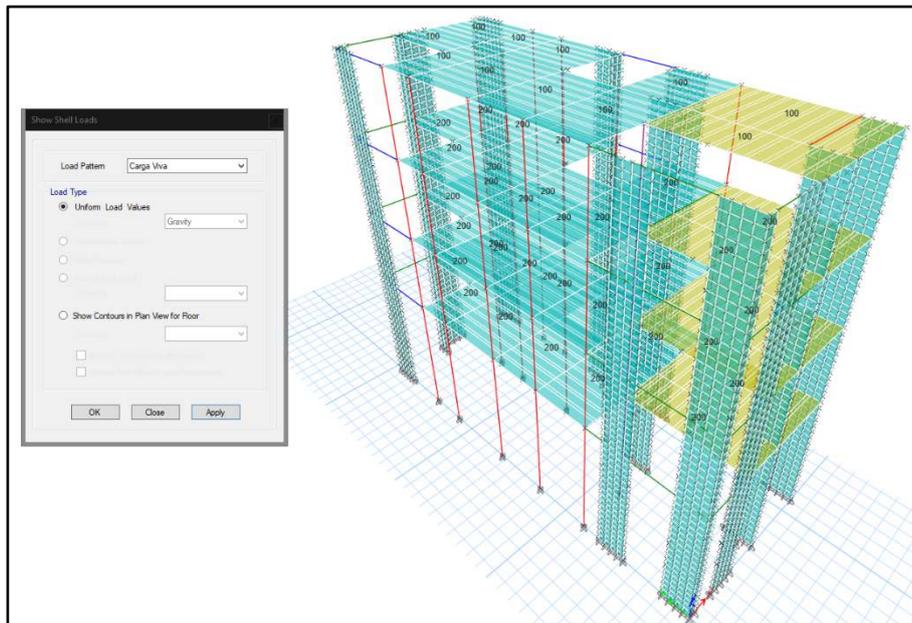
Asignación de Cargas Muertas en la Estructura



Fuente: Etabs 2019

Figura 26

Asignación de Cargas Vivas en la Estructura



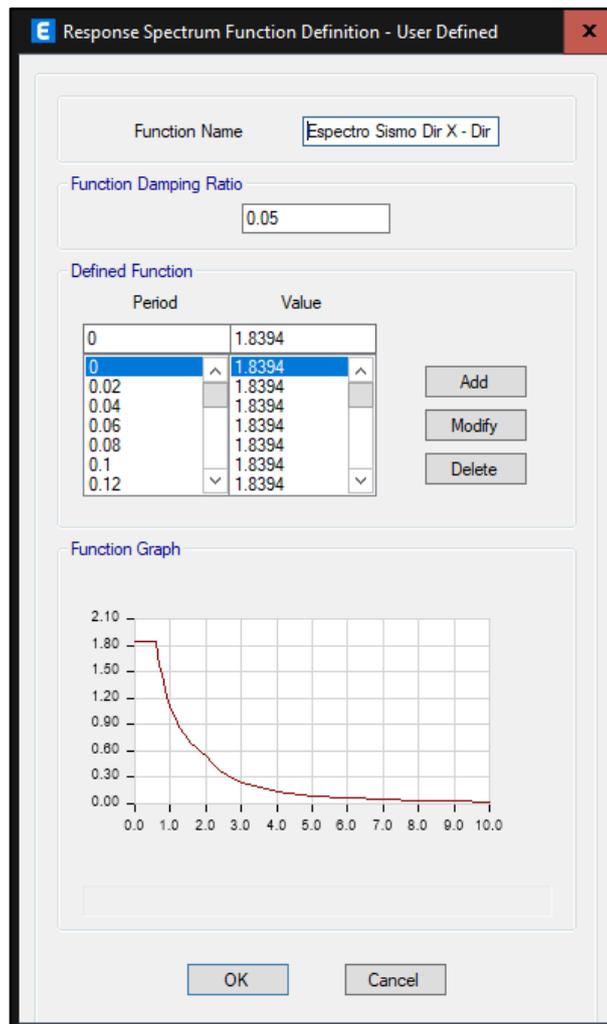
Fuente: Etabs 2019

4.6.3.5. Definición y Asignación de Cargas Dinámicas

Dentro del programa ETABS 19 se ingresaron los espectros de pseudo-aceleraciones para cada dirección de análisis y se determinó el peso de la edificación de acuerdo con el Artículo 26.- Estimación del Peso (P) de la Norma E030 Diseño Sismorresistente para generar los casos de carga dinámicos que se muestran a continuación donde se ingresó al programa una excentricidad accidental del 5%.

Figura 27

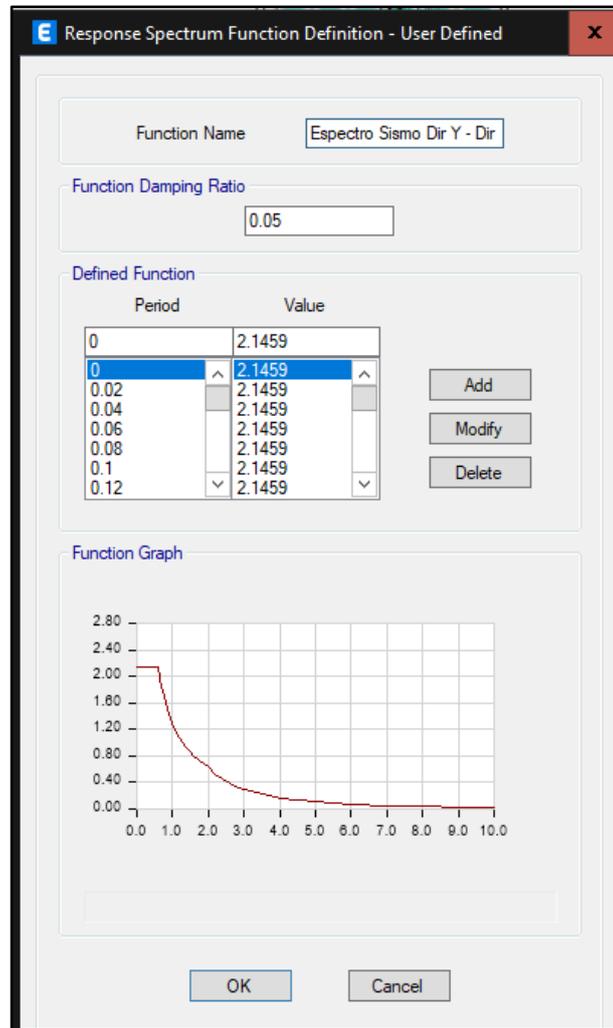
Definición de Espectro en la Dirección X-X



Fuente: Etabs 2019

Figura 28

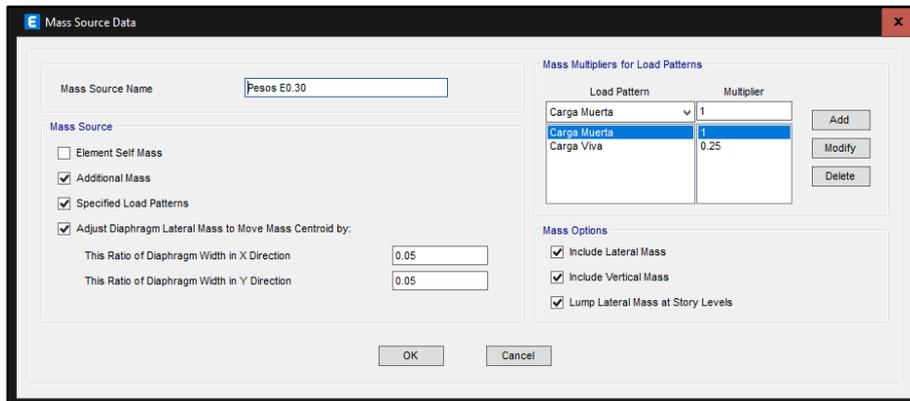
Definición de Espectro en la Dirección Y-Y



Fuente: Etabs 2019

Figura 29

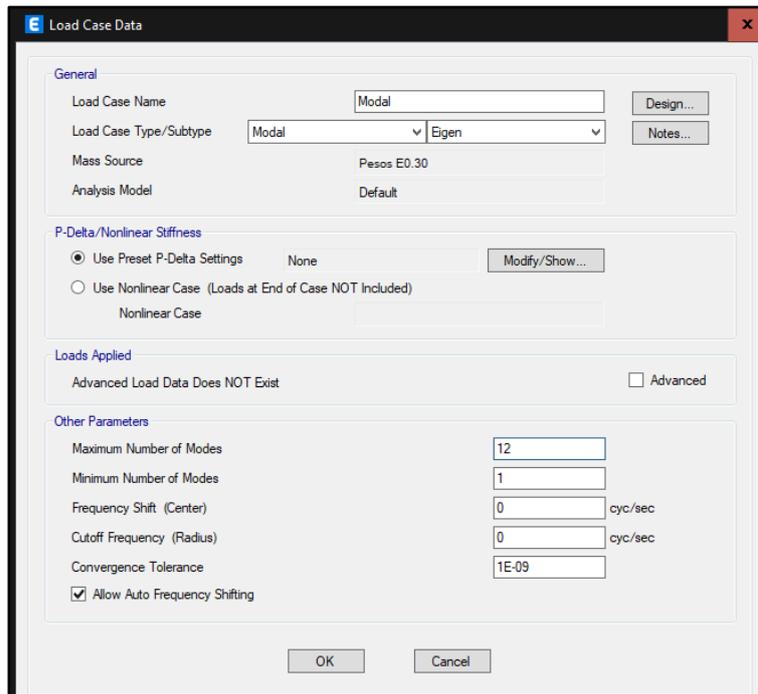
Estimación del Peso



Fuente: Etabs 2019

Figura 30

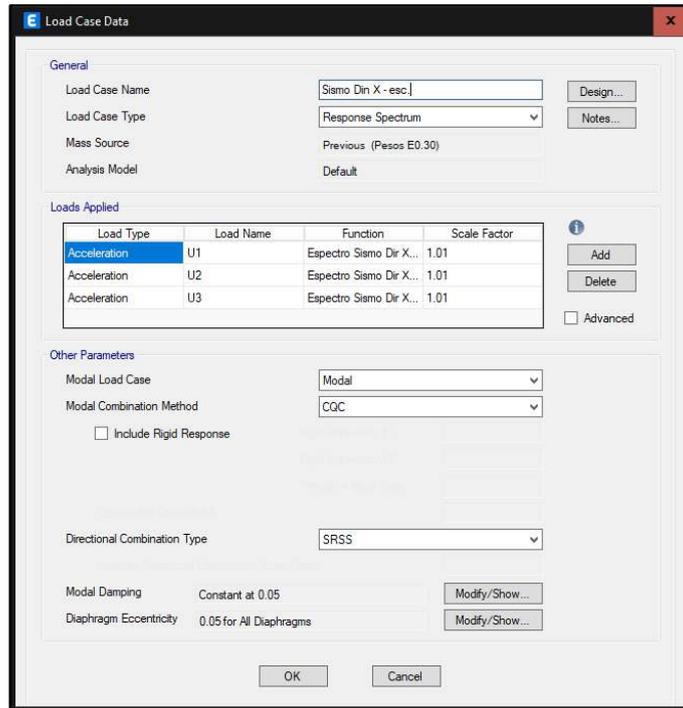
Definición del Caso Modal



Fuente: Etabs 2019

Figura 31

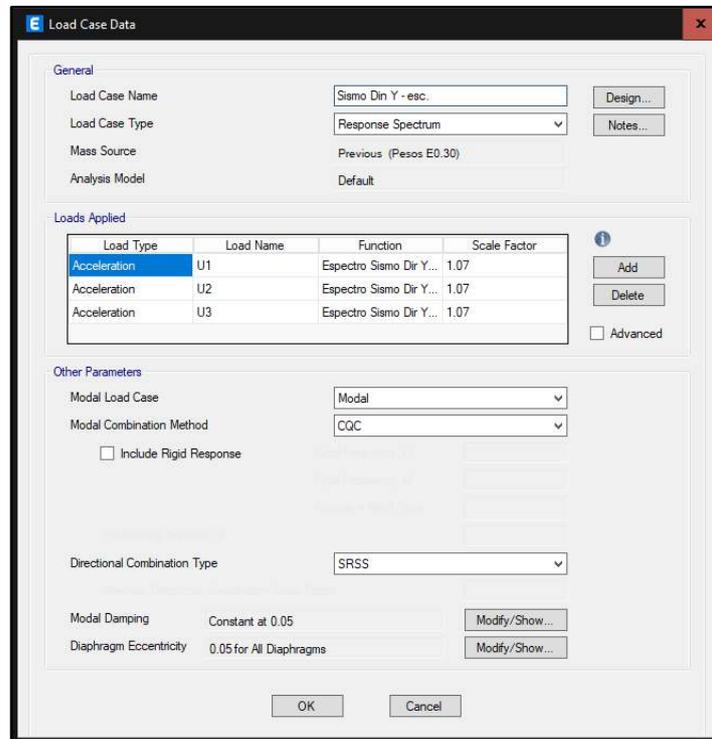
Definición del Sismo Dinámico en la Dirección X-X



Fuente: Etabs 2019

Figura 32

Definición del Sismo Dinámico en la Dirección Y-Y



Fuente: Etabs 2019

4.6.4. Resultados y comprobaciones según la norma e030 2018

4.6.4.1. Resultados Generales

Al realizar el análisis en el programa ETABS 19 se obtuvieron las masas y pesos del edificio, también se observa el centro de masas y rigideces de cada diafragma rígido, así como las respectivas excentricidades.

Tabla 15

Resultados Generales

Nivel	Altura	Diafragma	Masa	Peso	Centro de Masas		Centro de Rigidez		Excentricidad	
					XCM	YCM	XCR	YCR	ex	ey
					m	m	m	m	m	m
	m		tonf- s ² /m	Ton						
Piso 04	2.80	Diafragma Azotea	5.17	50.76	3.38	8.22	2.64	8.58	0.74	-0.36
Piso 03	2.80	Diafragma Techo N°03	7.19	70.51	3.40	8.36	2.67	8.82	0.73	-0.46
Piso 02	2.80	Diafragma Techo N°02	7.19	70.51	3.40	8.36	2.71	9.17	0.69	-0.81
Piso 01	4.55	Diafragma Techo N°01	7.65	75.05	3.45	8.52	2.82	9.75	0.63	-1.23

Fuente: Etabs 2019

4.6.4.2. Resultados Modales

De acuerdo con el programa ETABS 19 se determinó que según el análisis sísmico dinámico los etapas fundamentales de la estructura en cada orientación de análisis donde se establecieron 12 modos de vibración el cual cumple con el 90% de la suma de las masas participante como mínimo, según el Artículo 29.- Análisis Dinámico Modal Espectral (NTP E030 2018) porque lo que se obtuvieron los siguientes periodos.

Tabla 16*Periodos Fundamentales de la Estructura*

Modo Predominante	Dir. Análisis	% Participación	Periodo
2	Dir X	88.46%	0.365
1	Dir Y	81.60%	0.416
3	Dir Z	80.77%	0.317

Fuente: Etabs 2019

4.6.4.3. Comprobación del Cortante Estático y Cortante Dinámico

Haciendo uso del software ETABS 19 se determinó según el análisis sísmico estático y dinámico los cortantes de cada piso, según el Artículo 29.4. Fuerza Cortante Mínima indica que, esto se realizó para cada una de las direcciones del análisis, en el primer entrepiso del edificio la fuerza cortante no puede ser menor que el 80% del valor hallado de acuerdo con el artículo 25 para estructuras usuales, ni menor que el 90% para estructuras irregulares. Al tratarse de una estructura irregular se hicieron las comprobaciones, por lo que se tiene que aplicar un escalar en el sismo dinámico en ambas direcciones para cumplir con los parámetros de la norma.

Tabla 17*Cortante Estático vs Cortante Dinámico*

Dirección de Análisis	V Estatico	V Dinamico	Tipo de Estructura	Caso I	Observación	Escalar
Dirección X	56.36	50.21	Irregular	0.890880057	no cumple	1.010
Dirección Y	65.77	55.35	Irregular	0.841569104	no cumple	1.069

Fuente: Etabs 2019

4.6.4.4. Verificación de Derivas

En el software ETABS 19 se calculó según el análisis sísmico dinámico los desplazamientos máximos de cada piso, según Artículo 31.- Determinación de Desplazamientos Laterales el Artículo 32.- Desplazamientos Laterales

Relativos Admisibles se verificaron las derivas de entrepiso en ambas direcciones de análisis, por lo que a nivel estructural tiene una correcta rigidez por lo que cumple con los desplazamientos relativos en ambas direcciones.

Figura 33

Deriva Sismo Dinámico Dirección X-X

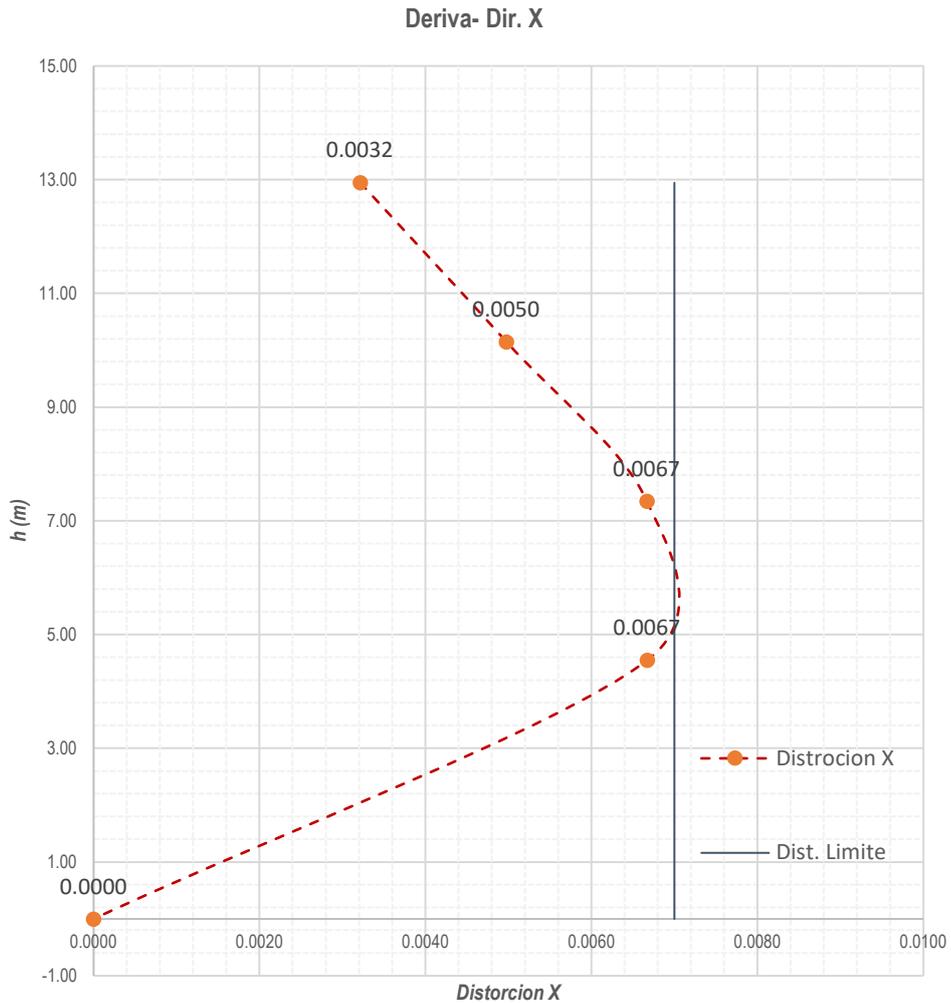
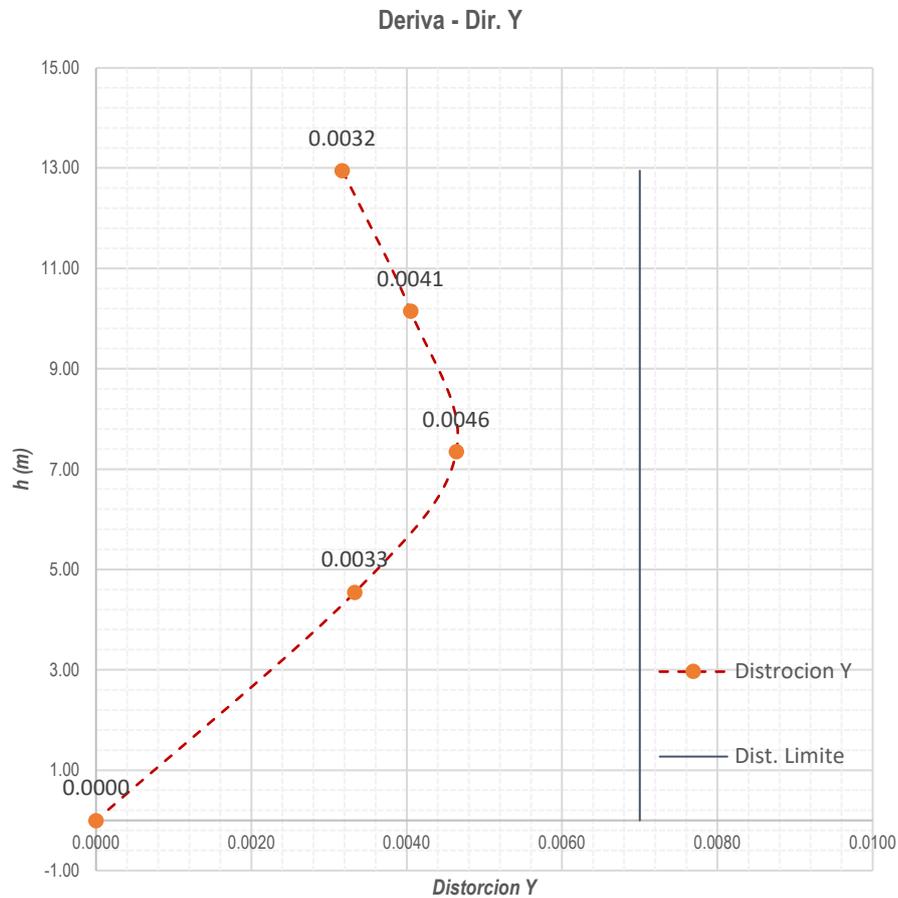


Figura 34

Deriva Sismo Dinámico Dirección Y-Y



4.7. Diseño de elementos de concreto armado

4.7.1. Diseño de vigas

En el diseño de vigas se trabajó con un envolvente el cual considera todas las composiciones establecidas por la norma NTE E. 060 de concreto armado, debido a que igualmente las vigas absorben las cargas generadas por sismo en ambas direcciones y para ello se realizó el diseño de una viga principal y una secundaria considerando la más crítica que se encuentran en el eje 1.

4.7.1.1. Diseño por Flexión

DISEÑO DE VIGA PRINCIPAL

Datos de la viga:

$Base = 0.25\ m$ $Altura = 0.30\ m$

$Longitud = 0.75\ m$ $r = 0.04\ m$

Figura 35

Diagramas de Momentos Flectores en el pórtico del eje 1

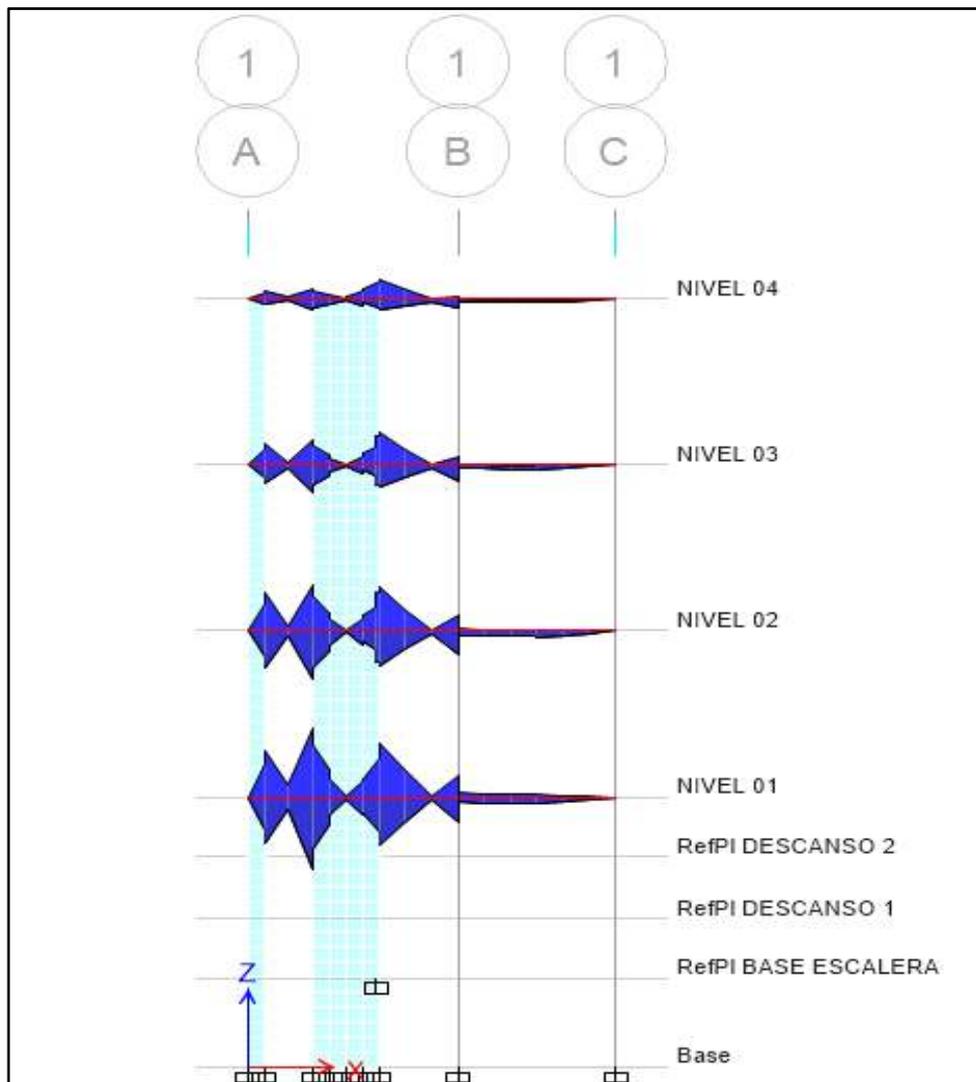
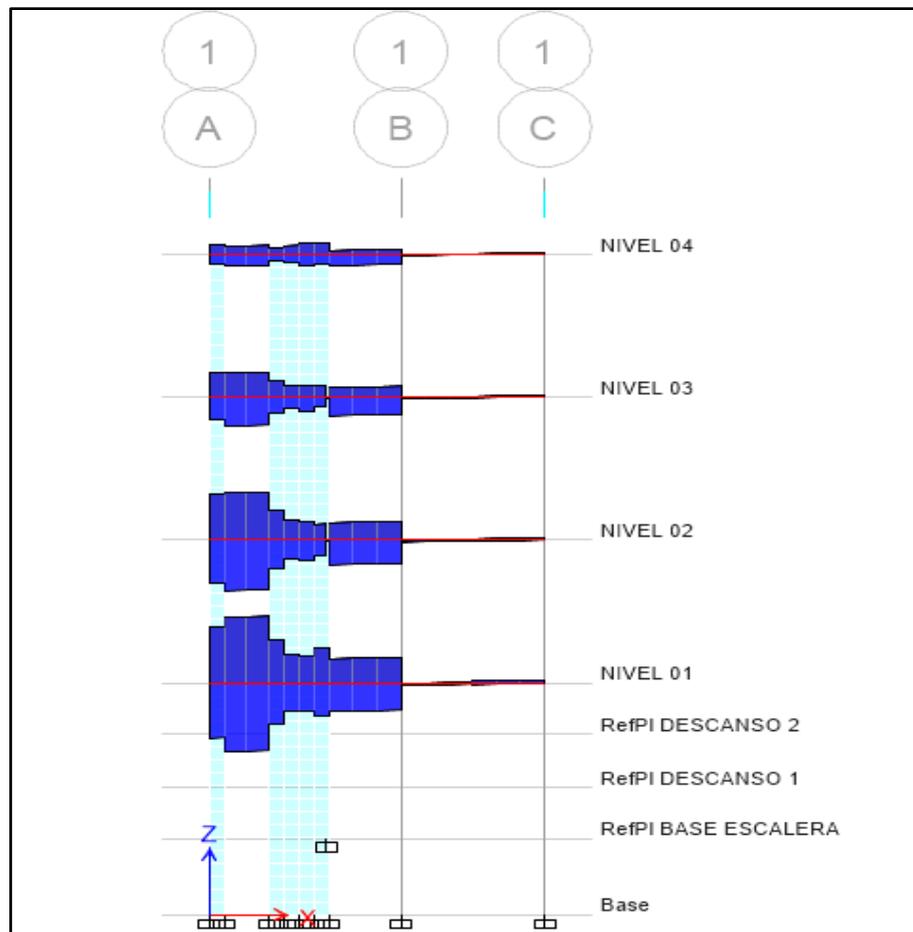


Figura 36

Diagramas de Fuerzas Cortantes en el pórtico del eje 1



Datos

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

$f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$

$\beta = 0.85$

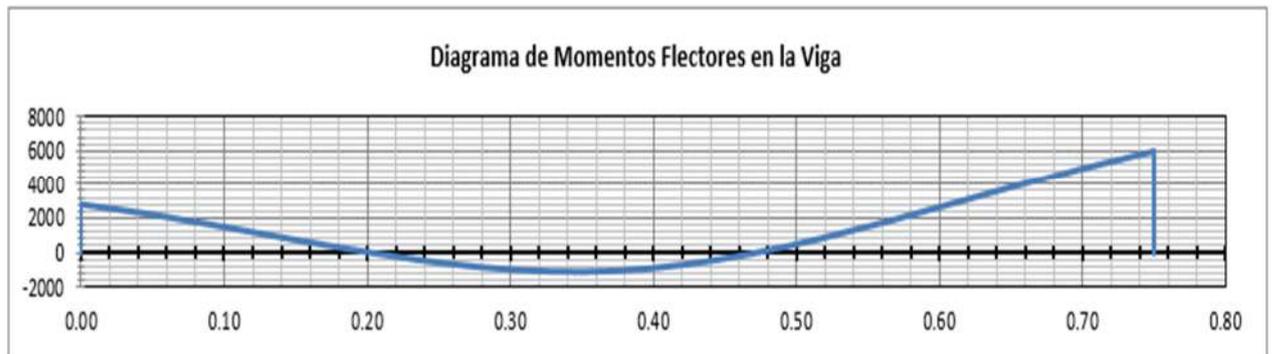
$M_{izq.} = 2829.00 \text{ kg-m}$

$M_{cen.} = 1058.90 \text{ kg-m}$

$M_{der} = 6007.30 \text{ kg-m}$

Figura 37

Diagrama de Momento Flector de Viga Principal



Cálculos previos

Peralte efectivo de la viga:

$$d = 0.26$$

Factor de eje neutro y profundidad:

$$\beta = 0.85$$

Área de acero mínimo 01:

$$A_{s \min} = 14x \frac{bw * d}{f_y} = 2.17 \text{ cm}^2$$

Área de acero mínimo 02:

$$A_{s \min} = 0.70x \frac{\sqrt{f'_c} * bw * d}{f_y} = 1.57 \text{ cm}^2$$

Cuantía Balanceada:

$$\rho_b = 0.85x \frac{\beta * f'_c}{f_y} * \left(\frac{6000}{6000 + f_y} \right) = 0.02125$$

Cuantía Máxima : $0.75\rho b = 0.0159375$

Cuantía Recomendada : $0.50\rho b = 0.010625$

Cuantía para deflexión : $0.19\rho b = 0.0040375$

Cálculo de las áreas de acero requeridas

Apoyo Izquierdo de la viga

$$A_s \text{ min} = 2.17 \text{ cm}^2$$

$$\rho \text{ min} = 0.00333846$$

$$\rho \text{ máx} = 0.0159375$$

$$Mu = 282900 \text{ kg} - \text{cm}$$

$$w_1 = 1.604380$$

$$w_2 = 0.0936200$$

$$\rho = 0.004681$$

$$A_s = 3.04 \text{ cm}^2$$

Varillas de Acero : 2 Ø5/8"(acero continuo) $A_s = 3.96 \text{ cm}^2$ cumple

Parte central de la viga

$$A_s \text{ min} = 2.17 \text{ cm}^2$$

$$\rho \text{ min} = 0.00333846$$

$$\rho \text{ máx} = 0.0159375$$

$$Mu = 105890 \text{ kg} - \text{cm}$$

$$w_1 = 1.6642942$$

$$w_2 = 0.0337058$$

$$\rho = 0.00168528$$

$$A_s = 1.10 \text{ cm}^2$$

Varillas de Acero : 2 Ø5/8"(acero continuo) $A_s = 3.96 \text{ cm}^2$ cumple

Apoyo derecho de la viga

$$A_s \text{ min} = 2.17 \text{ cm}^2$$

$$\rho \text{ min} = 0.00333846$$

$$\rho \text{ máx} = 0.0159375$$

$$M_u = 600730 \text{ kg} - \text{cm}$$

$$w_1 = 1.482741$$

$$w_2 = 0.215259$$

$$\rho = 0.0107630$$

$$A_s = 7.00 \text{ cm}^2$$

Varillas de Acero: 2 Ø5/8" (acero continuo) y 2 Ø5/8" (bastones)

$$A_s = 7.92 \text{ cm}^2 \text{ cumple}$$

Figura 38

Distribución de Acero en viga Principal

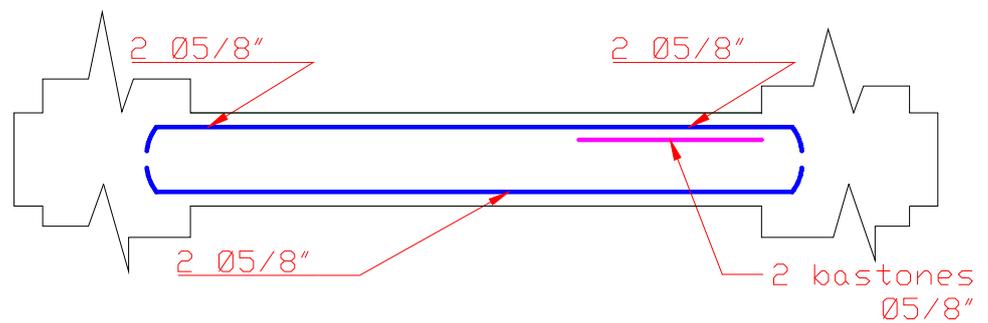


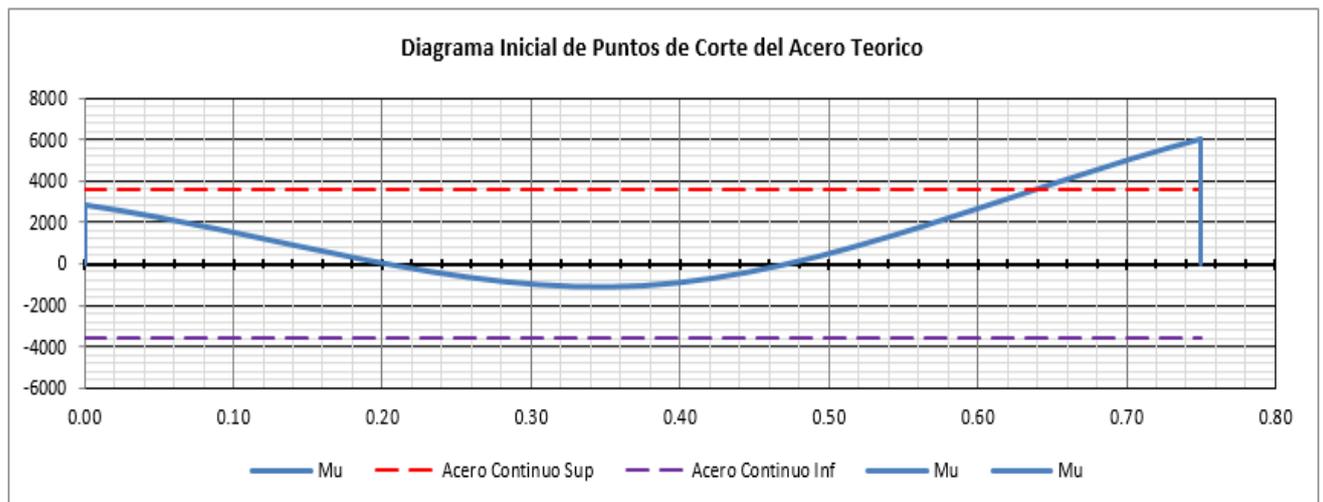
Tabla 18

Análisis del momento resistente por el acero distribuido

Varillas de Acero	Acero Continuo sup. 2 φ 5/8" 0 0	Acero Continuo inf. 2 φ 5/8" 0 0	2 φ 5/8" 0 0 0 0	2 φ 5/8" 0 0 0 0	2 φ 5/8" 0 0 2 φ 5/8" 0 0
As =	3.96 cm ²	3.96 cm ²	3.96 cm ²	3.96 cm ²	7.92 cm ²
As min.=	1.57 cm ²	1.57 cm ²	1.57 cm ²	1.57 cm ²	1.57 cm ²
Condición:	No se verifica	No se verifica	Cumple	Cumple	Cumple
ρ =	0.00609231	0.00609231	0.00609231	0.00609231	0.01218462
ρ máx. =	0.01606402	0.01606402	0.01606402	0.01606402	0.01606402
Condición:	No se verifica	No se verifica	Cumple la ρ	Cumple la ρ	Cumple la ρ
a =	3.58 cm	3.58 cm	5.38 cm	3.58 cm	7.17 cm
Mn =	4026.30 kg-m	4026.30 kg-m	4026.30 kg-m	4026.30 kg-m	7456.55 kg-m
Mu=φMn=	3623.67 kg-m	3623.67 kg-m	3623.67 kg-m	3623.67 kg-m	6710.90 kg-m

Figura 39

Análisis de los puntos teóricos para el corte de acero



DISEÑO DE VIGA SECUNDARIA

Datos

Base = 0.25 m

Altura = 0.25 m

Longitud = 1.80 m

r = 0.04 m

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Mizq. = 2,126.46 kg-m

$f'y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$

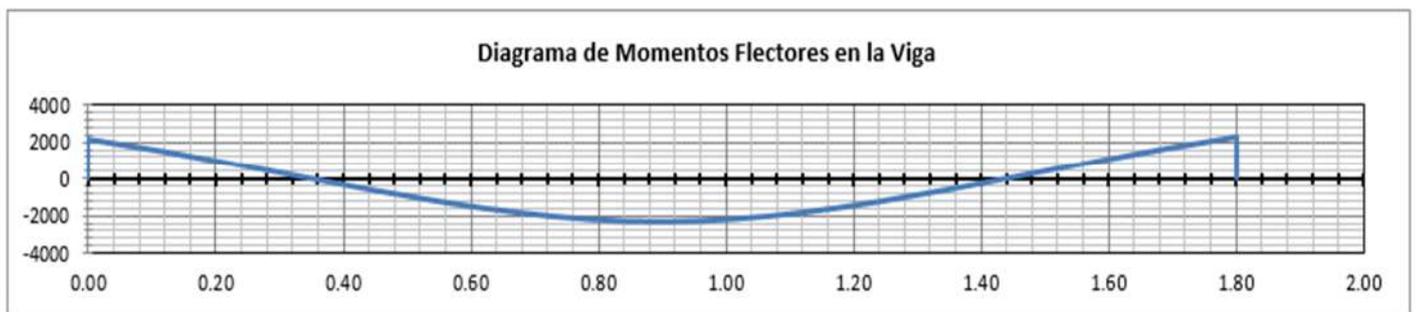
Mcen. = 2,357.70 kg-m

$\beta = 0.85$

Mder = 2,246.95 kg-m

Figura 40

Diagrama de Momento Flector de Viga Secundaria



Cálculos previos

Peralte efectivo de la viga:

d = 0.21

Factor de eje neutro y profundidad:

$\beta = 0.85$

Área de acero mínimo 01:

$$As_{min} = 14x \frac{bw * d}{f'y} = 1.75 \text{ cm}^2$$

Área de acero mínimo 02:

$$As_{min} = 0.70x \frac{\sqrt{f'c} * bw * d}{f'y} = 1.27 \text{ cm}^2$$

Cuantía Balanceada:

$$\bar{A}_s = 3.20 \text{ cm}^2$$

Varillas de Acero : 2 Ø1/2" (acero continuo)
1 Ø3/8" (bastón)

$$\bar{A}_s = 3.29 \text{ cm}^2 \text{ cumple}$$

Apoyo derecho de la viga

$$\bar{A}_s \text{ min} = 1.75 \text{ cm}^2$$

$$\rho \text{ min} = 0.00413333$$

$$\rho \text{ máx} = 0.0159375$$

$$M_u = 224,695.00 \text{ kg} - \text{cm}$$

$$K_u = 20.380499$$

$$\rho = 0.005785$$

$$\bar{A}_s = 3.04 \text{ cm}^2$$

Varillas de Acero : 2 Ø1/2" (acero continuo)
1 Ø3/8" (bastón)

$$\bar{A}_s = 3.29 \text{ cm}^2 \text{ cumple}$$

Figura 41

Distribución de Acero en viga Secundaria

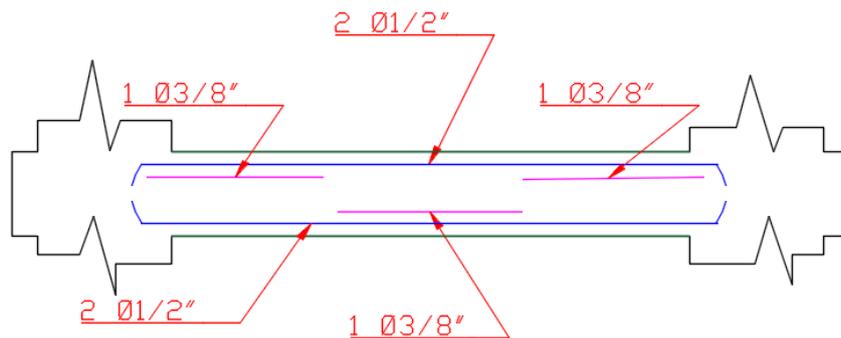


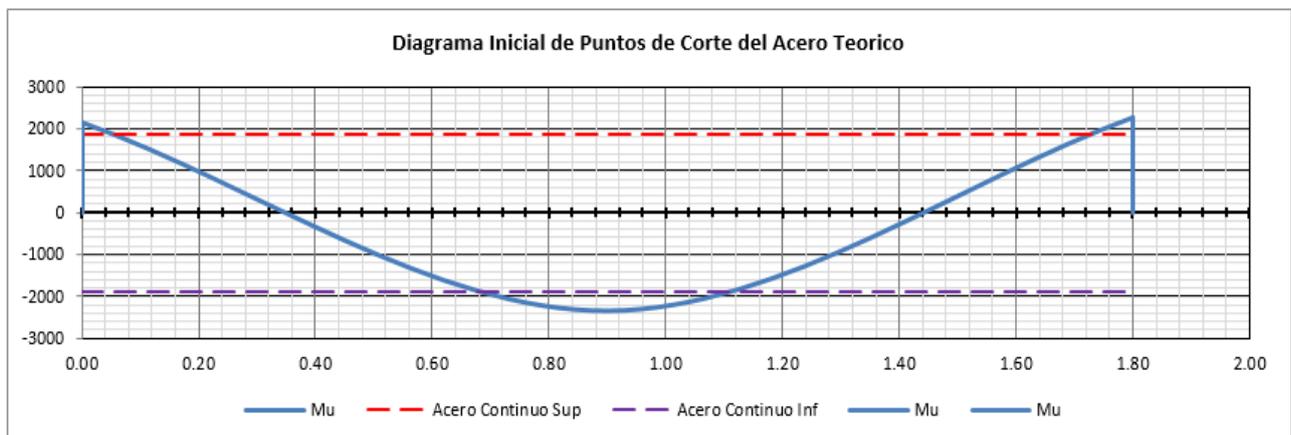
Tabla 19

Análisis del momento resistente por el acero distribuido

Varillas de Acero	Acero Continuo sup. 2 φ 1/2"	Acero Continuo inf. 2 φ 1/2"	Acero izq. 2 φ 1/2" Bastón 1 φ 3/8"	Acero central. 2 φ 1/2" Bastón 1 φ 3/8"	Acero inf. 2 φ 1/2" Bastón 1 φ 3/8"
As =	2.58 cm ²	2.58 cm ²	3.29 cm ²	3.29 cm ²	3.29 cm ²
As min.=	1.27 cm ²	1.27 cm ²	1.27 cm ²	1.27 cm ²	1.27 cm ²
Condición:	No se verifica	No se verifica	Cumple	Cumple	Cumple
ρ =	0.00491429	0.00491429	0.0062667	0.0062667	0.0062667
ρ máx. =	0.0159375	0.0159375	0.0159375	0.0159375	0.0159375
Condición:	No se verifica	No se verifica	Cumple la ρ	Cumple la ρ	Cumple la ρ
a =	2.43 cm	2.43 cm	3.10 cm	3.10 cm	3.10 cm
Mn =	2,144.00 kg-m	2,144.00 kg-m	2,687.84 kg-m	2,687.84 kg-m	2,687.84 kg-m
Mu=φMn=	1,929.60 kg-m	1,929.60 kg-m	2,419.06 kg-m	2,419.06 kg-m	2,419.06 kg-m

Figura 42

Análisis de los puntos teóricos para el corte de acero



4.7.1.2. Diseño por Corte

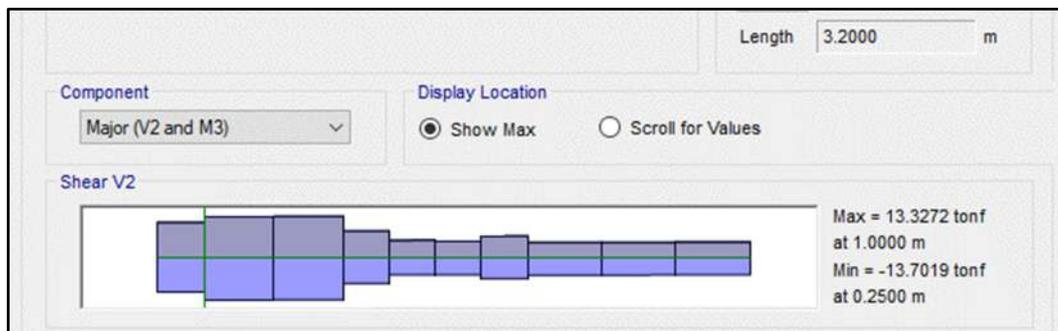
Para el diseño por cortante este se realizó mediante el método por Resistencia teniendo en cuenta que se tiene que cumplir que V_u tiene que ser igual o menor a ϕV_n :

$$V_u \leq \phi V_n$$

$$V_u \leq \phi (V_c + V_s)$$

Figura 43

Diagrama de Fuerzas Cortantes



Datos

$Base = 0.25 \text{ m}$ $Altura = 0.30 \text{ m}$

$r = 0.04 \text{ m}$ $\phi = 0.85$

$V_u = 13327.2 \text{ kg}$

$V_{cm} = 354.48 \text{ kg}$

$V_{cv} = 77.20 \text{ kg}$

Área de acero y momentos nominales

Lado izquierdo

$A_s \text{ sup.} = 3.96 \text{ cm}^2$

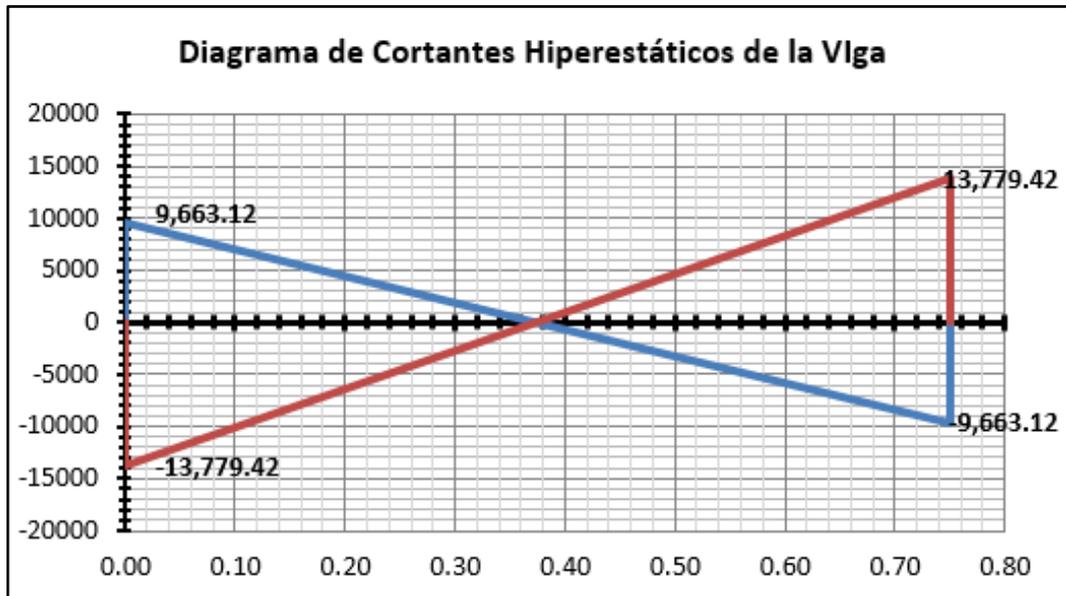
$M_n \text{ sup.} = 3612.94 \text{ kg} - \text{m}$

$A_s \text{ inf.} = 3.96 \text{ cm}^2$

$M_n \text{ inf.} = 3612.94 \text{ kg} - \text{m}$

Figura 44

Diagrama de cortantes hiperestáticos e isostáticos de la viga(izquierdo)



Lado derecho

$I_s \text{ sup.} = 7.92 \text{ cm}^2$

$M_n \text{ sup.} = 6710.90 \text{ kg} - \text{m}$

$I_s \text{ inf.} = 3.96 \text{ cm}^2$

$M_n \text{ inf.} = 3623.67 \text{ kg} - \text{m}$

Figura 45

Diagrama de cortantes hiperestáticos e isostáticos de la viga(derecho)

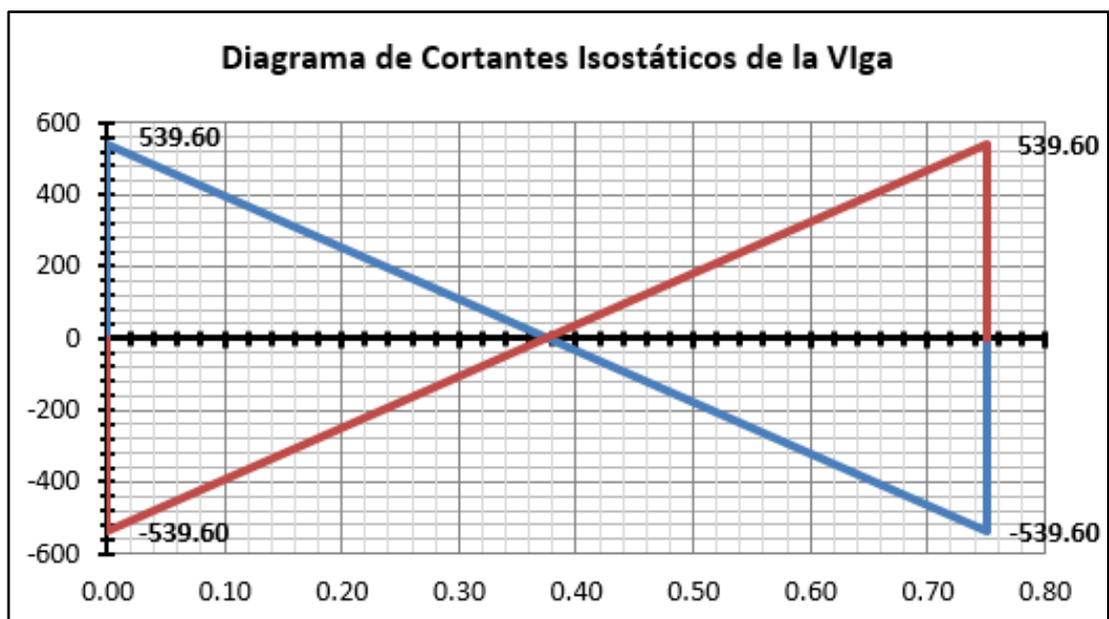
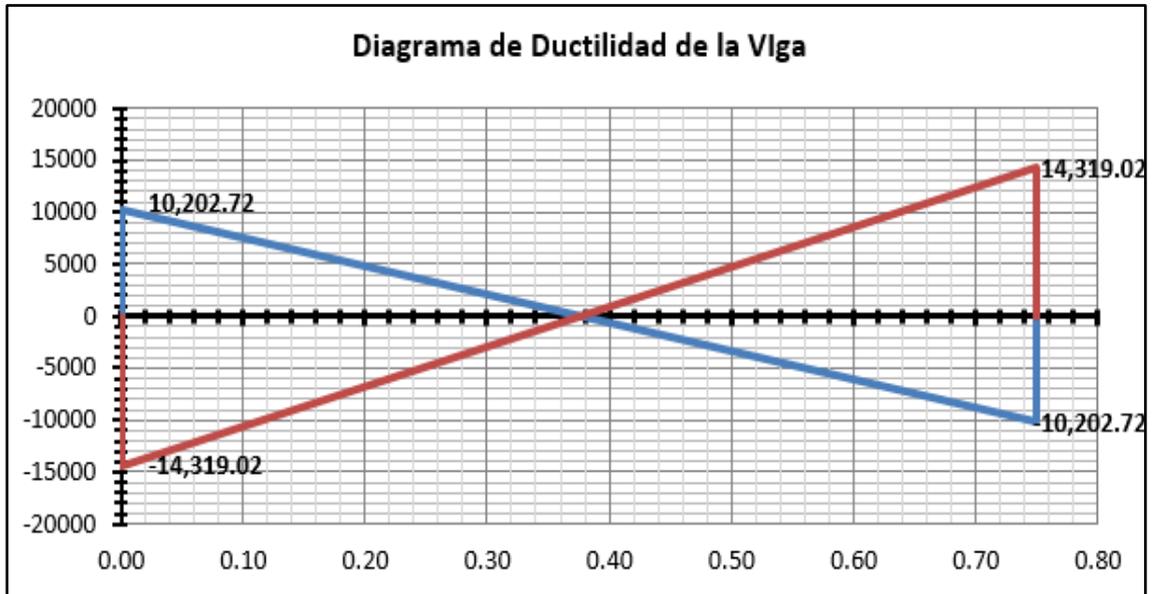


Figura 46

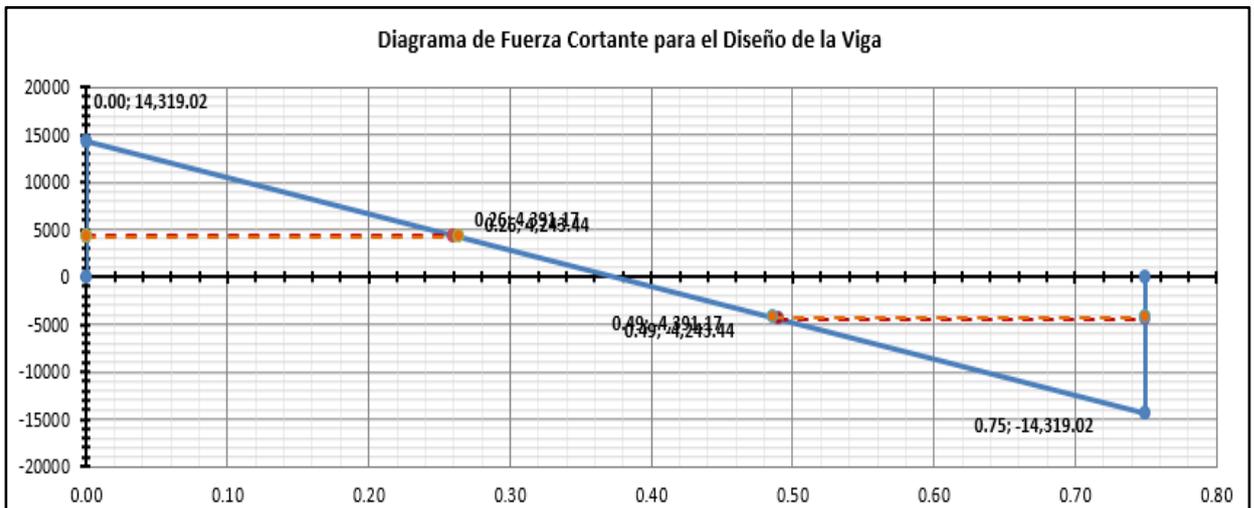
Diagrama de la resultante por ductilidad en la viga



Cortante máximo por requisitos de ductilidad: $V_u = 14319.02 \text{ Kg}$
Cortante máximo obtenido del análisis estructural: $V_u = 13327.20 \text{ Kg}$
Cortante máximo de diseño: $V_u = 14319.02 \text{ Kg}$

Figura 47

Diagrama de fuerzas cortantes para el diseño de la viga



Resistencia del concreto al cortante

$$\phi V_c = 0.85 * 0.53 * b * d * \sqrt{f'_c}$$

$$\phi V_c = 4243.44 \text{ kg}$$

$$V_{ud} = 4391.17 \text{ kg}$$

El corte que debe ser resistido por el acero es:

$$V_s = \left(\frac{V_{ud}}{\phi} \right) - V_c = 173.80 \text{ kg}$$

Resistencia al corte máximo del acero

$$V_{s\text{máx.}} = 2.12 * b * d * \sqrt{f'_c} = 19969.12 \text{ kg} \quad \text{cumple}$$

La separación para estribos verticales, será:

$$\emptyset A_v = \phi 3/8" \quad A_v = 1.42 \text{ cm}^2$$

$$S = \left(\frac{A_v * f_y * d}{V_s} \right) = 892.20 \text{ cm}$$

Se debe verificar la separación máxima de los estribos de acuerdo a las siguientes condiciones:

- Si: $V_u / \phi < V_c / 2$:

$$V_u / \phi = 5,166.08 \text{ kg} \quad V_c / 2 = 2496.14 \text{ kg} \quad \text{no cumple}$$

- Si: $V_u / \phi > V_c / 2$, y, $V_u / \phi < V_c$: $S < d/2$, $S < 60 \text{ cm}$

$$V_u / \phi = 5,166.08 \text{ kg} \quad V_c = 4992.28 \text{ kg} \quad \text{no cumple}$$

- Si: $V_u / \phi > V_c$:

$$\text{Si: } V_u / \phi < 1.06 * b * d * \sqrt{f'_c}. \quad S < d/2, S < 60 \text{ cm}$$

$$V_u / \phi = 5,166.08 \text{ kg} \quad 1.06 * b * d * \sqrt{f'_c} = 9,984.56 \text{ kg} \quad \text{cumple}$$

$$S = 26/2 = 13 \text{ cm}$$

$$\text{Si: } Vu / \phi > 1.06 * b * d * \sqrt{f_c}, \text{ y, } Vu / \phi < 2.12 * b * d * \sqrt{f_c} :$$

$$S < d/4, S < 30 \text{ cm}$$

$$2.12 * b * d * \sqrt{f_c} = 19,969.12 \text{ kg} \quad S = 30 \text{ cm}$$

La separación máxima que tendrán nuestros estribos será de: $S = 13 \text{ cm}$

Distribución final de los estribos en la viga:

Estribos $\phi 3/8"$: 1@0.05 m; 5@0.10 m; Rto. @ 0.125 m

4.7.2. Diseño de columnas

Para diseñar las columnas se seleccionó la más crítica, considerando para el diseño las cargas de con efecto de gravedad y las de sismo, además se realizaron las composiciones de carga establecidas por la NTP E. 060 de concreto armado.

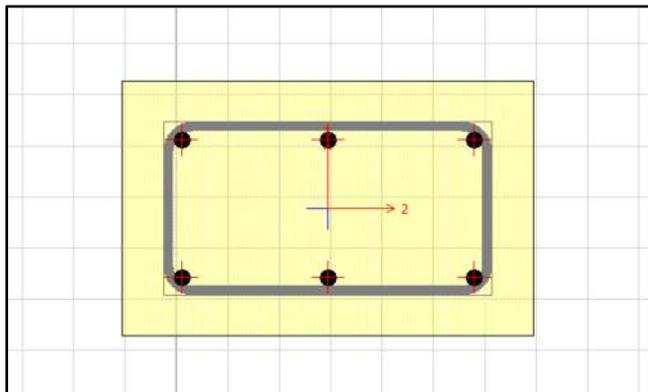
4.7.2.1. Diseño por flexo-compresión

Dado que las extensiones de la columna central son de 40x25 cm, según la norma la cuantía mínima debe ser el 1% y máxima del 6% de la sección bruta del elemento.

$$A_{s \text{ min.}} = 40 * 25 * 0.01 = 10 \text{ cm}^2$$

Figura 48

Modelado de COL-40x25



Datos de Columna

Ancho(b) = 40 cm

Altura(h) = 25 cm

Recubrimiento(re) = 4 cm

Longitud(Ln) = 2.60 m

Para la elaboración del diagrama de interacción se consideró un acero de 6 Ø5/8", lo cual pertenece a un área de acero de 11.88 cm²(1.19%), efectuando de esta forma el rango establecido por la norma.

En el siguiente cuadro se muestran las composiciones de carga en ambas direcciones especificadas por la norma, tanto para carga muerta, carga viva y de sismo

Tabla 20

Esfuerzos últimos de diseño

COMBINACIONES DE DISEÑO	DIRECCIÓN X-X			DIRECCIÓN Y-Y		
	P	M2	M3	P	M2	M3
	ton	ton-m	ton-m	ton	ton-m	ton-m
1.4CM+1.7CV	26.69555	0.09264	0.14472	26.69555	0.09264	0.14472
1.25(CM+CV)+SISXX	25.74178	0.35888	3.03253	26.04648	1.18488	1.26093
1.25(CM+CV)-SISXX	20.06398	-0.20213	-2.78728	19.75928	-1.02813	-1.01568
0.9CM+SISXX	16.19598	0.32235	2.97605	16.50068	1.14835	1.20445
0.9CM-SISXX	10.51818	-0.23865	-2.84375	10.21348	-1.06465	-1.07215
1.25(CM+CV)+SISXX	25.74178	-0.35888	-3.03253	26.04648	-1.18488	-1.26093
1.25(CM+CV)-SISXX	20.06398	0.20213	2.78728	19.75928	1.02813	1.01568
0.9CM+SISXX	16.19598	-0.32235	-2.97605	16.50068	-1.14835	-1.20445
0.9CM-SISXX	10.51818	0.23865	2.84375	10.21348	1.06465	1.07215

Fuente: Elaboración propia

Continuando mostraremos los diagramas de interacción para ambas direcciones:

Figura 49

Diagrama de interacción en dirección X-X

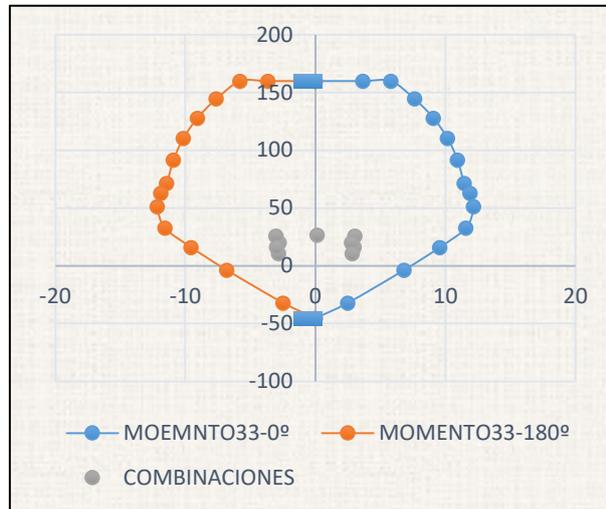
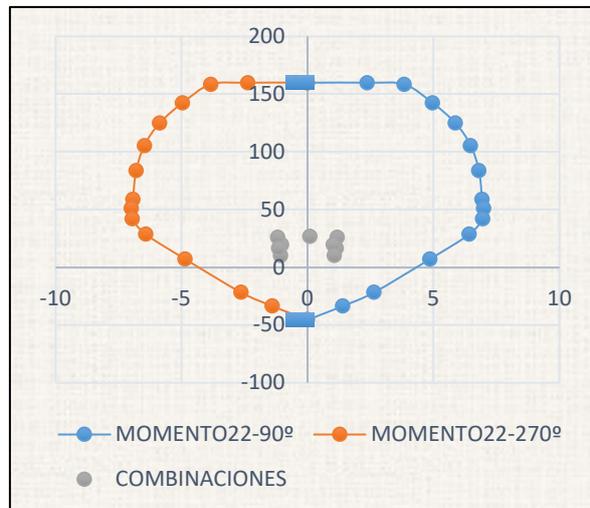


Figura 50

Diagrama de interacción en dirección Y-Y



Como podemos apreciar; en los diagramas de interacción la colocación de acero propuesta satisface la demanda estructural, es decir los esfuerzos últimos (los puntos M_u ; P_u) se hallan por debajo de la curva de interacción y por ende menores a los resistidos por la sección de diseño.

En el caso de que no se hubiese cumplido se habría de considerar un aumento de la cantidad de acero.

4.7.2.1. Diseño por Corte

Para nuestra columna COL-40x25 se establecieron los momentos nominales máximos derivados de los diagramas de interacción. Para ello se realizó una verificación de diseño por fuerza cortante tanto en la dirección xx como en la dirección yy.

Tabla 21

Verificación de diseño por fuerza cortante en la dirección x-x

Combinaciones de Diseño	Pu (tn)	Nu/Ag (kg/cm2)	<>	f'c / 20 (kg/cm2)	Vc (tn)	Vu max (tn)	<>	Vux (tn)
1.4cm+1.7cv	26.70	26.70	>	14.00	10.56	25.38	>	0.10
1.25(cm+cv)+cs	25.74	25.74	>	14.00	10.50	25.38	>	1.21
1.25(cm+cv)-cs	20.06	20.06	>	14.00	10.14	25.38	>	1.05
0.9cm+cs	16.20	16.20	>	14.00	9.89	25.38	>	1.17
0.9cm-cs	10.52	8.13	<	14.00	9.53	25.38	>	1.09

Combinaciones de Diseño	Vs (tn)	N° de Estribos	Av (cm2)	Separac. (cm)
1.4cm+1.7cv	14.82	1 ϕ 3/8"	1.42	8.45
1.25(cm+cv)+cs	14.88	1 ϕ 3/8"	1.42	8.42
1.25(cm+cv)-cs	15.24	1 ϕ 3/8"	1.42	8.22
0.9cm+cs	15.48	1 ϕ 3/8"	1.42	8.09
0.9cm-cs	15.84	1 ϕ 3/8"	1.42	7.91

Tabla 22*Verificación de diseño por fuerza cortante en la dirección y-y*

Combinaciones de Diseño	Pu (tn)	Nu/Ag (kg/cm ²)	<>	f'c / 20 (kg/cm ²)	Vc (tn)	Vu max (tn)	<>	Vuy (tn)
1.4cm+1.7cv	26.70	26.70	>	14.00	10.56	25.38	>	0.24
1.25(cm+cv)+cs	26.05	26.05	>	14.00	10.52	25.38	>	0.65
1.25(cm+cv)-cs	19.76	19.76	>	14.00	10.12	25.38	>	0.29
0.9cm+cs	16.50	16.50	>	14.00	9.91	25.38	>	0.49
0.9cm-cs	10.21	10.21	<	14.00	9.52	25.38	>	0.45

Combinaciones de Diseño	Vs (tn)	N° de Estribos	Av (cm ²)	Separac. (cm)
1.4cm+1.7cv	14.82	1φ3/8"	1.42	8.45
1.25(cm+cv)+cs	14.86	1φ3/8"	1.42	8.43
1.25(cm+cv)-cs	15.26	1φ3/8"	1.42	8.21
0.9cm+cs	15.46	1φ3/8"	1.42	8.10
0.9cm-cs	15.86	1φ3/8"	1.42	7.90

Requerimientos de espaciamientos en elementos Sismo-resistentes

La norma técnica peruana brinda ciertos criterios para lograr el espaciamiento de los elementos que son sometidos a las cargas de sismo tal como se describe a continuación:

La máxima longitud considerada en la zona de confinamiento

- $L_n/6 = 2.60 \text{ m} / 6 = L_o = 43 \text{ cm}$
- $\text{Max} (b; h) = L_o = 40 \text{ cm}$
- $L_o = 50 \text{ cm}$

De los tres valores se considera el mayor valor, $L_o = 50 \text{ cm}$ en ambos extremos de la columna.

Espaciamiento dentro de la zona de confinamiento (S); se considera el valor mínimo que se expresan de la siguiente manera

- $8db = (8 \cdot 1.59) = S = 12.72 \text{ cm}$
- $0.5 (b;h) = (40 \cdot 25) = S = 12.5 \text{ cm}$
- $S = 10 \text{ cm}$

Se considera $S = 10 \text{ cm}$ como valor mínimo, debido a que siempre se recomienda colocar el primer estribo a una distancia de 5 cm en ambos extremos.

Espaciamiento fuera de la zona de confinamiento (S')

- $16 d_b = S' = 25 \text{ cm}$
- $\text{Min}(b,h) = S' = 25 \text{ cm}$
- $30 \text{ cm} = S' = 30 \text{ cm}$

Se considerará el valor mínimo, por lo tanto, $S' = 25 \text{ cm}$

Espaciamiento dentro del nudo viga-columna (S'')

- $S'' = 15 \text{ cm}$

La distribución de los estribos con fierro de $\varnothing 3/8''$ queda establecida finalmente:

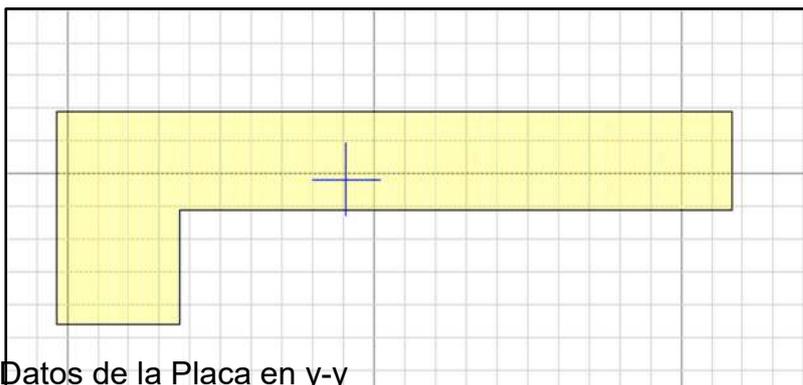
$1@0.05, 5@0.10, Rto@0.25$

4.7.3. Diseño de placas

La placa en L se diseñó, se realizó con las composiciones de cargas de gravedad y cargas de sismo de acuerdo a lo establecido por la normatividad técnica del país.

Figura 51

Placa en L



Espesor(e) = 15 cm

Longitud(L_n) = 1.00 m

$F'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

$f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$

4.7.3.1. Diseño por flexo-compresión

Al igual que los otros elementos estructurales, para el esbozo de placas se tomó la placa más crítica, es decir que aquella que absorba un mayor porcentaje de la fuerza de corte en la base del edificio. Por motivos del diseño arquitectónico se optó por placas con espesores de 15 cm., pero a medida que se realizó el análisis sísmico se tuvo que adicionar placas o muros estructurales con espesores de 20 cm.

La placa crítica, a diseñar se encuentra en los ejes 1 y A en el primer nivel que es donde se encuentran los mayores esfuerzos (cargas y momentos) y el cual se diseñó considerando el envolvente originado por las combinaciones de carga. Así mismo la norma peruana nos establece una cuantía mínima de 0.002 en el refuerzo horizontal y de 0.0015 para el refuerzo vertical.

Tabla 23

Cargas Pu y momentos Mu para el diseño de la placa

Story	Pier	Load	Location	P	V2	V3	T	M2	M3
				tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
NIVEL 01	PL1	Dead	Bottom	-	-0.09200	0.0069	0.00190	0.03040	0.12170
				11.33670		0			
NIVEL 01	PL1	Live	Bottom	-1.05540	-0.02460	0.0012	0.00060	0.00900	0.04980
						0			
NIVEL 01	PL1	Sismo Din X - esc.	Bottom	26.02870	4.21650	1.7175	0.70380	4.51200	13.6918
						0			0
NIVEL 01	PL1	Sismo Din Y - esc.	Bottom	17.35230	5.71790	0.8530	0.43950	2.77500	23.0022
						0			0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24

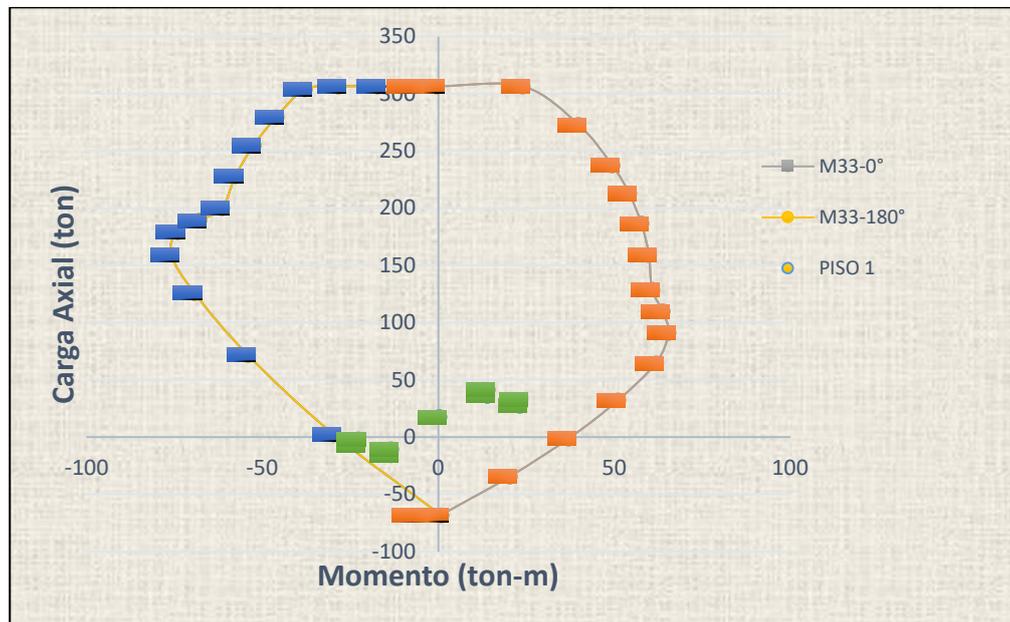
Esfuerzos últimos de diseño

COMBINACIONES DE DISEÑO	P ton	V2 ton	V3 ton	T ton-m	M2 ton-m	M3 ton-m
1.4CM+1.7CV	17.66556	-0.17062	0.01170	0.00368	0.05786	0.25504
1.25(CM+CV)+SISXX	41.51883	4.07075	1.72763	0.70693	4.56125	13.90618
1.25(CM+CV)-SISXX	-10.53858	-4.36225	-1.70738	-0.70068	-4.46275	-13.47743
0.9CM+SISXX	36.23173	4.13370	1.72371	0.70551	4.53936	13.80133
0.9CM-SISXX	-15.82567	-4.29930	-1.71129	-0.70209	-4.48464	-13.58227
1.25(CM+CV)+SISYY	32.84243	5.57215	0.86313	0.44263	2.82425	23.21658
1.25(CM+CV)-SISYY	-1.86218	-5.86365	-0.84288	-0.43638	-2.72575	-22.78783
0.9CM+SISYY	27.55533	5.63510	0.85921	0.44121	2.80236	23.11173
0.9CM-SISYY	-7.14927	-5.80070	-0.84679	-0.43779	-2.74764	-22.89267

Fuente: Elaboración propia

Figura 52

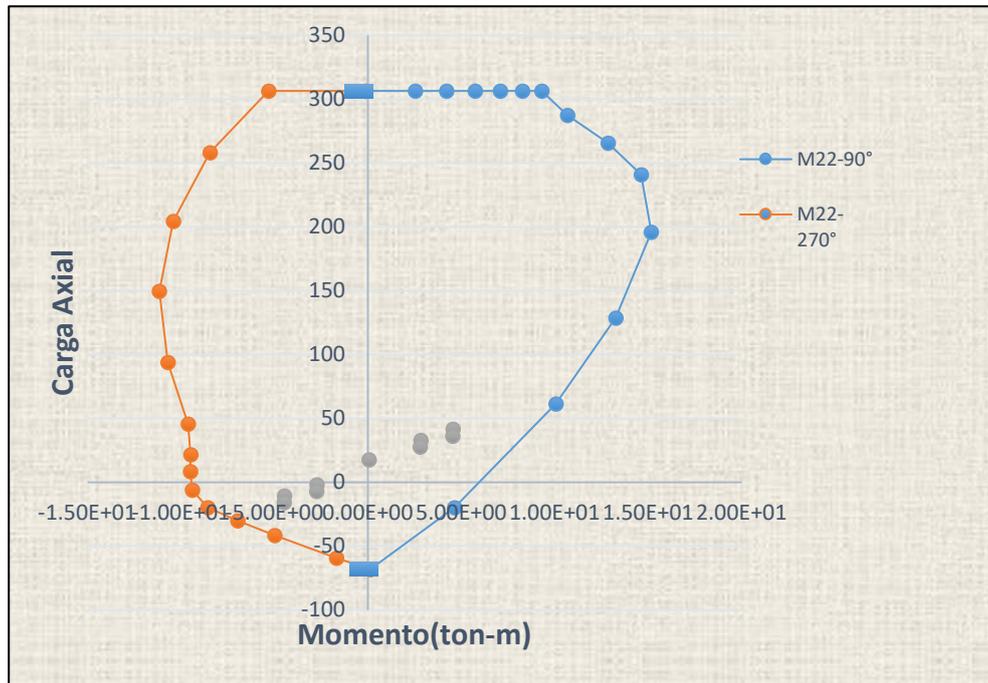
Diagrama de interacción en x-x (P-M33)



Fuente: Elaboración propia.

Figura 53

Diagrama de interacción en y-y (P-M22)

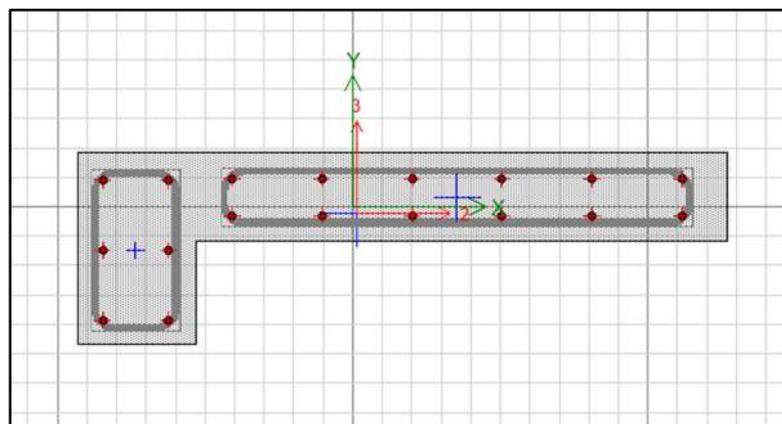


Fuente: Elaboración propia.

Se asignó a la placa un núcleo de confinamiento para lograr una mayor rigidez y ductilidad en la otra dirección, este núcleo de confinamiento tiene una sección de 20x32.5 cm y se le asignó 6 var. Ø1/2" con una separación de 15 cm. Además de ello se asignó a la placa acero en dos capas con 12 varillas de Ø1/2" y separación de 15 cm.

Figura 54

Modelamiento y diseño de placa en L



Como se puede apreciar en los diagramas de interacciones se tiene que el acero asumido en el modelo se adecua con los esfuerzos de las solicitaciones sísmicas, es decir los esfuerzos últimos (los puntos M_u ; P_u) se hallan en la parte inferior de la curva de interacción.

4.7.4. Diseño de losa aligerada

En el diseño de esta edificación las losas aligeradas se realizaron considerando una única dirección, las cuales se diseñan considerando aquellas cargas de gravedad que actúan directamente sobre ella. La sección de la viga de la losa aligerada es la típica viga en forma de T con espesor de 20 cms., teniendo un ancho inferior de 10 cm y un ancho superior de 40 cm y con una altura del ala de 5 cm.

Para su diseño final se tomó en cuenta el momento obtenido por la combinación de cargas de gravedad (carga muerta más carga viva) más desfavorable.

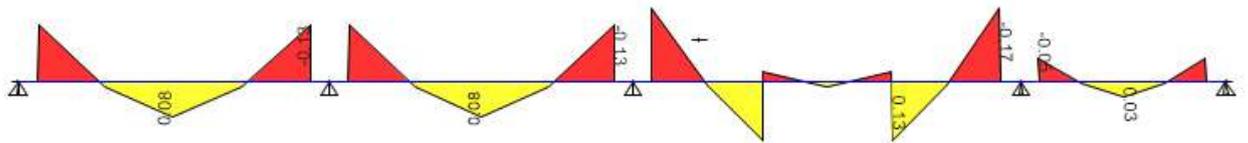
El tramo que se consideró para el diseño de la losa se encuentra entre los ejes A-B y 2-6 en el primer nivel.

Figura 55

Planta de losa aligerada típica



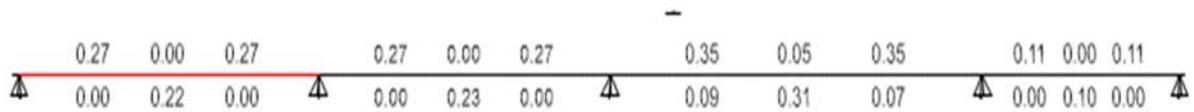
Diagrama de Combinación de Diseño (ton-m)



Fuente: Resultados obtenidos con ETABS

Figura 59

Acero requerido para losa de diseño (cm)



Fuente: Resultados obtenidos de ETABS

4.7.4.1. Diseño por Flexión

Momentos positivos y negativos

En la figura anterior se puede apreciar el área de acero requerido usado en el diseño de la losa aligerada. Para los momentos positivos el bloque comprimido va en la fibra superior, verificando que este no exceda los 5 cm de la losa superior. Y para los momentos negativos el bloque comprimido va en la parte inferior de la fibra y debe cumplir que este no sea mayor a 15 cm de la losa de la parte inferior ($a < 15$ cm).

Tabla 26*Distribución de Acero en Losa Aligerada*

Datos	Diseño de Acero			
	Tramo 2-3	Tramo 3-4	Tramo 4-5	Tramo 5-6
- Mu (kg)x10 ³	0.130	0.130	0.170	0.054
+ Mu (kg)x10 ³	0.080	0.080	0.135	0.035
b (cm)	40.00	40.00	40.00	40.00
bw (cm)	10.00	10.00	10.00	10.00
h (cm)	20.00	20.00	20.00	20.00
d (cm)	17.50	17.50	17.50	17.50
As-min (cm ²)	0.41	0.41	0.41	0.41
As-máx (cm ²)	10.84	10.84	10.84	10.84
As - (cm ²)	0.27	0.27	0.35	0.11
a (cm)	0.13	0.13	0.170	0.053
As + (cm ²)	0.22	0.23	0.31	0.10
a (cm)	0.078	0.078	0.132	0.035
Nº Varillas				
1/8" (cm ²)	0.71	0.71	0.71	0.71
Diseño (-)	1Ø3/8"	1Ø3/8"	1Ø3/8"	1Ø3/8"
Diseño (+)	1Ø3/8"	1Ø3/8"	1Ø3/8"	1Ø3/8"
	<i>cumple</i>	<i>cumple</i>	<i>cumple</i>	<i>cumple</i>

Como se puede apreciar en el cuadro para los momentos positivos "a" no excede los 5cm por lo que se puede asumir que la vigueta realiza el trabajo como una viga rectangular de b=40 cm, y en el caso de los momentos negativos "a" no es mayor a 15 cm por lo que se está cumpliendo con el diseño.

4.7.4.2. Diseño por cortante

Cuando se diseñan las viguetas de las losas aligeradas se debe hacer una verificación por corte, que consiste en que la sección del concreto de la vigueta sea capaz de resistir toda la fuerza cortante última que se consigue a través del diagrama de fuerzas cortantes de la combinación de diseño.

Está verificación debe cumplir que $\phi V_c \geq V_u$. Según la norma $\phi V_c \geq$, se calcula de la siguiente manera:

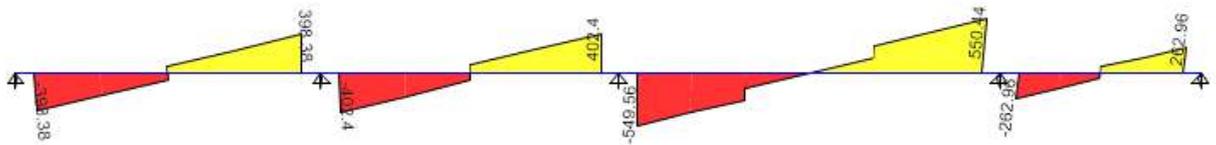
$$\phi V_c = 0.85 \times 1.1 \times 0.53 \sqrt{f'c} b w x d$$

$$\phi V_c = 0.85 \times 1.1 \times 0.53 \sqrt{f'c} 210 \times 10 \times 0.10 \times 0.175$$

$$\phi V_c = 1.26 \text{ tn}$$

Figura 60

Diagrama de Cortantes de la combinación de Diseño (kg)



Como podemos observar la fuerza cortante ultima obtenida del diagrama de cortantes de la combinación de diseño llega a un valor de 550.44 kg el cual es menor a $\phi V_c = 1260 \text{ kg}$ por lo tanto se cumple que:

$$\phi V_c \geq V_u$$

$$1260 \text{ kg} \geq 550.44$$

De acuerdo a esto ya no será necesario ensanchar la base de la vigueta para que pueda resistir la cortante máxima.

4.7.4.3. Cálculo del acero de refuerzo por Temperatura

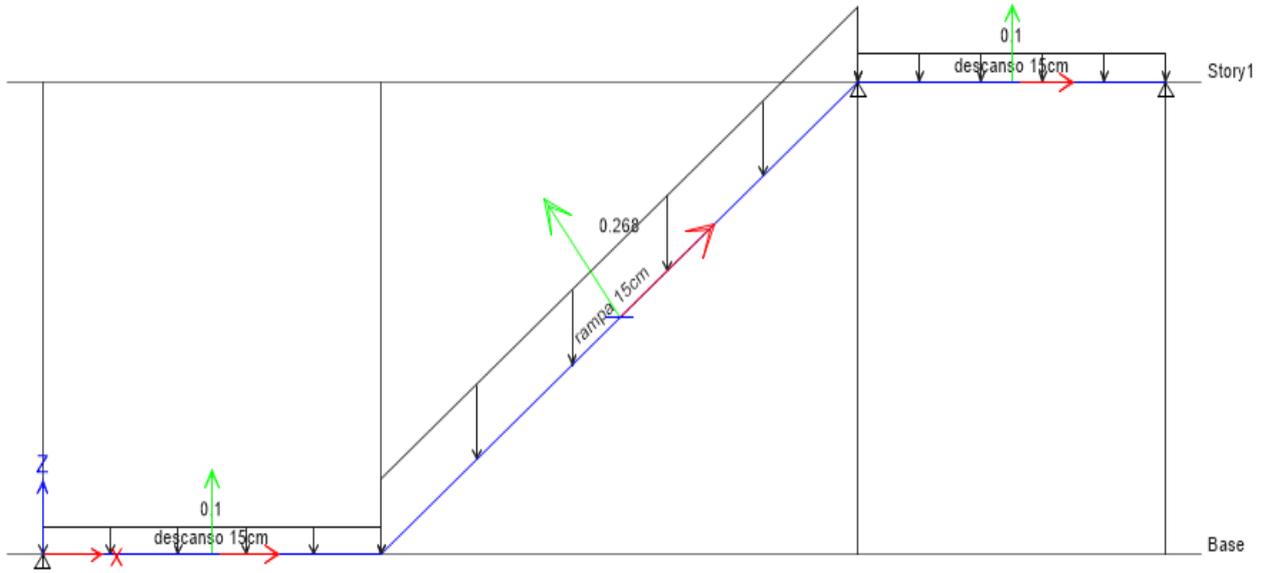
$$A_{S_{T^o}} = 0.0025 * 100 * 5 = 1.25 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Espaciamiento: Para varillas lisas $\emptyset 1/4"$ el espaciamiento está dado por.

$$s = \frac{0.32}{1.25} = 26 \text{ cm}$$

Figura 61

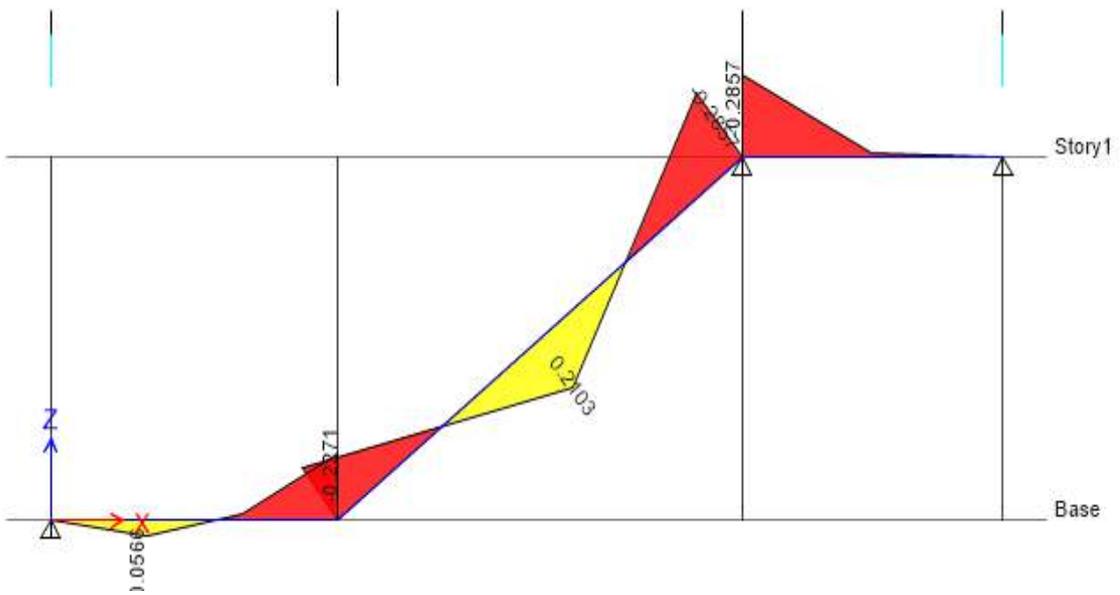
Metrado de cargas



Fuente: Resultados obtenidos de ETABS

Figura 62

Diagrama de Momentos de la Combinación de diseño (ton.m)



Fuente: Resultados obtenidos de ETABS

4.7.5.1. Análisis de esfuerzos en la escalera

Momento Último:

$$Ra = 2.101 \text{ tn} \quad (\text{Reacción en el apoyo})$$

$$Xi = 1.833 \text{ m} \quad (\text{Distancia al cortante cero})$$

$$+Mu = 2.090 \text{ tn.m} \quad (\text{Momento último})$$

Momento de Diseño:

$$Mdiseño = 1 * 2.090 = 2.090 \text{ tn.m} \quad (\text{Momento de diseño en la escalera})$$

Cortante Último:

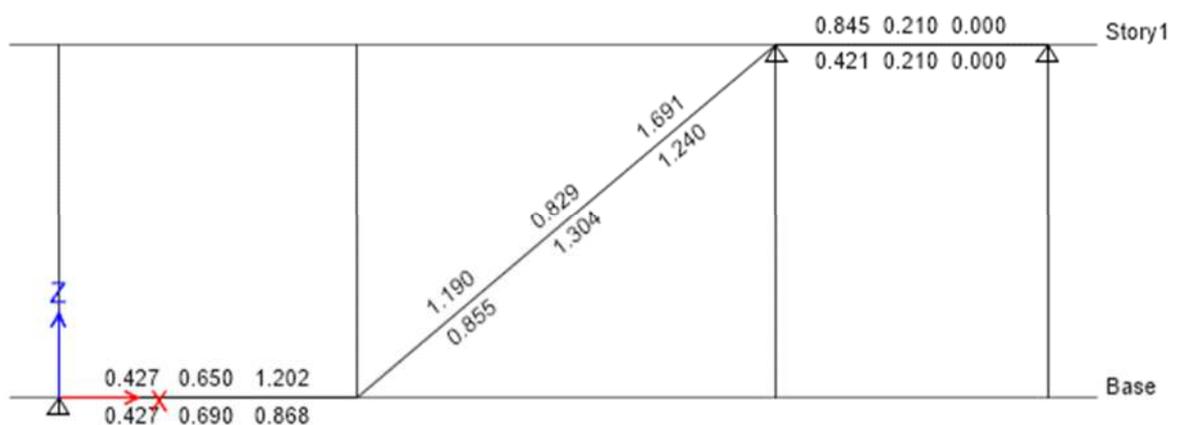
$$Ra = 2.101 \text{ tn} \quad (\text{Reacción en el apoyo derecho})$$

$$Rb = 2.118 \text{ tn} \quad (\text{Reacción en el apoyo izquierdo})$$

$$Vmáx = 2.118 \text{ tn.m} \quad (\text{Cortante máximo})$$

Figura 63

Acero requerido para escalera de diseño (cm) – Tramo II



Fuente: Resultados obtenidos de ETABS

Tabla 28

Diseño de Acero en Escalera

DISEÑO DE ARMADURA EN LA ESCALERA		
Acero Negativo	Acero Positivo	Acero Negativo
Determinación del acero long:	Peralte efectivo: d = 0.120 m	Determinación del acero long:
$-As = \frac{1}{2} + As$		$-As = \frac{1}{2} + As$
-As = 1.35 cm²	$Ast = 0.0018 * b * d$ +As = 2.70 cm²	-As = 1.35 cm²
Distribución acero longitudinal:	Distribución acero longitudinal: Ø3/8" @ 0.30 m	Distribución acero longitudinal:
Ø3/8" @ 0.30 m	Determinación del acero transv:	Ø3/8" @ 0.30 m
Determinación del acero transv:	$Ast = 0.0018 * b * d$ Ast = 2.70 cm²	Determinación del acero transv:
Ast = 0.0018 * b * d Ast = 2.70 cm²	Distribución acero transversal:	$Ast = 0.0018 * b * d$ Ast = 2.70 cm²
Distribución acero transversal:	Ø3/8" @ 0.30 m	Distribución acero transversal:
Ø3/8" @ 0.30 m		Ø3/8" @ 0.30 m

4.7.5.2. Verificación por cortante de la escalera

Cortante último:

$$Vu = 2.118 \text{ tn}$$

$$Vu * \cos\theta = 1.735 \text{ tn}$$

Cortante nominal:

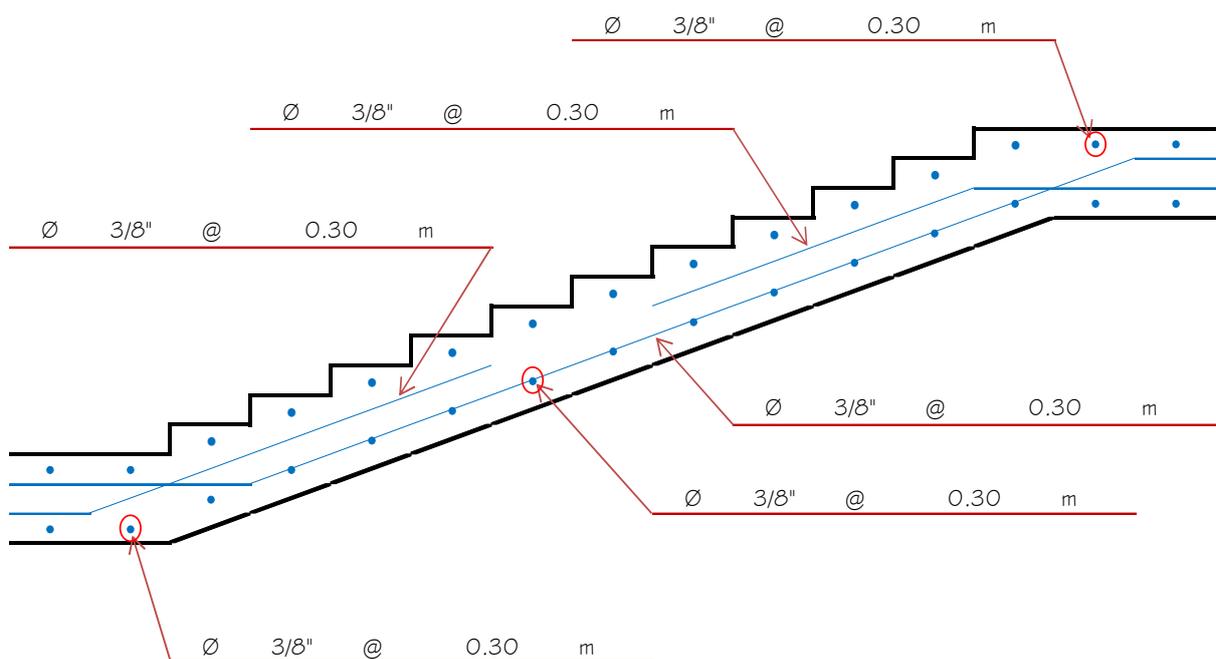
$$Vn = \frac{Vu * \cos\theta}{0.85} = 2.042 \text{ tn}$$

Resistencia del concreto al cortante:

$$Vc = 0.53 * \sqrt{f'c} * b * d = 9.2165 \text{ tn} > Vn$$
$$= 2.042 \text{ tn} \dots\dots\dots \text{cumple}$$

Figura 64

Distribución de acero longitudinal y transversal en escalera (Tramo-II)



4.7.6. Diseño de cimentaciones

Las cimentaciones se realizó a través del software SAFE 2016, donde se consideró una cimentación formada por zapatas aisladas, zapatas conectadas y zapatas combinadas de 50 cm de espesor de acuerdo a las dimensiones establecidas en el plano de cimentaciones, debido a la distribución de placas y columnas; para el diseño se cimento a una profundidad de 2.00 m desde el terreno natural del terreno, a esa profundidad la capacidad admisible del terreno según el examen de mecánica de suelos es de 1.618 kg/cm² y el coeficiente de balasto es de 3.325 kg/cm³, mediante esta consideración se realizó el procedimiento de análisis de cimentaciones cumpliendo con las exigencia de la Norma E050 de Suelos y Cimentaciones y la Norma E060 de Concreto Armado, se calculó la cimentación exportando las cargas de la estructura generados en la base en el software ETABS 19.

4.7.6.1. Definición de las propiedades de los materiales a utilizar

Para las zapatas y vigas de cimentación se utilizó un concreto $f'_c=210$ kg/cm²; de la misma manera para el acero en los elementos se estableció el acero corrugado grado 60 $F_y=4200$ kg/cm², tal como se muestra.

Figura 65

Definición del Concreto $f'c=210$ kg/cm²

Material Property Data

General Data

Material Name: Concreteo f'c=210 kg/cm²

Material Type: Concrete

Material Display Color: Change

Material Notes: Modify/Show Notes

Material Weight

Weight per Unit Volume: 2.4E+03 kgf/m³

Isotropic Property Data

Modulus of Elasticity, E: 217371 kgf/cm²

Poisson's Ratio, U: 0.2

Coefficient of Thermal Expansion, A: 9.9E-06 1/C

Shear Modulus, G: 90571.10466 kgf/cm²

Other Properties for Concrete Materials

Specified Concrete Compressive Strength, f'c: 210 kgf/cm²

Lightweight Concrete

Shear Strength Reduction Factor:

Modulus of Rupture for Cracked Deflections

Program Default (Based on Concrete Slab Design Code)

User Specified:

OK Cancel

Fuente: SAFE 2016

Figura 66

Definición del Acero Corrugado grado 60 $f_y=4200$ kg/cm²

Material Property Data

General Data

Material Name: A615Gr60

Material Type: Rebar

Material Display Color: Change...

Material Notes: Modify/Show Notes

Material Weight

Weight per Unit Volume: 7.849E+03 kgf/m³

Uniaxial Property Data

Modulus of Elasticity, E: 2038902 kgf/cm²

Other Properties for Rebar Materials

Minimum Yield Stress, Fy: 4218.41776 kgf/cm²

Minimum Tensile Stress, Fu: 6327.62664 kgf/cm²

OK Cancel

Fuente: SAFE 2016

Figura 67

Diámetros del Acero Corrugado $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$

Bar ID	Bar Area (cm2)	Bar Diameter (m)
1/4"	0.32	6.35E-003
3/8"	0.71	9.525E-003
1/2"	1.29	0.013
5/8"	2	0.016
3/4"	2.84	0.019
#7	3.87	0.022
#8	5.1	0.025
#9	6.45	0.029
#10	8.19	0.032
#11	10.06	0.036
#14	14.52	0.043
#18	25.81	0.057

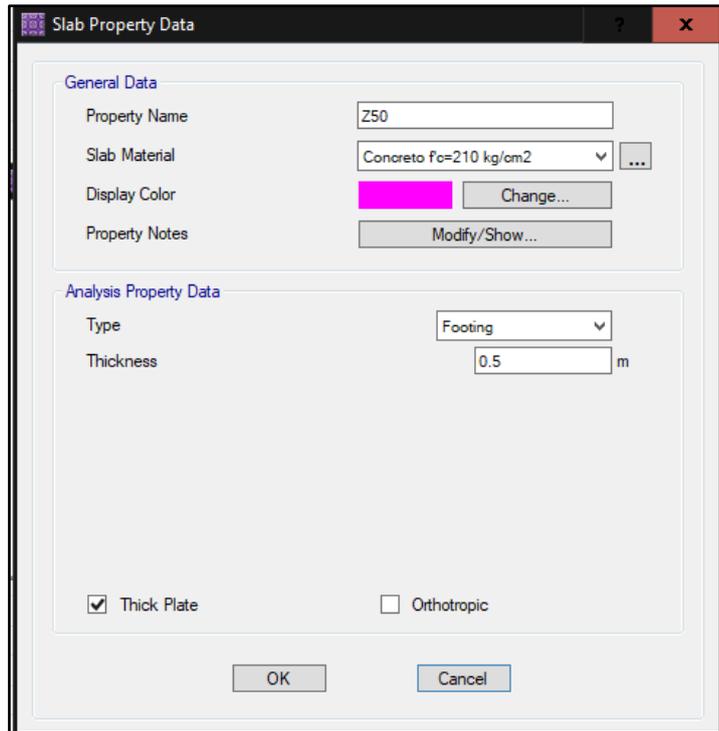
Fuente: SAFE 2016

4.7.6.2. Definición de los Elementos de la Cimentación

Se definieron las dimensiones y espesores de zapatas de acuerdo con la cantidad de pisos de la edificación, la zapata utilizada en la cimentación tiene un espesor de 50 cm, las vigas de cimentación se definieron con una sección de 25x50 cm como se muestra.

Figura 68

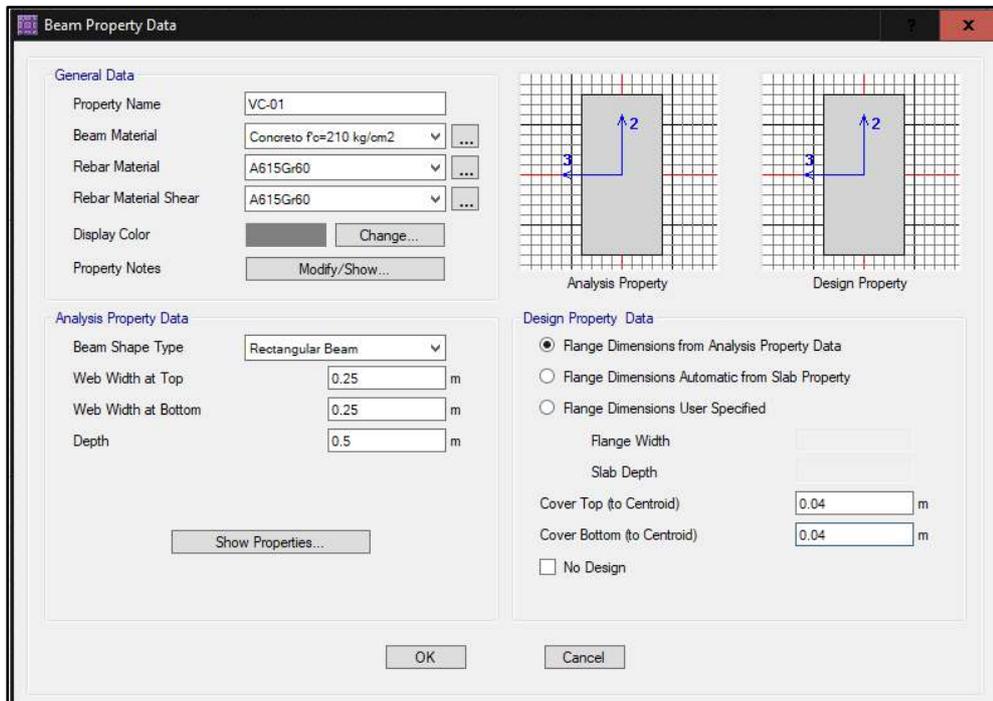
Definición de Espesor de Zapata de 50 cm



Fuente: SAFE 2016

Figura 69

Definición de Viga de Cimentación de 25x50 cm



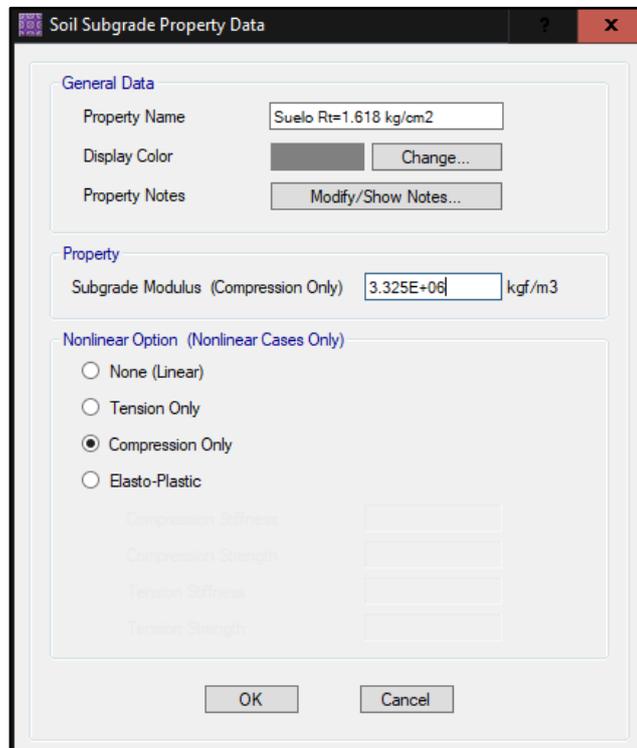
Fuente: SAFE 2016

4.7.6.3. Definición de los Parámetros del Suelo

Se ha definido según el análisis de mecánica de suelos la capacidad admisible del terreno es de 1.618 kg/cm² y el coeficiente de balasto de 3.325 kg/cm³, el cual se ha ingresado al programa SAFE 2016 para la verificación de asentamientos y capacidad portante.

Figura 70

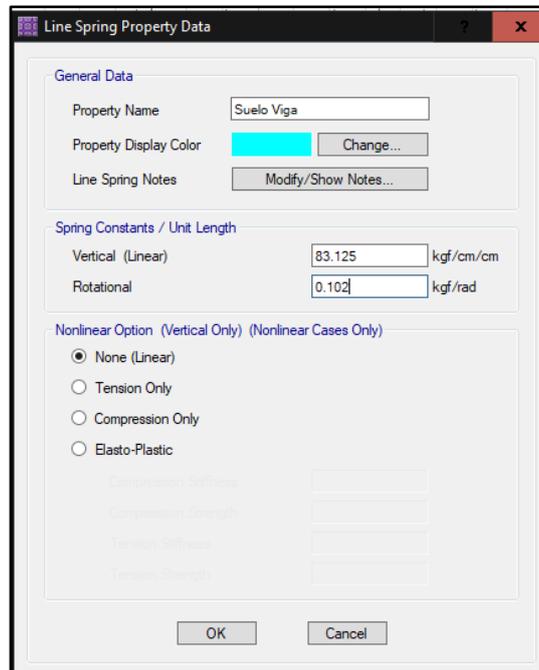
Definición del Suelo para Zapatas



Fuente: SAFE 2016

Figura 71

Definición del Suelo para Vigas de Cimentación



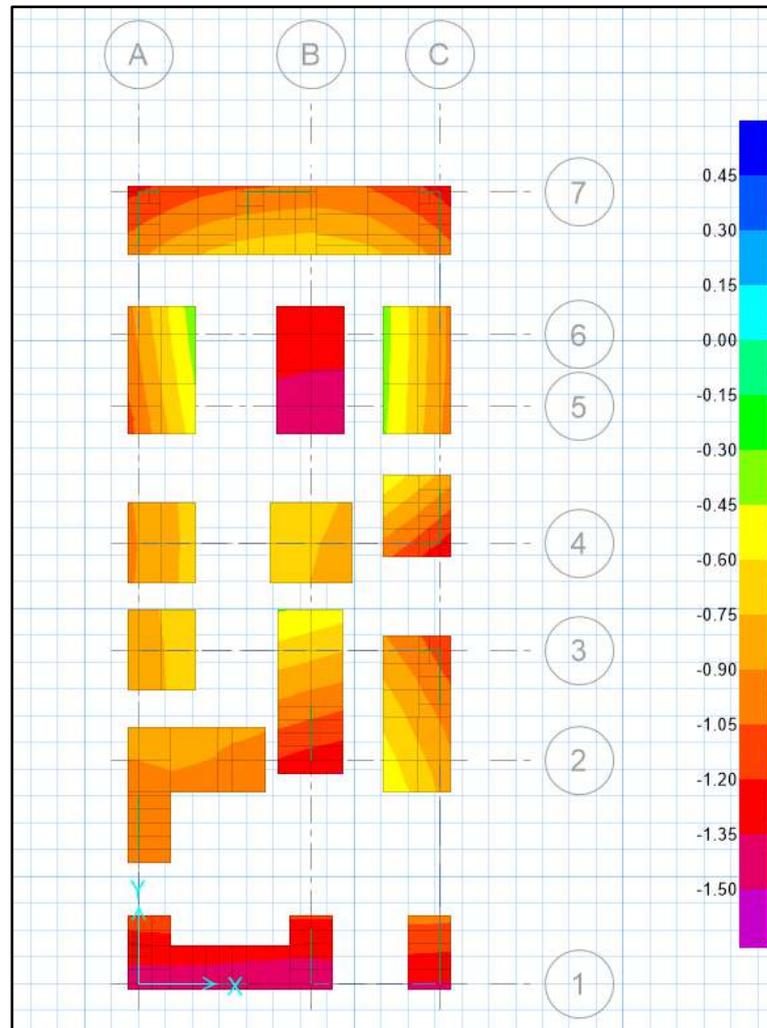
Fuente: SAFE 2016

4.7.6.4. Comprobación de Asentamientos y Capacidad Admisible del Suelo

Para la capacidad admitida del suelo según el estudio es de 1.618 kg/cm², según el cálculo de la cimentación en SAFE 2016, la mayor presión que ejerce la estructura contra el suelo es de 1.45 kg/cm², por lo que cumple con las condiciones de diseño por capacidad admisible.

Figura 72

Presiones Máximas sobre el Suelo

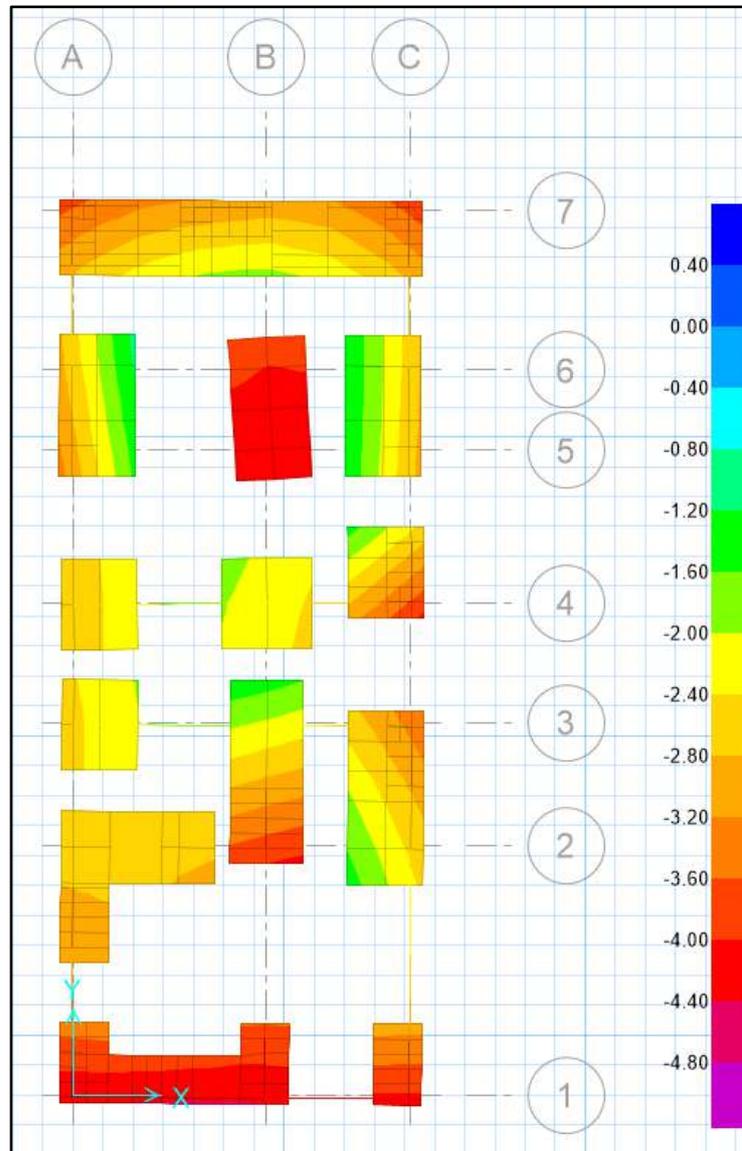


Fuente: SAFE 2016

El asentamiento permisible según el estudio de mecánica de suelos para la edificación es de 25.0 mm, por lo que se muestra un asentamiento máximo de 4.80 mm que cumple con las exigencias permisibles.

Figura 73

Asentamientos Máximos sobre el Suelo



Fuente: SAFE 2016

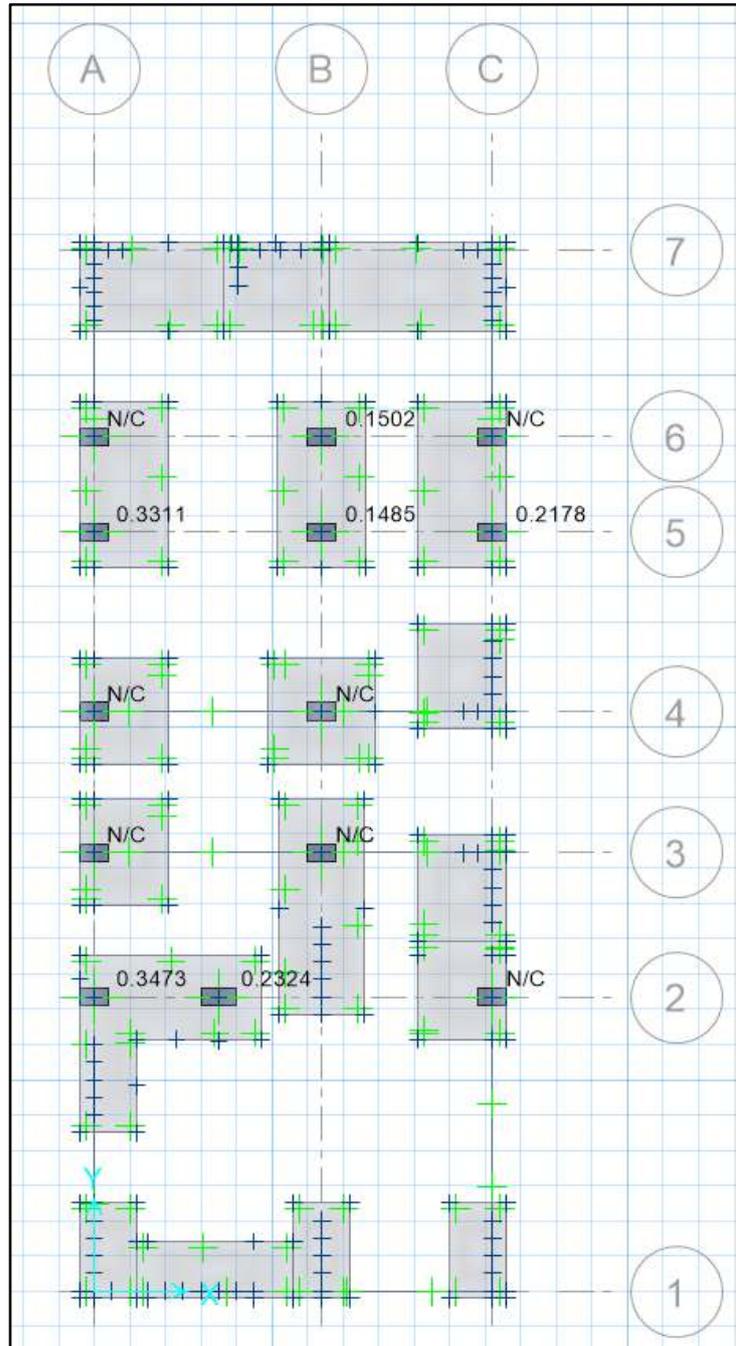
4.7.6.5. Diseño de Acero en Cimentaciones

Para el diseño de cimentación en SAFE 2016 se establecieron las tiras de diseño en ambas direcciones en la zapata, también se definieron las combinaciones de carga correspondiente según la Norma E020 de Cargas;

de acuerdo con el diseño se obtuvieron las cantidades y diámetros de acero definidos en los planos de cimentación.

Figura 74

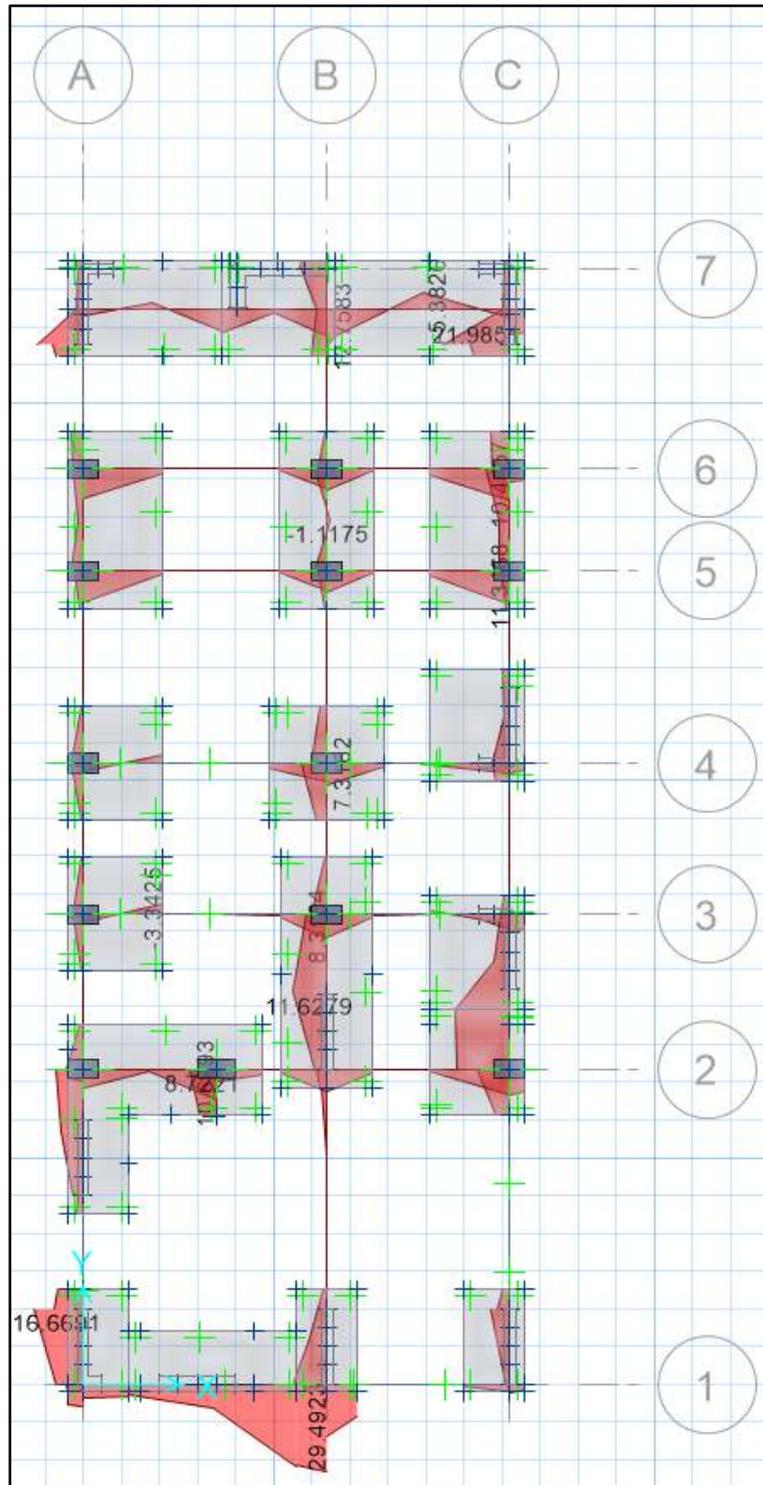
Comprobación por Punzonamiento



Fuente: SAFE 2016

Figura 75

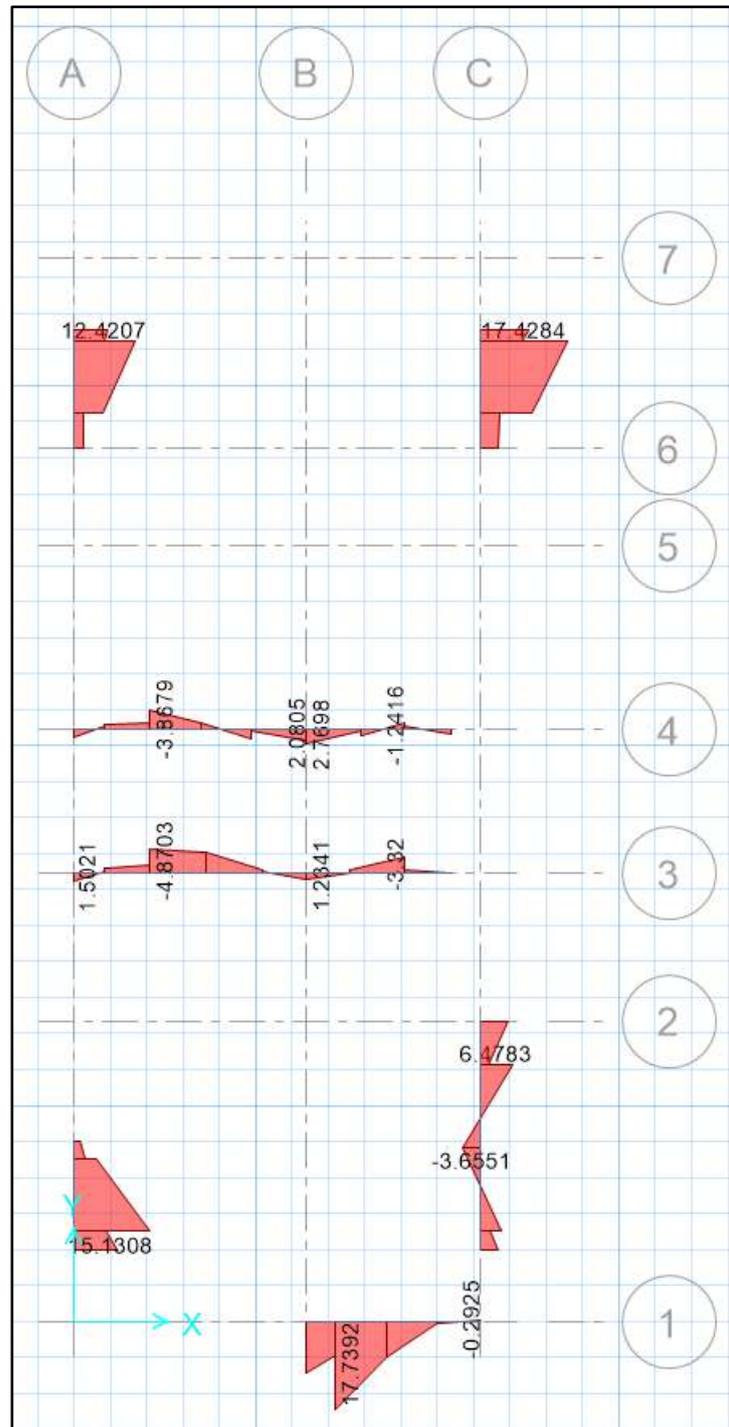
Momentos Flectores en Zapatas



Fuente: SAFE 2016

Figura 76

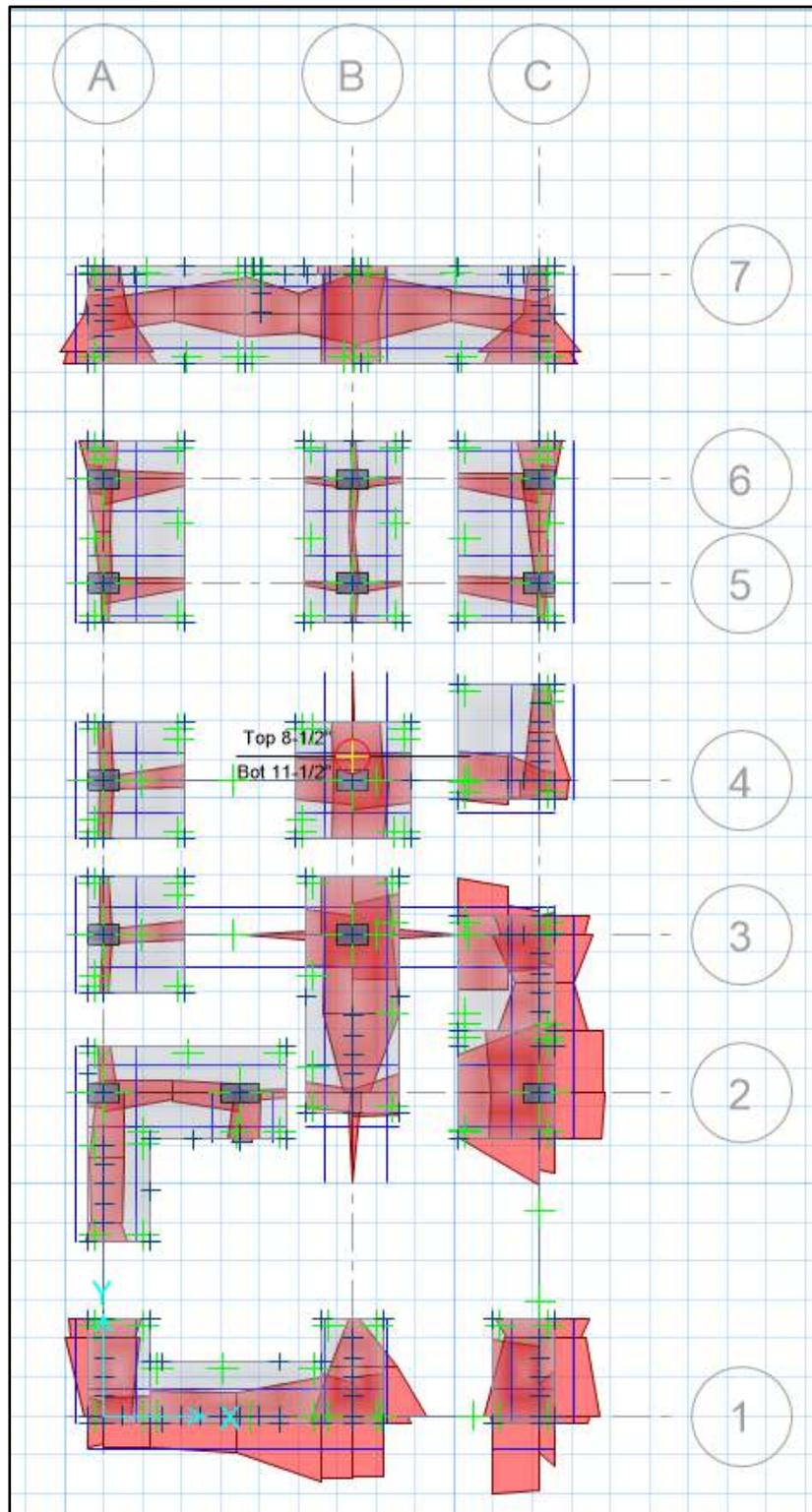
Momentos Flectores en Vigas de Cimentación



Fuente: SAFE 2016

Figura 77

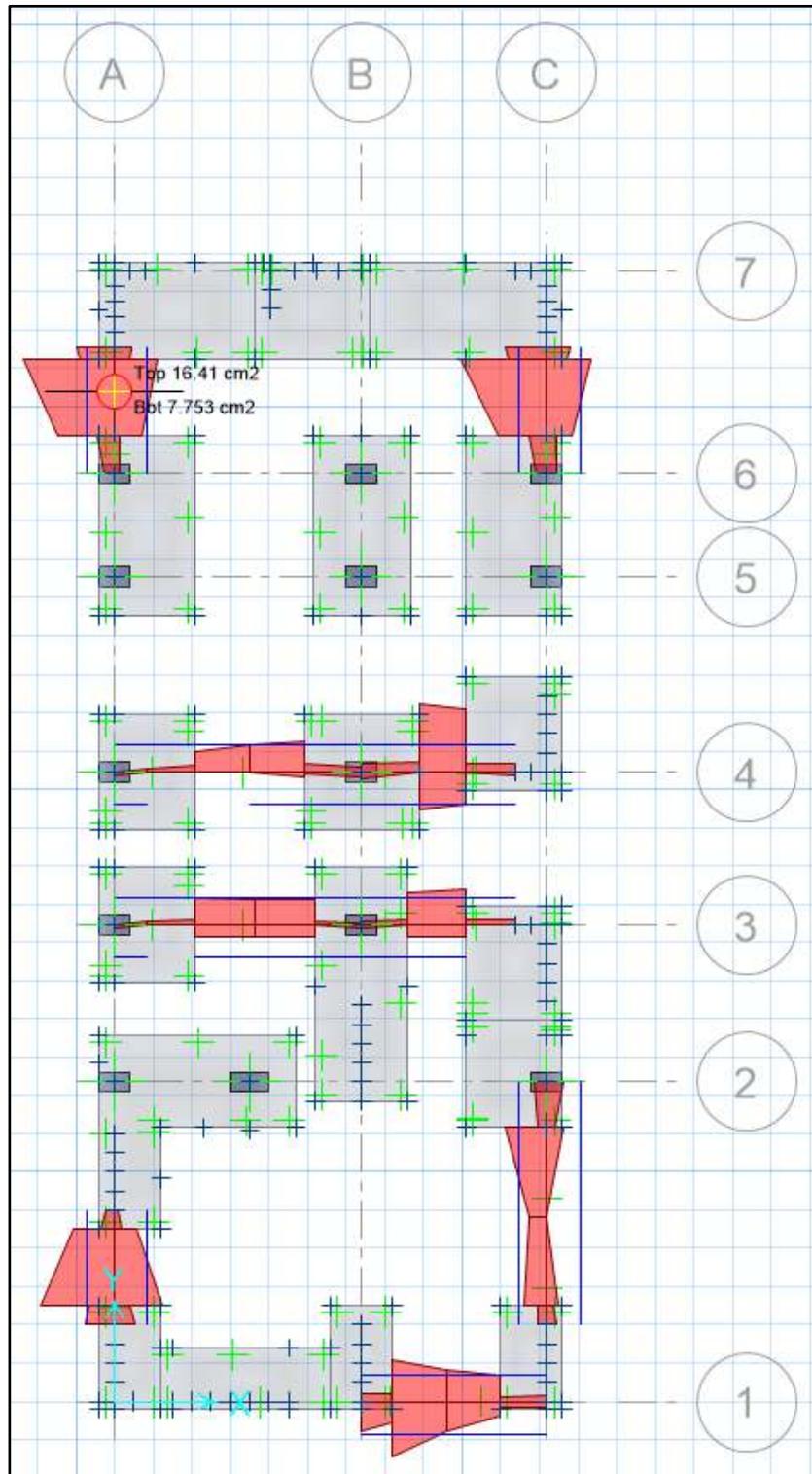
Diseño de Acero en Zapatas



Fuente: SAFE 2016

Figura 78

Diseño de Acero en Vigas de Cimentación



Fuente: SAFE 2016

V. DISCUSIÓN

En la estructuración de la edificación se planteó el sistema dual en la Dirección X-X donde las placas absorben entre el 20% y el 70% del cortante sísmico, en la dirección Y-Y se planteó el sistema de Muros estructurales donde estos absorben más del 70% del cortante sísmico.

Los centros de masa y rigidez de cada piso no distan mucho entre sí, por lo que no se generan grandes efectos de torsión en la estructura.

Los modos de vibración muestran que los dos primeros modos son traslacionales en cada una de las direcciones de análisis, mientras que el tercer modo corresponde al de torsión de la estructura. Esto genera un adecuado comportamiento de la estructura.

Debido a que las zapatas aisladas de las placas se traslapaban, se optó por realizar algunas zapatas combinadas como se muestra en los planos, ya que estas no pueden superponerse.

Debido a la complejidad en el diseño de las zapatas, ya que se aplican diferentes casos de carga de la estructura y se realizan las verificaciones por capacidad admisible y asentamiento permisible, se optó para el diseño de las Cimentaciones el programa SAFE 2016.

La capacidad admisible del suelo según el estudio fue de 1.618 kg/cm², según el cálculo hallado de la cimentación en SAFE 2016, la mayor presión que ejerce la estructura sobre el suelo es de 1.45 kg/cm², por lo que cumple con las condiciones de diseño por capacidad admisible.

El asentamiento permisible según el estudio de mecánica de suelos para la edificación es de 25.0 mm, por lo que se muestra un asentamiento máximo de 4.80 mm que cumple con las exigencias permisibles.

VI. CONCLUSIONES

El Diseño Estructural realizado para una vivienda multifamiliar de 4 pisos en la Urbanización Alto Piura, distrito de Veintiséis de octubre – Piura, fue el ideal debido a que se planteó un sistema dual en la Dirección X-X y un sistema de Muros estructurales en la Dirección Y-Y, pudiendo controlar de esta forma las derivas entre piso obteniendo valores menores a los establecidos por la NTP E-030.

La distribución arquitectónica se realizó respetando el 30% de áreas libres para una correcta ventilación e iluminación de los ambientes según las recomendaciones y parámetros de la norma A020 y A010 de habilitación y diseño arquitectónico.

Se realizó la estructuración y el predimensionamiento de los elementos estructurales, los cuales no tuvieron una variación significativa de acuerdo a los esfuerzos que se generaban en la estructura.

El Modelamiento y Análisis de la estructura se realizó empleando correctamente los conocimientos y criterios establecidos por la norma técnica peruana para un diseño sismorresistente que tenga una respuesta óptima ante cualquier evento sísmico.

Se realizó el Análisis Sísmico de la edificación obteniendo derivas inelásticas, según lo calculado no exceden el máximo permitido (0.007) establecido en la NTP E.030, de ello se puede afirmar que no existe irregularidad torsional debido a que los factores de torsión por planta son menores a 1.20, pero se genera una irregularidad de esquinas entrantes por las dimensiones del ducto de la escalera, con lo que se puede concluir que se trata de una edificación irregular en planta, pero la vivienda multifamiliar cumple con lo establecido para este tipo de estructuras que no permite irregularidades extremas.

Se realizó el diseño de los elementos estructurales que conforman la edificación, utilizando para ello softwares como el ETABS, CSICOL 9, DIANSCA y SAFE; respetando los parámetros de cuantía mínima establecida para cada elemento estructural y que se encuentran estipulados en la norma E-060 de Concreto Armado.

VII. RECOMENDACIONES

Recomendamos que para el diseño estructural de cualquier tipo de edificación estos sean realizados teniendo en cuenta los parámetros y criterios establecidos por el Reglamento Nacional de Edificaciones, el cual contempla todo lo referente a la configuración estructural que garantice un correcto comportamiento de la estructura ante un evento sísmico.

Se recomienda que el diseño arquitectónico se realice teniendo en cuenta no sólo los criterios y requisitos mínimos establecidos en la Norma A.010, sino también los parámetros urbanísticos que contempla el Plan de Desarrollo Urbano y cuyas características son propios de cada contexto.

La etapa de estructuración y predimensionamiento de los elementos estructurales se recomienda realizarlo de manera correcta para que, en la etapa del análisis sísmico evitar que se produzcan cambios bruscos en sus elementos en cuanto a sus propiedades resistentes y principalmente de rigidices se refiere.

Se recomienda el uso de software como el ETABS, SAP 2000 entre otros para el modelado y análisis de las estructuras, los cuales son de mucha ayuda porque nos permiten obtener resultados de manera más rápida y precisa.

Se recomienda que una vez realizado la etapa del análisis sísmico los resultados obtenidos deben ser interpretados y analizados con mucho criterio de acuerdo con la Norma E-030 de Diseño Sismorresistente y normas anexas a las estructuras, para el correcto comportamiento de la edificación ante un eventual movimiento sísmico.

Se recomienda que para el diseño de los elementos estructurales se deben tomar en cuenta los requisitos y exigencias mínimas de la norma E-060 de Concreto Armado, que nos indica la cuantía mínima que debemos respetar y evitar realizar un sobre reforzamiento de los elementos estructurales el cual implica un mayor costo de estas.

REFERENCIAS

- Blanco, A. (2011) *Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado*. Ediciones Capitulo de Ingeniería Civil, consejo departamental Lima.
- El Peruano (2014, 09 de mayo) *Norma técnica A0.10: Condiciones generales de diseño*.
- Flores, M. y Valdivia, C. (2018) Diseño estructural de un hotel de concreto armado. [Tesis de grado, Pontificia Universidad Católica del Perú].
- Huayllani, P. (2019) *Diseño de un edificio educativo de cinco pisos de concreto armado*. [Tesis de grado, Pontificia Universidad Católica del Perú].
- Jiménez, E. (2018) Elaboracion del proyecto de una vivienda multifamiliar de cinco niveles con sistema dual de porticos y placas de concreto armado en la provincia de Sullana. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Piura].
- Obeso, C. (2020) *Diseño Estructural en concreto armado de una Vivienda Multifamiliar de 8 niveles en el distrito de Víctor Larco Herrera - Trujillo*. [Tesis de grado, Pontificia Universidad Católica del Perú].
- Pantoja, F. (2017). *Diseño estructural de Viviendas de Interés Social (VIS) para el proyecto habitacional "San Sebastián"*. [Tesis de grado, Universidad San Francisco de Quito].
- Rincón, A. (2015) Diseño Estructural Vivienda Multifamiliar el Triunfo. [Tesis de maestría, Universidad San Francisco de Quito].
- Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción- SENCICO (2020, diciembre). *Norma técnica A0.10: Condiciones generales de diseño*. SENCICO

Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción- SENCICO
(2020, diciembre). *Norma técnica e.030: Diseño Sismoresistente*. SENCICO

Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción- SENCICO
(2020, diciembre). *Norma técnica e.050: Suelos y cimentaciones*. SENCICO

Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción- SENCICO
(2020, diciembre). *Norma técnica e.060: Concreto Armado*. SENCICO

Vences, V. y Silva, C. (2019). *Diseño de modulo para vivienda de interés social en la habilitación urbana San Martín de Porres, Castilla – Piura, 2019* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Piura].

ANEXOS

ANEXO N°01: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CAPÍTULO I: MEMORIA DESCRIPTIVA

OBJETIVO

El presente Informe corresponde al Estudio de Mecánica de Suelos con fines de Cimentación y Pavimentación, para el proyecto habilitación urbana SAN JUDAS TADEO ALTO PIURA – 26 DE OCTUBRE.

El presente estudio, es el resultado de trabajos de campo, mediante SPT, pozos exploratorios a cielo abierto o calicatas, se han realizado 15 sondeos con ensayos SPT, además se han realizado 03 calicatas a tajo abierto para la extracción de muestras para ensayos de Corte Directo, Así mismo, se han realizado 03 calicatas para la extracción de muestras alteradas para ensayos de Proctor Modificado y California Bearing Ratio (CBR); para los correspondientes ensayos de laboratorio, que permiten evaluar las características físicas y mecánicas del terreno en mención.

UBICACIÓN

La zona de influencia de dicho estudio se localiza en el Distrito de 26 de octubre, Provincia y Departamento de Piura.

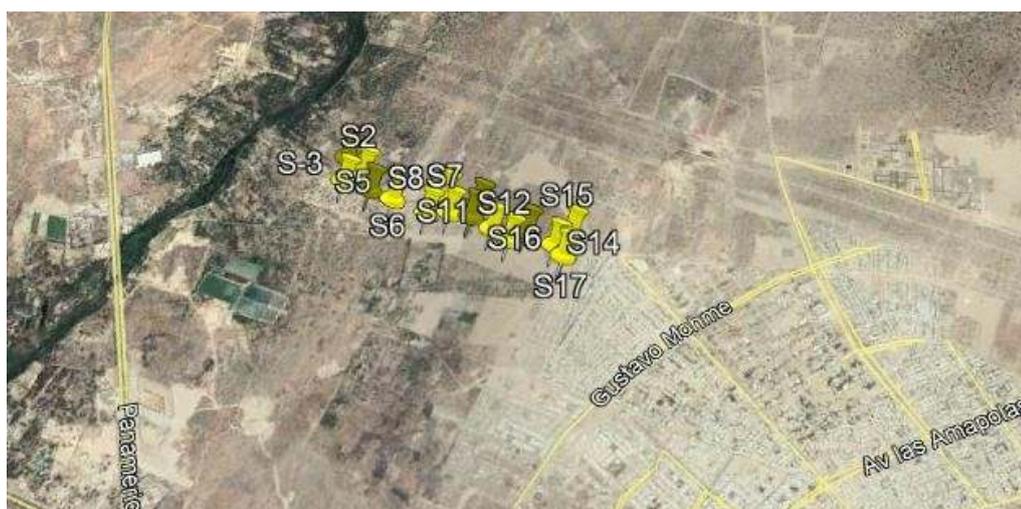


Fig. N° 1.- Ubicación de área en estudio.

Fuente. - Información tomada de Google Earth

VÍAS DE ACCESO

Accesibilidad

La zona del Estudio es de fácil acceso por vías asfaltadas; desde el centro de Piura, con dirección a la zona Nor Oeste de Piura cerca a la vía Piura Sullana, se toma la Avenida Los algarrobos, aproximadamente durante uno 10 minutos (3.5 Km), hasta la Avenida transversal Gustavo Mohme para luego seguir una cuadra más hasta donde se ubica la zona del estudio



Fig. N° 2.- Accesibilidad a Zona de Estudio.

Fuente. - Google Earth.

CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA

Piura es conocida como la ciudad del eterno sol, su clima debido a su proximidad con la línea ecuatorial tiene un clima cálido durante todo el año. Piura entre 22 °C y 38 °C en verano, valores que pueden cambiar cuando ocurre algún Fenómeno del Niño y temperaturas que pueden superar los 40 °C. En épocas de invierno las precipitaciones son escasas, aunque en verano adquiere un clima tropical ya que son años en que las lluvias son abundantes y corre el agua por todo el curso de las

quebradas secas originando inundaciones y acciones morfológicas de gran dinamismo.

Sin embargo, cada corto período de tiempo la zona del proyecto se ve afectada por el fenómeno “El Niño”, con lluvias de intensidad moderada, las cuales son necesarias tener en cuenta por generar problemas de inundación y una alta saturación de los suelos; la zona del proyecto está lejos del río Piura por lo que esta zona no es afectada por problemas de inundación.

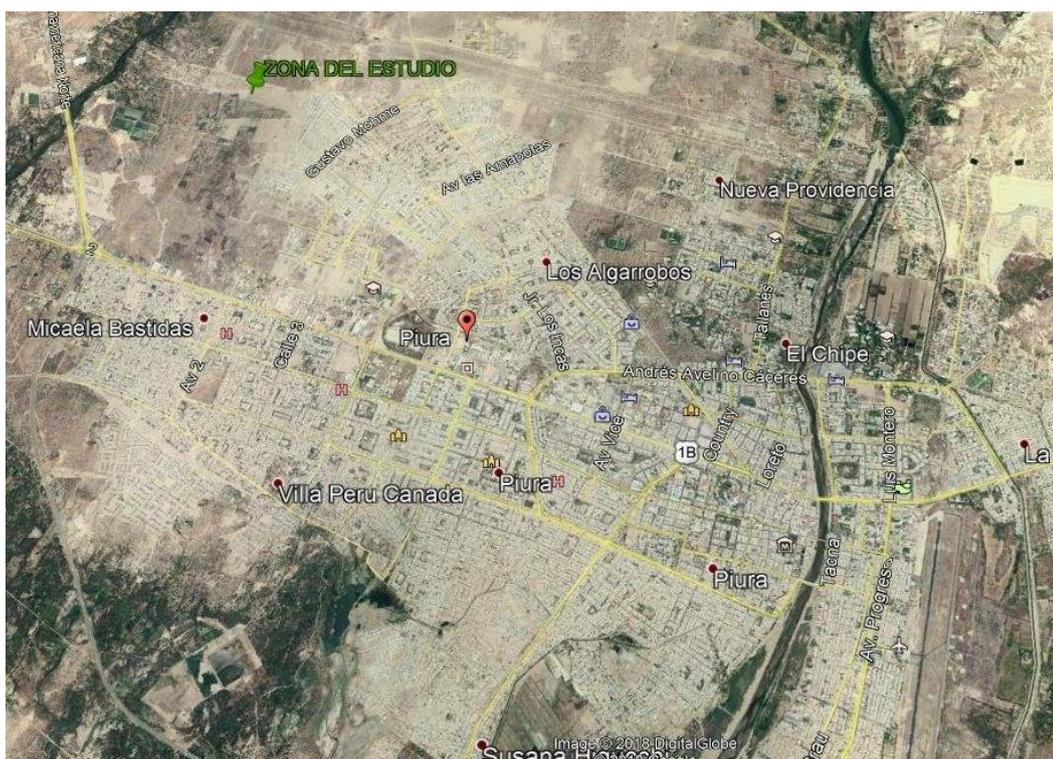


Fig. N° 3.- Zona del Estudio y distritos aledaños.

Fuente. - Google Earth.

ALTITUD Y TOPOGRAFÍA:

La altitud promedio en la zona de estudio es de 41 msnm. La topografía característica de la zona es llana sin embargo la pendiente del terreno va de sur a norte. La zona del proyecto presenta un relieve ligeramente ondulado, destacando pequeñas elevaciones formadas por acumulación de arena transportada por el viento y sedimentada por el tiempo al ingreso del terreno.

DRENAJE PLUVIAL

Por lo mencionado el drenaje pluvial deberá ser direccionado hacia la parte norte del terreno.

VALIDEZ DEL ESTUDIO

La validez del estudio se circunscribe estrictamente en el área donde se proyecta la edificación anteriormente mencionada.

CAPÍTULO II: PARÁMETROS PARA ESTRUCTURAS

TRABAJOS DE CAMPO

Para estructuras especiales como Reservoirio Elevado, se han efectuado 02 sondeos, con una profundidad máxima 9.00 m, realizando Ensayos Normales de Penetración (SPT) cada metro de profundidad. A la profundidad de 9.00 m, se ha obtenido el rechazo al hincado del equipo de perforación.

Para habilitación urbana, se han realizado 15 sondeos, con una profundidad máxima de 3.50 m, con ensayos SPT. Además, se han realizado tres calicatas a tajo abierto, de 1.20 m de profundidad, para la extracción de muestras para ensayos de Corte Directo. Así mismo, se han realizado tres calicatas de 0.60 m de profundidad, para la extracción de muestras alteradas para ensayos de Proctor Modificado y California Bearing Ratio, (CBR).

En cada sondeo de exploración, se ha realizado Ensayos Normales de Penetración SPT (Standard Penetration Test), según lo establecido por la Norma Técnica NTP 339.133 (ASTM D 1586), hasta llegar a la profundidad indicada. La ventaja de los ensayos SPT, frente a otro tipo de exploración, es que brinda información del suelo en toda su profundidad.

En cada uno de los pozos de exploración, se ha realizado la Descripción Visual de Suelos, de acuerdo con la Norma Técnica Peruana NTP 339.150 (ASTM D2488), registrando el perfil estratigráfico de campo, que se complementa con los resultados de los ensayos de laboratorio. En esta fase de exploración, también se ha tomado muestras representativas de suelo en cada uno de los estratos, como Muestras Alteradas en Bolsa de Plástico (Mab) y Muestras Alteradas para Humedad en Lata Sellada (Mah).



Fig. N° 3.- Ubicación de Sondeos Exploratorios.

Fuente. - Google Earth.

TRABAJOS DE LABORATORIO

Con las muestras de suelo obtenidas en la Investigación de Campo, se han realizado los ensayos de laboratorio, con la finalidad de obtener los parámetros que permitan su clasificación e identificación de propiedades físicas (contenido de humedad, límites de Atteberg, índice plástico, análisis granulométrico), mecánicas y químicas. Los ensayos de laboratorio que se han realizado bajo el marco de la Norma Técnica E.050 Suelos y Cimentaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones son los siguientes:

ENSAYO	USO	NORMA APLICABLE	TAMAÑO DE MUESTRA	PROPOSITO DEL ENSAYO
Análisis Granulométrico por tamizado	Clasificación	ASTM D422	200 gr.	Para determinar la distribución del tamaño de partículas del suelos
Contenido de Humedad	Clasificación	ASTM D2216	200 gr.	Determinar el contenido de humedad del suelo.
Límite Líquido y LímitePlástico	Clasificación	ASTM D4318	200 gr.	Hallar el contenido de agua entre los estados Líquido y Plástico, Plásticos y semisólidos.
Peso Unitario	Clasificación	BS 1377	200 gr.	Determinar el peso volumétrico del suelo.
Contenido de Sales Solubles		ASTM D 1411-82	200 gr.	Determinar el porcentaje de sales solubles.
Proctor Modificado		ASTM D 1557		Determinar la densidad seca máxima de un terreno en relación con su grado de humedad.
CBR		ASTM D 1883		Medir la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo y evaluar la calidad del terreno.
Corte Directo	Capacidad Portante	ASTM D3080	200 gr.	Método de ensayo normalizado para el ensayo de corte directo en suelos bajo condiciones consolidadas no drenadas. Determina la Cohesión y el Angulo de Fricción Interna de la Muestra.

Tabla N° 1.- Ensayos de Laboratorio realizados

Fuente. - Elaboración propia.

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

Los resultados de los ensayos de Laboratorio se presentan en los cuadros anexos y cuyas certificaciones se anexan al presente informe.

PROPIEDADES FÍSICAS

Los resultados de los ensayos: contenido de humedad, análisis granulométrico por tamizado, límite líquido y límite plástico, de las muestras de suelo de los sondeos se presentan en la siguiente tabla; en donde se observa que, la mayor parte de los suelos son arenas de grano medio a fino.

Resultados de ensayos de propiedades físicas en suelo destinado a Reservoirio Elevado.

Tabla N° 2.- Resultados de ensayo de propiedades físicas en suelo destinado a Reservoirio Elevado.

Sondeo	Muestra	Análisis Granulométrico					Límites de Atterberg		
		Pasa malla #4(%)	Pasa malla #200(%)	Grava(%)	Arena(%)	Finos (%)	L. Liq. (%)	L. Plást. (%)	I. Plást. (%)
S-16	M-1601	100.00	8.80	0.00	91.21	8.80	NP	NP	NP
	M-1602	100.00	9.03	0.00	90.98	9.03	NP	NP	NP
S-17	M-1701	100.00	9.81	0.00	90.20	9.81	NP	NP	NP
	M-1702	100.00	9.44	0.00	90.57	9.44	NP	NP	NP
	M-1703	100.00	7.92	0.00	92.08	7.92	NP	NP	NP
	M-1704	100.00	8.59	0.00	91.42	8.59	NP	NP	NP
	M-1705	100.00	8.67	0.00	91.34	8.67	NP	NP	NP

Fuente. - Elaboración propia.

Resultados de ensayos de propiedades físicas en suelo destinado a
Habilitación Urbana.

Sondeo	Muestra	Análisis Granulométrico					Límites de Atterberg		
		Pasa malla#4 (%)	Pasa malla #200 (%)	Grava(%)	Arena(%)	Finos(%)	L. Líquido (%)	L. Plástico (%)	Plástico(%)
S-01	M-101	100.00	9.52	0.00	90.48	9.52	NP	NP	NP
	M-102	100.00	8.11	0.00	91.89	8.11	NP	NP	NP
S-02	M-201	100.00	9.05	0.00	90.95	9.05	NP	NP	NP
	M-202	100.00	9.34	0.00	90.67	9.34	NP	NP	NP
S-03	M-301	100.00	7.44	0.00	92.56	7.44	NP	NP	NP
	M-302	100.00	65.82	0.00	34.19	65.82	26.78	14.85	11.93
S-04	M-401	100.00	8.51	0.00	91.5	8.51	NP	NP	NP
S-05	M-501	100.00	7.8	0.00	92.2	7.8	NP	NP	NP
S-06	M-601	100.00	9.34	0.00	90.66	9.34	NP	NP	NP
	M-602	100.00	68.4	0.00	31.61	68.4	33.1	13.92	19.18
S-07	M-701	100.00	9.46	0.00	90.54	9.46	NP	NP	NP
	M-702	100.00	8.73	0.00	91.27	8.73	NP	NP	NP
S-08	M-801	100.00	7.36	0.00	92.64	7.36	NP	NP	NP
S-09	M-901	100.00	9.11	0.00	90.90	9.11	63.2	33.39	29.81
S-10	M-1001	100.00	8.47	0.00	91.53	8.47	NP	NP	NP
	M-1002	100.00	46.47	0.00	53.54	46.47	36.28	17.38	18.91
S-11	M-1101	100.00	8.78	0.00	91.22	8.78	NP	NP	NP
S-12	M-1201	100.00	8.01	0.00	91.90	8.01	NP	NP	NP
	M-1202	100.00	89.9	0.00	10.10	89.9	26.8	13.32	13.48
S-13	M-1301	100.00	5.68	0.00	94.32	5.68	NP	NP	NP
S-14	M-1401	100.00	8.47	0.00	91.53	8.47	NP	NP	NP
S-15	M-1501	100.00	6.74	0.00	93.27	6.74	NP	NP	NP

Tabla N° 3.- Resultados de ensayo de propiedades físicas en suelo
destinado a Habilitación Urbana.

Fuente. - Elaboración propia.

CLASIFICACIÓN DE SUELOS Y PERFIL ESTRATIGRÁFICO

Con los resultados de los ensayos de laboratorio, se ha realizado la clasificación de suelos, de acuerdo con el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos S.U.C.S. NTP 339.134 (ASTM D 2487). En las Tablas N° 5.1 y 5.2, que se muestra a continuación, se presentan los suelos clasificados, de acuerdo a la magnitud de sus propiedades físicas.

Clasificación de suelo y perfil estratigráfico en zona destinada a Reservorio Elevado.

Sondeo	Muestra	Clasificación SUCS	
S-16	M-1601	SM	ARENA LIMOSA
	M-1602	SM	ARENA LIMOSA
S-17	M-1701	SM	ARENA LIMOSA
	M-1702	SM	ARENA LIMOSA
	M-1703	SM	ARENA LIMOSA
	M-1704	SM	ARENA LIMOSA
	M-1705	SM	ARENA LIMOSA

Tabla N° 4.- Clasificación de suelo destinado a Reservorio Elevado.

Fuente. - Elaboración propia.

Como se observa en la Tabla N° 4, los suelos que conforman la estratigrafía del sector destinado a la construcción de un Reservorio Elevado, son totalmente arenas limosas, de compacidad relativa medianamente densa a muy densa, con una cantidad de finos muy baja, de 8 % en promedio, con un contenido de humedad muy bajo, entre 0.93 % y 2.34 %. La zona del sondeo S- 17, que representa el punto más alto, se ha formado por acumulación reciente de material granular transportado por el viento.

Clasificación de suelo destinado a Habitación Urbana.

En la totalidad de la zona destinada a Habitación Urbana, se tiene la presencia de arenas limosas de grano medio a fino, de compacidad relativa medianamente densa a densa.

Sondeo	Muestra	Clasificación SUCS	
S-01	M-101	SM	ARENA LIMOSA
	M-102	SM	ARENA LIMOSA
S-02	M-201	SM	ARENA LIMOSA
	M-202	SM	ARENA LIMOSA
S-03	M-301	SM	ARENA LIMOSA
	M-302	SM	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD
S-04	M-401	SM	ARENA LIMOSA
S-05	M-501	SM	ARENA LIMOSA
S-06	M-601	SM	ARENA LIMOSA
	M-602	SM	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD
S-07	M-701	SM	ARENA LIMNOSA
	M-702	SM	
S-08	M-801	SM	ARENA LIMOSA
S-09	M-901	SM	ARENA LIMOSA
S-10	M-1001	SM	ARENA LIMOSA
	M-1002	SM	ARENA ARCILLOSA
S-11	M-1101	SM	ARENA LIMOSA
S-12	M-1301	SM	ARENA LIMOSA
	M-1202	SM	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD
S-13	M-1301	SM	ARENA LIMOSA
S-14	M-1401	SM	ARENA LIMOSA
S-15	M-1501	SM	ARENA LIMOSA

Tabla N° 5.- Clasificación de suelo destinado a Habitación Urbana.

Fuente. - Elaboración propia.

A nivel de superficie, en unos sectores de la zona en estudio, se tiene arena de compacidad relativa suelta, formado por acumulación reciente de material transportado por el viento. En las zonas de los sondeos S-03, S-06, S-10 y S-12, se ha registrado un estrato de arcilla de baja plasticidad de consistencia compacta a muy compacta, con un contenido de humedad que varía de 3 % a 17 %.

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO A NIVEL DE CIMENTACIÓN

Las propiedades mecánicas del suelo se obtienen de las correlaciones existentes con los ensayos SPT. Para corroborar la información de campo, se ha tomado tres muestras de suelo en estado inalterado, con la finalidad de ejecutar Ensayos de Corte Directo, cuyos resultados se muestran en la siguiente tabla.

Calicata	Profundidad (m)	SUCS	Ensayo	Peso Unitario (ton/m ³)	Cohesión (ton/m ²)	Ángulo de Rozamiento (*)
C-01	1.00	SM	Corte Directo	1.70	1.20	26.79
C-02	1.00	SM	Corte Directo	1.74	3.60	12.10
C-03	1.00	SM	Corte Directo	1.74	1.20	26.14

Tabla N° 6.- Resultados de Ensayos de Corte Directo.

Fuente. - Elaboración propia.

El ensayo de corte directo se realizó de acuerdo con las especificaciones ASTM D3080-72, para tal fin se utilizaron muestras extraídas en los niveles de fundación considerando lo anteriormente descrito.

Después de determinar y analizar las propiedades mecánicas del suelo subyacente, podemos afirmar que la falla que se producirá, cuando se sobrepase la capacidad de carga límite será por punzonamiento, con lo que la capacidad de carga admisible se calcula usando la teoría de Terzaghi para corte Local de suelo, considerando que en un eventual fenómeno “El Niño” que cíclicamente afecta la parte Norte del país en donde se encuentra ubicada esta estructura; el suelo durante ese fenómeno estaría expuesto a una saturación abrupta del mismo y en cuyo caso se comportaría como un suelo sin cohesión. Para suelos sin cohesión:

Para cimientos corridos. -

$$Q_c = C * N_c + \gamma * D_f * N'_q + 0.5 * \gamma * B * N'_g$$

Para zapatas aisladas. -

$$Q_c = 1.3 \cdot C \cdot N_c + \gamma \cdot D_f \cdot N'_q + 0.4 \cdot \gamma \cdot B \cdot N'_g$$

La capacidad de carga admisible, q adm. es la capacidad de carga limite qd, dividida entre el factor de seguridad (FS).

$$q_{adm} = q_d / FS$$

Terzaghi recomienda que FS no sea menor que 3.

Considerando los estratos de cimentación se presenta a continuación la capacidad portante para las obras a proyectar:

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO - Fórmula de Terzaghi			
SOLICITADO: MINORCA INVERSIONES			
RESPONSABLE: ING. JERRY OSCAR OCHOA MEDINA			
OBRA O PROJ.: "ALTO PLURA"			
UBICACIÓN: Distrito de 26 de Octubre, Provincia de Piura, departamento de Piura			
CALICATA C-01			
Cohesión del suelo:	0.120 Kg/cm ²	=	1200 Kg/m ²
Ángulo de fricción interna:	26.79 °		
Peso Vol. Saturado:	1.813 g/cm ³	=	1913 Kg/m ³
Donde:		Para Cimiento Continuo $q_d = \frac{2}{3} c N'_c + \gamma Z N'_q + 0.5 \gamma B N'_g$ Para Zapata cuadrada $q_d = 1.3 c' N'_c + \gamma Z N'_q + 0.4 \gamma B N'_g$ Formulas Teoria de Terzaghi Falla por corte del suelo	
gd = Capacidad de carga limite en Kg/m ² .	c = Cohesión del suelo en Kg/m ²	Z = Profundidad de desplante de la cimentación en metros	B = Ancho de la zapata (o dimensión menor de zapata rectangular)
γ = Peso unitario del suelo en Kg/m ³	Nc, Nq, Ng = Factores de capacidad de carga. Depende del ángulo de fricción.	Nc, Nq, Ng = Factores de capacidad de carga. Se obtienen al reemplazar el ángulo φ por φ' de la fórmula tan φ' = 2/3 tan φ.	
1.- PROFUNDIDAD DE DESPLANTE Df=	100.00 m		
Nq= 6.43	φ' = 18.60 °	Para Cimiento Continuo	
Nc= 16.14	c' = 0.104 Kg/cm ²	gd = 2.615 Kg/cm ²	FS = 3
Ny= 2.78	B= 1.00 m	Entonces:	gd = 0.872 Kg/cm ²
		$q_d = \frac{2}{3} c N'_c + \gamma Z N'_q + 0.5 \gamma B N'_g$	
1.- PROFUNDIDAD DE DESPLANTE Df=	150.00 m		
Nq= 6.43	φ' = 18.60 °	Para Zapata Aislada	
Nc= 16.14	c' = 0.104 Kg/cm ²	gd = 4.240 Kg/cm ²	FS = 3
Ny= 2.78	B= 1.00 m	Entonces:	gd = 1.413 Kg/cm ²
		$q_d = 1.3 c' N'_c + \gamma Z N'_q + 0.4 \gamma B N'_g$	
2.- PROFUNDIDAD DE DESPLANTE Df=	250.00 m		
Nq= 6.43	φ' = 18.60 °	Para Cimiento Continuo	
Nc= 16.14	c' = 0.104 Kg/cm ²	gd = 4.400 Kg/cm ²	FS = 3
Ny= 2.78	B= 1.00 m	Entonces:	gd = 1.487 Kg/cm ²
		$q_d = \frac{2}{3} c N'_c + \gamma Z N'_q + 0.5 \gamma B N'_g$	
2.- PROFUNDIDAD DE DESPLANTE Df=	250.00 m		
Nq= 6.43	φ' = 18.60 °	Para Zapata Aislada	
Nc= 16.14	c' = 0.104 Kg/cm ²	gd = 5.513 Kg/cm ²	FS = 3
Ny= 2.78	B= 1.20 m	Entonces:	gd = 1.838 Kg/cm ²
		$q_d = 1.3 c' N'_c + \gamma Z N'_q + 0.4 \gamma B N'_g$	
3.- PROFUNDIDAD DE DESPLANTE Df=	300.00 m		
Nq= 6.43	φ' = 18.60 °	Para Cimiento Continuo	
Nc= 16.14	c' = 0.104 Kg/cm ²	gd = 5.129 Kg/cm ²	FS = 3
Ny= 2.78	B= 1.20 m	Entonces:	gd = 1.710 Kg/cm ²
		$q_d = \frac{2}{3} c N'_c + \gamma Z N'_q + 0.5 \gamma B N'_g$	
3.- PROFUNDIDAD DE DESPLANTE Df=	300.00 m		
Nq= 6.43	φ' = 18.60 °	Para Zapata Aislada	
Nc= 16.14	c' = 0.104 Kg/cm ²	gd = 6.126 Kg/cm ²	FS = 3
Ny= 2.78	B= 1.20 m	Entonces:	gd = 2.043 Kg/cm ²
		$q_d = 1.3 c' N'_c + \gamma Z N'_q + 0.4 \gamma B N'_g$	
CALICATA C-01			
NIVEL FONDO ZAPATA	CIMENTADO		ZAPATA
DESPLANTE (m)	CONTINUO (Kg/cm ²)		ASLADA (Kg/cm ²)
1.00	0.872		1.413
2.50	1.487		1.838
3.00	1.710		2.043

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO - Fórmula de Terzaghi

SOLICITADO: MENORCA INVERSIÓN
 RESPONSABLE: ING. JERRY OSCAR OCHOA MEDINA
 OBRA O PROY: "ALTO PIRRA"
 UBICACIÓN: Distrito de 26 de Octubre, Provincia de Piura, departamento de Piura

CALICATA C-02

Cohesión del suelo: 0.300 Kg/cm² = 3600 Kg/m²
 Ángulo de fricción interna: 12.1°
 Peso Vol. Saturado: 1.930 g/cm³ = 1930 Kg/m³

Para Cimiento Continuo

$$q_d = \frac{2}{3} c N_c' + \gamma Z N_q' + 0.5 \gamma B N_c'$$

Para Zapata cuadrada

$$q_d = 1.3 c' N_c' + \gamma Z N_q' + 0.4 \gamma B N_c'$$

Formulas Teoria de Terzaghi

Falla por corte del suelo

Donde:
 q_d = Capacidad de carga límite en Kg/m².
 c = Cohesión del suelo en Kg/cm².
 Z = Profundidad de desplante de la cimentación en metros.
 B = Ancho de la zapata (o dimensión menor de zapata rectangular).
 γ = Peso unitario del suelo en Kg/m³.
 N_c, N_q, N_γ = Factores de capacidad de carga. Depende del ángulo de fricción.
 N_c, N_q, N_γ = Factores de capacidad de carga. Se obtienen al reemplazar el ángulo ϕ por ϕ' de la fórmula $\tan \phi' = 2/3 \tan \phi$.

1.- PROFUNDIDAD DE DESPLANTE D_{pl} = 100.00 cm

$N_q = 2.24$ $\phi = 8.13$ °
 $N_c = 8.06$ $c' = 0.312$ Kg/cm²
 $N_\gamma = 0.26$ $B = 1.00$ m

Para Cimiento Continuo

$q_d = 2.260$ Kg/cm² F.S. = 3

Entonces:

$q_d = 0.753$ Kg/cm²

$$q_d = \frac{2}{3} c N_c' + \gamma Z N_q' + 0.5 \gamma B N_c'$$

1.- PROFUNDIDAD DE DESPLANTE D_{pl} = 150.00 cm

$N_q = 2.24$ $\phi = 8.13$ °
 $N_c = 8.06$ $c' = 0.312$ Kg/cm²
 $N_\gamma = 0.26$ $B = 1.00$ m

Para Zapata Aislada

$q_d = 4.184$ Kg/cm² F.S. = 3

Entonces:

$q_d = 1.395$ Kg/cm²

$$q_d = 1.3 c' N_c' + \gamma Z N_q' + 0.4 \gamma B N_c'$$

2.- PROFUNDIDAD DE DESPLANTE D_{pl} = 250.00 cm

$N_q = 2.24$ $\phi = 8.13$ °
 $N_c = 8.06$ $c' = 0.312$ Kg/cm²
 $N_\gamma = 0.26$ $B = 1.00$ m

Para Cimiento Continuo

$q_d = 2.908$ Kg/cm² F.S. = 3

Entonces:

$q_d = 0.969$ Kg/cm²

$$q_d = \frac{2}{3} c N_c' + \gamma Z N_q' + 0.5 \gamma B N_c'$$

2.- PROFUNDIDAD DE DESPLANTE D_{pl} = 250.00 cm

$N_q = 2.24$ $\phi = 8.13$ °
 $N_c = 8.06$ $c' = 0.312$ Kg/cm²
 $N_\gamma = 0.26$ $B = 1.20$ m

Para Zapata Aislada

$q_d = 4.620$ Kg/cm² F.S. = 3

Entonces:

$q_d = 1.540$ Kg/cm²

$$q_d = 1.3 c' N_c' + \gamma Z N_q' + 0.4 \gamma B N_c'$$

3.- PROFUNDIDAD DE DESPLANTE D_{pl} = 300.00 cm

$N_q = 2.24$ $\phi = 8.13$ °
 $N_c = 8.06$ $c' = 0.312$ Kg/cm²
 $N_\gamma = 0.26$ $B = 1.20$ m

Para Cimiento Continuo

$q_d = 3.129$ Kg/cm² F.S. = 3

Entonces:

$q_d = 1.043$ Kg/cm²

$$q_d = \frac{2}{3} c N_c' + \gamma Z N_q' + 0.5 \gamma B N_c'$$

3.- PROFUNDIDAD DE DESPLANTE D_{pl} = 300.00 cm

$N_q = 2.24$ $\phi = 8.13$ °
 $N_c = 8.06$ $c' = 0.312$ Kg/cm²
 $N_\gamma = 0.26$ $B = 1.20$ m

Para Zapata Aislada

$q_d = 4.836$ Kg/cm² F.S. = 3

Entonces:

$q_d = 1.612$ Kg/cm²

$$q_d = 1.3 c' N_c' + \gamma Z N_q' + 0.4 \gamma B N_c'$$

CALICATA 02

NIVEL FONDO ZAPATA	CIMIENTO	ZAPATA
DESPLANTE (m)	CONTINUO (Kg/cm ²)	AISLADA (Kg/cm ²)
1.00	0.753	1.395
2.50	0.969	1.540
3.00	1.043	1.612

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO - Fórmula de Terzaghi

SOLICITADO: MENORCA INVERSIONES
 RESPONSABLE: ING. JERRY OSCAR OCHOA MEDINA
 OBRA O PROJ: "ALTO PIRA"
 UBICACIÓN: Distrito de 26 de Octubre, Provincia de Píra, departamento de Píra

CALICATA C-03

Cohesión del suelo: 0.120 Kg/cm² = 1200 Kg/m²
 Ángulo de fricción interna: 26.14°
 Peso Vol. Saturado: 1.988 gr/cm³ = 1988 Kg/m³

Para Cimiento Continuo
 $q_u = \frac{2}{3} c N_c' + \gamma Z N_q' + 0.5 \gamma B N_c'$
Para Zapata aislada
 $q_u = 1.3 c' N_c' + \gamma Z N_q' + 0.4 \gamma B N_c'$

Formulas Teoria de Terzaghi
 Falla por corte del suelo

Donde:
 q_u = Capacidad de carga límite en Kg/m².
 c = Cohesión del suelo en Kg/cm².
 Z = Profundidad de desplante de la cimentación en metros.
 B = Ancho de la zapata (o dimensión menor de zapata rectangular).
 γ = Peso unitario del suelo en Kg/m³.
 N_c, N_q, N_γ = Factores de capacidad de carga. Depende del ángulo de fricción.
 N_c, N_q, N_γ = Factores de capacidad de carga. Se obtienen al reemplazar el ángulo f por f' de la fórmula $\tan^2(45 + \frac{f}{2})$.

1.- PROFUNDIDAD DE DESPLANTE $d_f = 100.00$ cm

$N_q = 6.12$ $\psi = 18.12^\circ$
 $N_c = 15.63$ $c' = 0.104$ Kg/cm²
 $N_\gamma = 2.53$ $B = 1.00$ m

Para Cimiento Continuo

$q_u = 2.552$ Kg/cm² F.S. = 3

Entonces:

$q_u = 0.851$ Kg/cm²

$$q_u = \frac{2}{3} c N_c' + \gamma Z N_q' + 0.5 \gamma B N_c'$$

1.- PROFUNDIDAD DE DESPLANTE $d_f = 150.00$ cm

$N_q = 6.12$ $\psi = 18.12^\circ$
 $N_c = 15.63$ $c' = 0.104$ Kg/cm²
 $N_\gamma = 2.53$ $B = 1.00$ m

Para Zapata Aislada

$q_u = 4.140$ Kg/cm² F.S. = 3

Entonces:

$q_u = 1.380$ Kg/cm²

$$q_u = 1.3 c' N_c' + \gamma Z N_q' + 0.4 \gamma B N_c'$$

2.- PROFUNDIDAD DE DESPLANTE $d_f = 250.00$ cm

$N_q = 6.12$ $\psi = 18.12^\circ$
 $N_c = 15.63$ $c' = 0.104$ Kg/cm²
 $N_\gamma = 2.53$ $B = 1.00$ m

Para Cimiento Continuo

$q_u = 4.376$ Kg/cm² F.S. = 3

Entonces:

$q_u = 1.459$ Kg/cm²

$$q_u = \frac{2}{3} c N_c' + \gamma Z N_q' + 0.5 \gamma B N_c'$$

2.- PROFUNDIDAD DE DESPLANTE $d_f = 250.00$ cm

$N_q = 6.12$ $\psi = 18.12^\circ$
 $N_c = 15.63$ $c' = 0.104$ Kg/cm²
 $N_\gamma = 2.53$ $B = 1.20$ m

Para Zapata Aislada

$q_u = 5.396$ Kg/cm² F.S. = 3

Entonces:

$q_u = 1.799$ Kg/cm²

$$q_u = 1.3 c' N_c' + \gamma Z N_q' + 0.4 \gamma B N_c'$$

3.- PROFUNDIDAD DE DESPLANTE $d_f = 300.00$ cm

$N_q = 6.12$ $\psi = 18.12^\circ$
 $N_c = 15.63$ $c' = 0.104$ Kg/cm²
 $N_\gamma = 2.53$ $B = 1.20$ m

Para Cimiento Continuo

$q_u = 5.034$ Kg/cm² F.S. = 3

Entonces:

$q_u = 1.678$ Kg/cm²

$$q_u = \frac{2}{3} c N_c' + \gamma Z N_q' + 0.5 \gamma B N_c'$$

3.- PROFUNDIDAD DE DESPLANTE $d_f = 300.00$ cm

$N_q = 6.12$ $\psi = 18.12^\circ$
 $N_c = 15.63$ $c' = 0.104$ Kg/cm²
 $N_\gamma = 2.53$ $B = 1.20$ m

Para Zapata Aislada

$q_u = 6.004$ Kg/cm² F.S. = 3

Entonces:

$q_u = 2.001$ Kg/cm²

$$q_u = 1.3 c' N_c' + \gamma Z N_q' + 0.4 \gamma B N_c'$$

CALICATA 03

NIVEL FONDO ZAPATA DESPLANTE (m)	CIMENTO CONTINUO (Kg/cm ²)	ZAPATA AISLADA (Kg/cm ²)
1.00	0.851	1.380
2.50	1.459	1.799
3.00	1.678	2.001

Según cálculos, la capacidad portante para cada inspección es:

CUADRO RESUMEN

INSPECCIÓN	CALICATA	ANCHO (m)	NIVEL FONDO ZAPATA	CIMENTO	ZAPATA
			DESPLANTE (m)	CONTINUO (Kg/cm ²)	AISLADA (Kg/cm ²)
1	1	1.00	1.00	0.872	1.413
2	2	1.00	1.00	0.753	1.395
3	3	1.00	1.00	0.851	1.380

CONCLUSIONES. -

La estratigrafía de la zona en estudio está conformada principalmente por mantos de arena limosa, con un grado de compacidad relativa que se incrementa con la profundidad. Las zonas de formación antigua presentan un grado de compacidad relativa medianamente densa a muy densa; en cambio, las zonas de formación reciente tienen un grado de compacidad relativa suelta. Los suelos granulares se han formado por acumulación de material transportado por el viento a lo largo de miles de años; por esa razón, los suelos de formación antigua presentan una mayor densidad que los suelos de formación reciente.

Durante la exploración de campo, llevada hasta 9.00 m de profundidad, no se ha registrado presencia de nivel freático.

El contenido de sales en el suelo representa un tipo de agresión leve, por ello se puede utilizar cemento portland de tipo normal; sin embargo, se recomienda utilizar el cemento portland tipo MS.

Los ensayos de Corte Directo realizados en tres localizaciones, a la profundidad de 1.00 m, determinan las siguientes propiedades:

Peso Unitario del Suelo (ton/m³), entre 1.70 ton/m³ y 1.74 ton/m³.

Cohesión (ton/m²), entre 1.20 ton/m² y 3.60 ton/m².

Ángulo de Rozamiento Interno (°), entre 12° y 26°.

Los ensayos de California Bearing Ratio, (C.B.R.), realizados en tres localizaciones a la profundidad de 0.60 m, determinan las siguientes propiedades:

Penetración de 0.1" al 95% de la Máxima Densidad Seca (M.D.S.), entre 9.60 y 10.95.

Penetración de 0.2" al 95% de la Máxima Densidad Seca (M.D.S.), entre 11.59 y 17.00.

ANEXO N°01:

ENSAYO NORMAL DE PENETRACIÓN SPT ASTM D - 1586

PROYECTO : ALTO PIURA (ZONA DE RESERVORIO ELEVADO)
 UBICACIÓN : Sector San Judas Tadeo, Distrito 26 de Octubre, Provincia de Piura, Departamento de Piura.
 SOLICITANTE : MENORCA INVERSIONES
 RESPONSABLE: ING. JERRY OSCAR OCHOA MEDINA
 FECHA : 08/11/2018
 SPT : S-16

CORRECCION DEL NUMERO DE GOLPES CORREGIDO POR PRESION EFECTIVA

$$N_s = N \cdot C_N \cdot n_1 \cdot n_2 \cdot n_3 \cdot n_4$$

$$C_N = \frac{p''}{p'}$$

N_s = VALOR CORREGIDO DEL ENSAYO DE PENETRACION

N = NUMERO DE GOLPES REALMENTE REGISTRADO

n_1 = RELACION DE ENERGIA DEL MARTILLO, ER/ER_s

n_2 = LONGITUD DE BARRAS DE PERFORACION

n_3 = TOMA MUESTRAS

n_4 = DIAMETRO DE LA PERFORACION

C_N = PRESION CALCULADA DE SOBRECARGA

p' = $\gamma \cdot h$, PRESION EFECTIVA DE SOBRECARGA EN K/CM² > 0,25 Kg/Cm²

p'' = PRESION DE SOBRECARGA DE REFERENCIA IGUAL A 1,0 Kg/Cm²

DATOS SPT S-16

PROF (m)	0.00 - 1.00	1.00-2.00	2.00-3.00	3.00-4.00	4.00-5.00
N =	21.00	24.00	21.00	29.00	35.00
C_N =	0.97	0.96	0.97	0.95	0.93
n_1 =	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96
n_2 =	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
n_3 =	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
n_4 =	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05
p' =	1.07	1.09	1.07	1.11	1.15
p'' =	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
N_s =	15.29	17.34	15.29	20.70	24.65

**CAPACIDAD ADMISIBLE NETA
MÉTODO CORRECCIÓN PARA SUELOS NO COHESIVOS**

PROYECTO: ALTO PIURA (ZONA DE RESERVORIO ELEVADO)
UBICACIÓN: Sector San Judas Tadeo, Distrito 26 de Octubre, Provincia de Piura, Departamento de Piura.
SOLICITANTE: MENORCA INVERSIONES
RESPONSABLE: ING. JERRY OSCAR OCHOA MEDINA
FECHA:
SPT: 08/11/2018

Estimación del ángulo de fricción del suelo con el ensayo SPT:

En suelos gruesos:

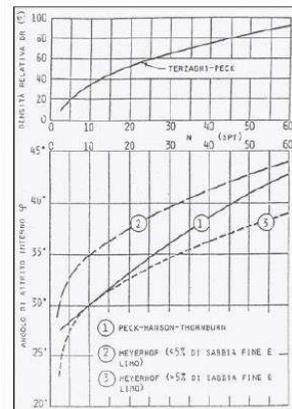
$$\phi = 20 + (3'5 \cdot \sqrt{N})$$

$$\% \text{ arena y limo } > 5\%: \phi = 25 + (0'15 \cdot DR)$$

$$\% \text{ arena y limo } < 5\%: \phi = 30 + (0'15 \cdot DR)$$

Tabla 45.1
Densidad relativa de arenas de acuerdo con los resultados de los ensayos normales de penetración

Nº de golpes N	Densidad relativa
0-4	Muy suelta
4-10	Suelta
10-30	Mediamente densa
30-50	Densa
mayor de 50	Muy densa



DATOS SPT S-16

SONDEO	Nº 2				
	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
PROF (m)	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
N =	21.00	24.00	21.00	29.00	35.00
Ncor	15.29	17.34	15.29	20.70	24.65
qu	2.038	2.312	2.038	2.761	3.287
C	1.019	1.156	1.019	1.380	1.644
Ø =	31.30	31.60	31.30	32.80	33.70
Y =	2.144	2.176	2.144	2.229	2.29
B =	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Df	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
N'q=	26.21	27.17	26.21	31.45	35.16
N'c=	41.46	42.54	41.46	47.24	51.22
N'y=	25.69	26.67	25.69	31.03	34.81
BASE CIMENTACION	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
CIMIENTO CONTINUO	28.252	32.935	28.365	43.786	56.564
qadm (neta) kg/cm2	9.42	10.98	9.45	14.60	18.85
ZAPATA AISLADA	36.712	42.783	36.824	56.842	73.420
qadm (neta) kg/cm2	12.24	14.26	12.27	18.95	24.47

SONDEO	SPT S-16				
PROF (m)	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
N =	21.00	24.00	21.00	29.00	35.00
BASE CIMENTACIÓN	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
CIMIENTO CONTINUO	28.25	32.94	28.36	43.79	56.56
qadm (neta) kg/cm2	9.42	10.98	9.45	14.60	18.85
ZAPATA AISLADA	36.71	42.78	36.82	56.84	73.42
qadm (neta) kg/cm2	12.24	14.26	12.27	18.95	24.47

**ENSAYO NORMAL DE PENETRACION SPT
ASTM D - 1586**

PROYECTO : ALTO PIURA (ZONA DE RESERVORIO ELEVADO)
 UBICACIÓN : Sector San Judas Tadeo, Distrito 26 de Octubre, Provincia de Piura, Departamento de Piura.
 SOLICITANTE : MENORCA INVERSIONES
 RESPONSABLE : ING. JERRY OSCAR OCHOA MEDINA
 FECHA : 08/11/2018
 SPT : S-17

CORRECCION DEL NUMERO DE GOLPES CORREGIDO POR PRESION EFECTIVA

$$N_s = N \cdot C_N \cdot n_1 \cdot n_2 \cdot n_3 \cdot n_4$$

$$C_N = \frac{p''}{p'}$$

N_s = VALOR CORREGIDO DEL ENSAYO DE PENETRACION

N = NUMERO DE GOLPES REALMENTE REGISTRADO

n_1 = RELACION DE ENERGIA DEL MARTILLO, ER/ER_s

n_2 = LONGITUD DE BARRAS DE PERFORACION

n_3 = TOMA MUESTRAS

n_4 = DIAMETRO DE LA PERFORACION

C_N = PRESION CALCULADA DE SOBRECARGA

p' = $Y \cdot h$, PRESION EFECTIVA DE SOBRECARGA EN K/CM² > 0,25 Kg/Cm²

p'' = PRESION DE SOBRECARGA DE REFERENCIA IGUAL A 1,0 Kg/Cm²

DATOS SPT S-17

PROF (m)	0.00 - 1.00	1.00-2.00	2.00-3.00	3.00-4.00	4.00-5.00
N =	5.00	9.00	15.00	14.00	17.00
C_N =	1.05	1.01	0.98	0.99	0.98
n_1 =	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96
n_2 =	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
n_3 =	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
n_4 =	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05
p' =	0.90	0.97	1.04	1.03	1.05
p'' =	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
N_s =	3.97	6.88	11.09	10.40	12.50

**CAPACIDAD ADMISIBLE NETA
METODO CORRECCION PARA SUELOS NO COHESIVOS**

PROYECTO: ALTO PIURA (ZONA DE RESERVOIRIO ELEVADO)
UBICACIÓN: Sector San Judas Tadeo, Distrito 26 de Octubre, Provincia de Piura, Departamento de Piura.
SOLICITANTE: MENORCA INVERSIONES
RESPONSABLE: ING. JERRY OSCAR OCHOA MEDINA
FECHA:
SPT: 08/11/2018

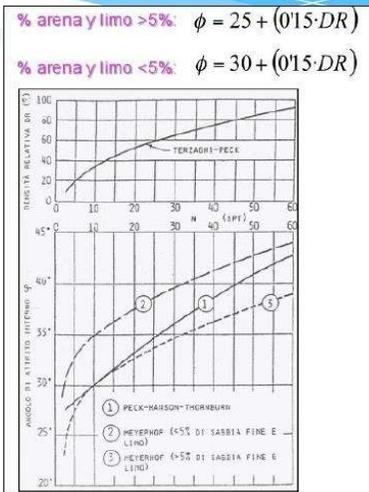
Estimación del ángulo de fricción del suelo con el ensayo SPT:

En suelos gruesos:

$$\phi = 20 + (3'5 \cdot \sqrt{N})$$

Tabla 65.1
Densidad relativa de arena de acuerdo con los resultados de los ensayos normales de penetración

Nº de golpes N	Densidad relativa
0-4	Muy suelta
4-10	Suelta
10-30	Mediamente densa
30-50	Densa
mayor de 50	Muy densa



DATOS SPT S-17

SONDEO	Nº 2				
	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
PROF (m)	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
N =	5.00	9.00	15.00	14.00	17.00
Ncor	3.97	6.88	11.09	10.40	12.50
qu	0.497	0.860	1.441	1.344	1.643
C	0.248	0.430	0.720	0.672	0.821
Ø =	27.70	28.15	30.70	30.40	30.85
Y =	1.800	1.943	2.080	2.057	2.101
B =	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Df	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
N'q=	17.21	18.12	24.39	23.54	24.83
N'c=	30.87	31.99	39.40	38.42	39.90
N'y=	13.75	14.52	19.84	19.12	20.21
BASE CIMENTACION	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
CIMIENTO CONTINUO	5.154	9.259	19.097	17.420	22.135
qadm (neta) kg/cm2	1.72	3.09	6.37	5.81	7.38
ZAPATA AISLADA	6.687	12.012	24.780	22.587	28.697
qadm (neta) kg/cm2	2.23	4.00	8.26	7.53	9.57

SONDEO	SPT S-17				
PROF (m)	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
N =	5.00	9.00	15.00	14.00	17.00
BASE CIMENTACION	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
CIMIENTO CONTINUO	5.15	9.26	19.10	17.42	22.13
qadm (neta) kg/cm2	1.72	3.09	6.37	5.81	7.38
ZAPATA AISLADA	6.69	12.01	24.78	22.59	28.70
qadm (neta) kg/cm2	2.23	4.00	8.26	7.53	9.57

ANEXO N°02: MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA			
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLES
¿Cuál es el Diseño Estructural de una Vivienda Multifamiliar de 4 pisos en la Urbanización Alto Piura, distrito 26 de Octubre - Piura?	Realizar el Diseño Estructural de una Vivienda Multifamiliar de 4 pisos en la Urbanización Alto Piura, distrito 26 de Octubre – Piura.		
Problemas Específicos	Objetivos Específicos		
1. ¿Cómo es el diseño arquitectónico de una Vivienda Multifamiliar de 4 pisos en la Urbanización Alto Piura, distrito 26 de Octubre - Piura?	<ul style="list-style-type: none"> Realizar la distribución arquitectónica de una Vivienda Multifamiliar de 4 pisos en la Urbanización Alto Piura, distrito 26 de Octubre – Piura. 	No presenta	DISEÑO ESTRUCTURAL
2. ¿Qué dimensiones iniciales tendrán los elementos estructurales de una Vivienda Multifamiliar de 4 pisos en la Urbanización Alto Piura, distrito 26 de Octubre - Piura?	<ul style="list-style-type: none"> Realizar la estructuración y predimensionamiento de los elementos estructurales de una Vivienda Multifamiliar de 4 pisos en la Urbanización Alto Piura, distrito 26 de Octubre – Piura. 		
3. ¿Cómo se analiza la estructura de una Vivienda Multifamiliar de 4 pisos en la	<ul style="list-style-type: none"> Modelar y analizar la estructura de una Vivienda Multifamiliar de 4 pisos en la Urbanización Alto 		

Urbanización Alto Piura, distrito 26 de Octubre - Piura? Piura, distrito 26 de Octubre – Piura con el programa ETABS.

4. ¿Cómo se comprueba el diseño sismoresistente de una Vivienda Multifamiliar de 4 pisos en la Urbanización Alto Piura, distrito 26 de Octubre - Piura?

- Realizar el Análisis sísmico de una Vivienda Multifamiliar de 4 pisos en la Urbanización Alto Piura, distrito 26 de Octubre – Piura.

5. ¿Cuál es el diseño de lo elementos estructurales de una Vivienda Multifamiliar de 4 pisos en la Urbanización Alto Piura, distrito 26 de Octubre - Piura?

- Diseñar los elementos estructurales de una Vivienda Multifamiliar de 4 pisos en la Urbanización Alto Piura, distrito 26 de Octubre – Piura.

ANEXO N°03: METRADO DE CARGAS

METRADO DE CARGAS

Carga en Entrepisos

Tipo de Carga	Descrpcion	Carga	Unidad	Total
Cargas Muertas	Peso de Ladrillo	70.00	kg/m ²	270.00
	Peso de Tabiqueria	100.00	kg/m ²	
	Peso de Acabados	100.00	kg/m ²	
Cargas Vivas	Sobrecarga de Uso	200.00	kg/m ²	200.00

Carga en Azotea

Tipo de Carga	Descrpcion	Carga	Unidad	Total
Cargas Muertas	Peso de Ladrillo	70.00	kg/m ²	170.00
	Peso de Acabados	100.00	kg/m ²	
Cargas Vivas	Sobrecarga de Uso	100.00	kg/m ²	100.00

ANEXO N°04: ANÁLISIS SÍSMICO ESTÁTICO

ANÁLISIS SÍSMICO ESTÁTICO

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

FACTOR DE ZONA:

Zona 4 : Piura

Z = 0.45

PERFIL DE SUELO:

Perfi I Tipo S2: Suelos Intermedios

S2 = 1.05

PERÍODOS "TP" Y "TL"

TP (s) = 0.60

TL (s) = 2.00

FACTOR DE USO:

C (Edificaciones Comunes)

U = 1.00

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA:

Factor de Irregularidad Ia

Iax= 1.00 **Iay=** 1.00

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA:

Factor de Irregularidad Ip

Ipx= 0.90 **Ipy=** 0.90

Regularidad Estructural

Coficiente Básico de Reducción R°

R° = 7 Dual - Dir. X

6 Muros Estructurales - Dir. Y

Coefficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas, R

$$R = R^{\circ} \times I_p \times I_a = \quad 6.30 \quad \text{Dir. X} \quad 5.40 \quad \text{Dir. Y}$$

Altura de la Edificación

$$h_n = \quad 10.95 \quad (\text{Desde N.N.T+0.00})$$

Coefficiente de Sistema Estructural

$$C_T = \quad 60 \quad \text{Sistema Dual} \quad 60 \quad \text{Sistema de Muros Estructurales}$$

Período Fundamental de Vibración

$$T = \quad 0.183 \quad \text{en X-X} \quad 0.183 \quad \text{en Y-Y} \quad \text{Según Art. 28.4.1}$$

$$T = \quad 0.390 \quad \text{en X-X} \quad 0.228 \quad \text{en Y-Y} \quad \text{Según Art. 28.4.2}$$

Cálculo Manual del Período Fundamental del Edificio, según Artículo 28.4.2 de la NTE E.030-2019 - Dir X

Piso	Altura h_i (m)	Peso P_i (Tn)	Pixhi (Tn.m)	α_i	Fi (Tn)	di (mm)	$P_i \cdot d_i^2$ (Tn.mm ²)	$f_i \cdot d_i$ (Tn.mm)
Piso 4	2.80	50.76	142.13	0.16	8.09	11.793	7059.56	95.46
Piso 3	2.80	70.51	197.44	0.22	11.24	10.18	7307.56	114.47

Piso 2	2.80	70.51	197.44	0.22	11.24	7.76	4246.20	87.26
Piso 1	4.55	75.05	341.48	0.39	19.45	4.655	1626.27	90.53
Base	-	266.84	878.49	1.00	50.0324715	-	20239.59	387.72

$$T = 0.85 \left(2\pi \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n P_i \cdot d_i^2}{g \sum_{i=1}^n f_i \cdot d_i}} \right)$$

$$T = 0.390 \text{ s}$$

$$\omega = 16.1251 \text{ rad/s}$$

$$f = 2.566385 \text{ cyc/s}$$

$$k = 1.00$$

Cálculo Manual del Período Fundamental del Edificio, según Artículo 28.4.2 de la NTE E.030-2019 - Dir Y

Piso	Altura hi(m)	Peso Pi(Tn)	Pixhi (Tn.m)	ai	Fi (Tn)	di (mm)	$P_i \cdot d_i^2$ (Tn.mm ²)	$f_i \cdot d_i$ (Tn.mm)
Piso 4	2.80	50.76	142.13	0.16	9.44	4.806	1172.46	45.39
Piso 3	2.80	70.51	197.44	0.22	13.12	4.018	1138.41	52.71
Piso 2	2.80	70.51	197.44	0.22	13.12	2.939	609.08	38.56
Piso 1	4.55	75.05	341.48	0.39	22.69	1.661	207.06	37.69
Base	-	266.84	878.49	1.00	58.37121675	-	3127.00	174.34

$$T = 0.85 \left(2\pi \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n P_i \cdot d_i^2}{g \sum_{i=1}^n f_i \cdot d_i}} \right)$$

$$T = 0.228 \text{ s}$$

$$\omega = 27.5093 \text{ rad/s}$$

$$f = 4.378238 \text{ cyc/s}$$

$$k = 1.00$$

FACTOR DE AMPLIFICACION SISIMICA

$$\begin{aligned}
 T < T_P &\rightarrow C = 2,5 \\
 T_P < T < T_L &\rightarrow C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P}{T}\right) \\
 T > T_L &\rightarrow C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P \cdot T_L}{T^2}\right)
 \end{aligned}$$

En X-X	En Y-Y
2.50	2.50
No Cumple	No Cumple
No Cumple	No Cumple

C = **2.50** Dir. X **2.50** Dir. Y

El valor de C/R no deberá considerarse menor que:

$$C/R \geq 0.11 \rightarrow$$

0.397 en X-X 0.463 en Y-Y

PESO TOTAL DE EDIFICACION :

Según el RNE: Norma E.030 (CAPITULO IV, Artículo 16.3)

266.84 Tn (100%*C_m* + 25%*C_v*)

CORTANTE EN LA BASE

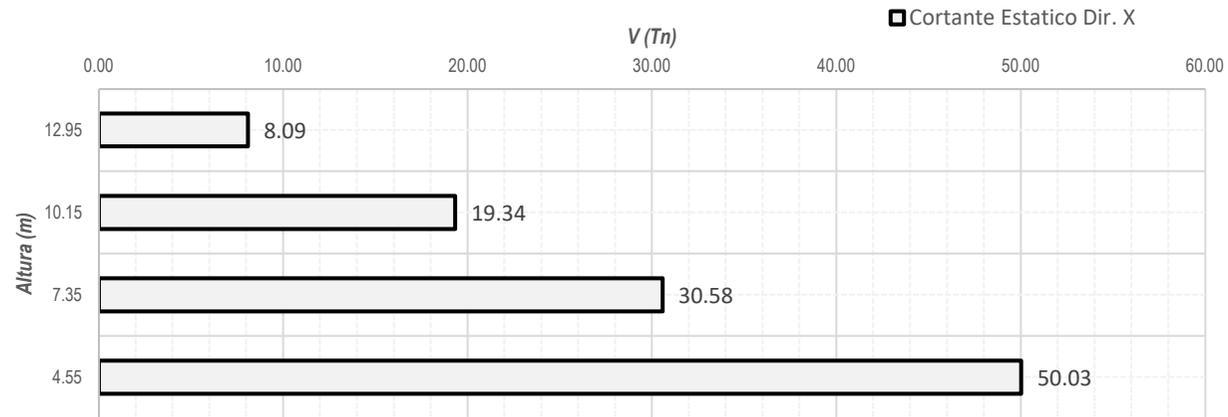
$$S_a = \frac{ZUCS}{R} =$$

0.1875 en X-X 0.2188 en Y-Y

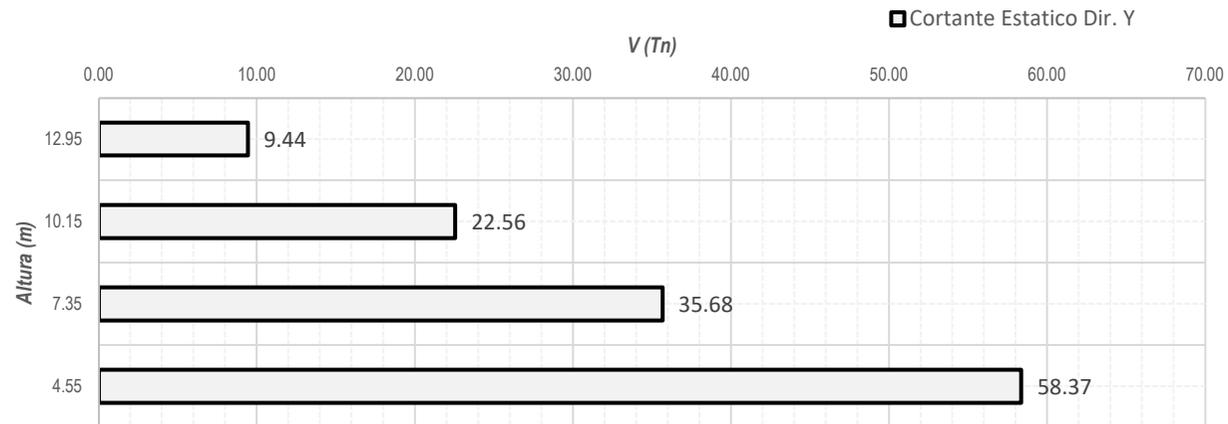
$$V = \frac{ZUCS}{R} \cdot P =$$

50.0325 en X-X 58.3712 en Y-Y

Cortante Estatico - Dir. X



Cortante Estatico - Dir. Y



ANEXO N°05: ANÁLISIS SÍSMICO DINÁMICO

ESPECTRO DE SISMO SEGÚN LA NORMA E.030-2018 - Dir X

1 Zonificación, Según E.030-2018 (E.030/7.0)

Zona : 4.0000

Z = 0.45 g

2 Parámetros de Sitio, Según E.030-2018 (E.030/10.0)

Perfil Tipo : S2

S = 1.05
T_P
= 0.60
T_L
= 2.00

3 Categoría del Edificio, Según E.030-2018 (E.030/12.0)

Categoría : Común C

U = 1.00

4 Coeficiente Básico de Reducción de Fuerzas Sísmicas, Según E.030-2018 (E.030/15.2)

Categoría : 08 Concreto Armado: Dual

R₀ = 7

5 Restricciones de Irregularidad, Según E.030-2018 (E.030/18.0)

Restricciones : **No se permiten irregularidades extremas**

6 Factores de Irregularidad, Según E.030-2018 (E.030/17.2)

Irregularidad en Altura, I_a : **01 Regular**
 $I_a = 1.00$

Irregularidad en Planta, I_p : **04 Esquinas Entrantes**
 $I_p = 0.90$

7 Coeficiente de Reducción de Fuerzas Sísmicas, Según E.030-2018 (E.030/19.0)

$$R = R_0 \times I_a \times I_p = 6.3$$

8 Propuesta de Valores Homologados para uso del ASCE/SEI 7

$SPGA =$	1.688 g	Aceleración de Respuesta Espectral en $T= 0.0s$, para el Sismo Considerado Máximo (MCE)
$FPGA =$	1.050	Coefficiente de Sitio en la Aceleración Pico del Terreno
$SMPGA =$	1.772 g	Aceleración de Respuesta Espectral en $T= 0.0s$, para el Sismo Considerado Máximo (MCE)
$SDPGA =$	1.181 g	Aceleración de Respuesta Espectral en $T= 0.0s$, para el Sismo de Diseño (DBE)

$S_s =$	1.688 g	Aceleración de Respuesta Espectral en T= 0.2s, para el Sismo Considerado Máximo (MCE)
$F_a =$	1.050	Coefficiente de Sitio en Periodos Cortos
$S_{MS} =$	1.772 g	Aceleración de Respuesta Espectral en T= 0.2s, para el Sismo Considerado Máximo (MCE)
$S_{DS} =$	1.181 g	Aceleración de Respuesta Espectral en T= 0.2s, para el Sismo de Diseño (DBE)

$S_1 =$	1.013 g	Aceleración de Respuesta Espectral en T= 1.0s, para el Sismo Considerado Máximo (MCE)
$F_v =$	1.050	Coefficiente de Sitio en Periodos Largos
$S_{M1} =$	1.063 g	Aceleración de Respuesta Espectral en T= 1.0s, para el Sismo Considerado Máximo (MCE)
$S_{D1} =$	0.709 g	Aceleración de Respuesta Espectral en T= 1.0s, para el Sismo de Diseño (DBE)

Risk =	II	Categoría de Riesgo (ASCE/SEI 7, 1.5.2)
SDC, $S_{DS} =$	D	Categoría de Diseño Sísmico (ASCE/SEI 7, 11.6)
SDC, $S_{D1} =$	D	Categoría de Diseño Sísmico (ASCE/SEI 7, 11.6)

Cálculo y Gráfico del Espectro de Pseudoaceleraciones del Sismo de Diseño
9 (E.030/26.2)

C	T (s)	Sa/g
2.50	0.00	0.1875
2.50	0.02	0.1875
2.50	0.04	0.1875
2.50	0.06	0.1875
2.50	0.08	0.1875
2.50	0.10	0.1875
2.50	0.12	0.1875
2.50	0.14	0.1875
2.50	0.16	0.1875
2.50	0.18	0.1875
2.50	0.20	0.1875
2.50	0.25	0.1875
2.50	0.30	0.1875
2.50	0.35	0.1875
2.50	0.40	0.1875
2.50	0.45	0.1875
2.50	0.50	0.1875
2.50	0.55	0.1875
2.50	0.60	0.1875
2.31	0.65	0.1731
2.14	0.70	0.1607
2.00	0.75	0.1500
1.88	0.80	0.1406
1.76	0.85	0.1324

$$T < T_P \quad C = 2,5$$

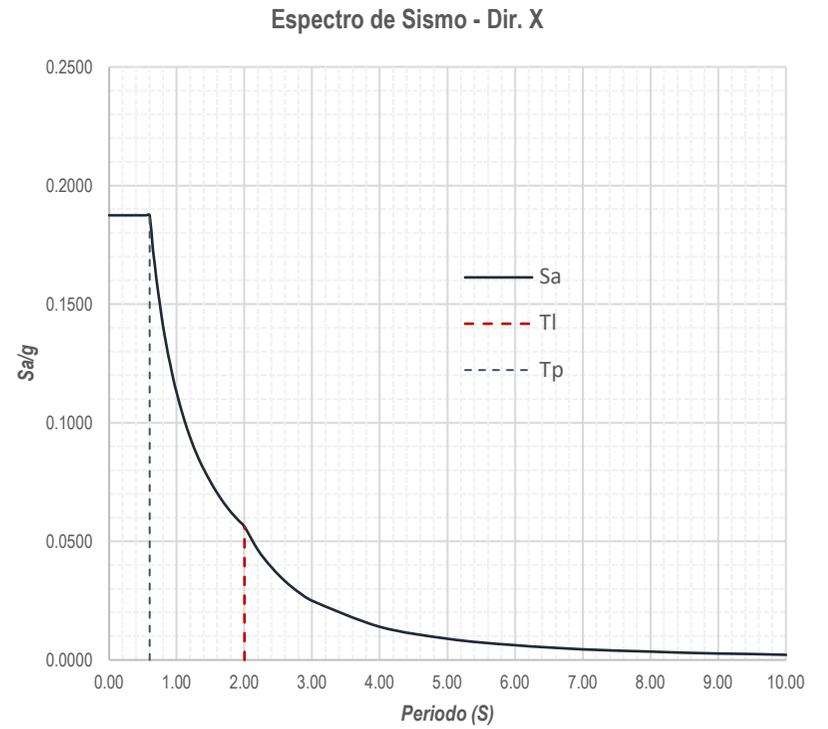
$$T_P < T < T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P}{T}\right)$$

$$T > T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P \cdot T_L}{T^2}\right)$$

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



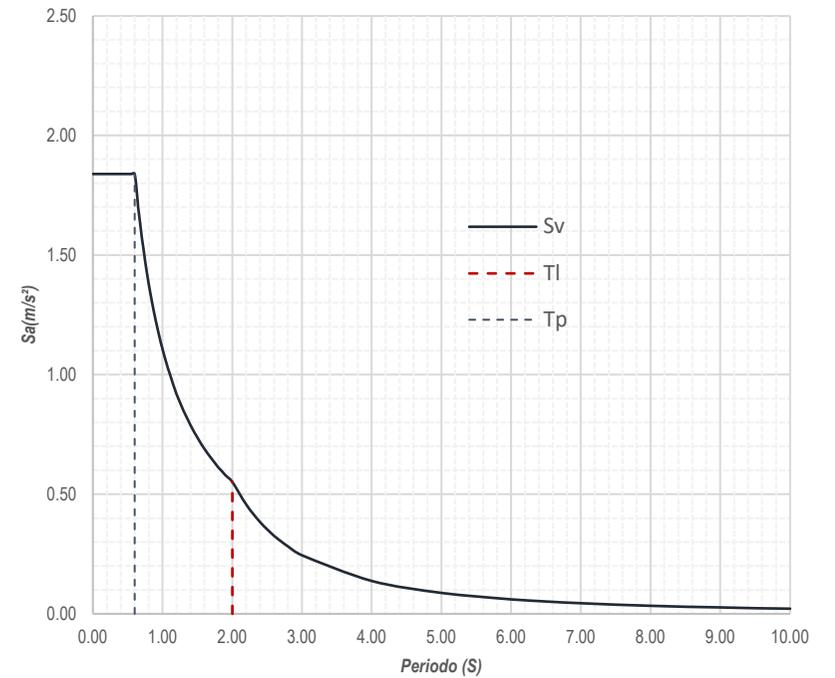
1.67	0.90	0.1250
1.58	0.95	0.1184
1.50	1.00	0.1125
1.36	1.10	0.1023
1.25	1.20	0.0938
1.15	1.30	0.0865
1.07	1.40	0.0804
1.00	1.50	0.0750
0.94	1.60	0.0703
0.88	1.70	0.0662
0.83	1.80	0.0625
0.79	1.90	0.0592
0.75	2.00	0.0563
0.62	2.20	0.0465
0.52	2.40	0.0391
0.44	2.60	0.0333
0.38	2.80	0.0287
0.33	3.00	0.0250
0.19	4.00	0.0141
0.12	5.00	0.0090
0.08	6.00	0.0063
0.06	7.00	0.0046
0.05	8.00	0.0035
0.04	9.00	0.0028
0.03	10.00	0.0023



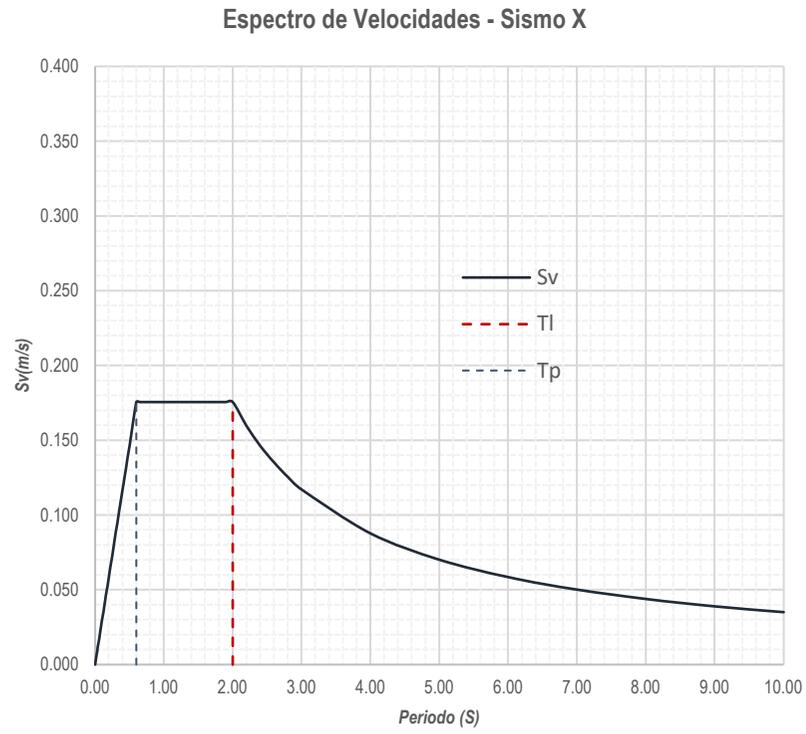
10 Cálculo y Gráfico de los Espectros de Pseudoaceleraciones, Pseudovelocidades y Desplazamientos

Sa (m/s ²)	Sv (m/s)	Sd (m)
1.84	0.000	0.0000
1.84	0.006	0.0000
1.84	0.012	0.0001
1.84	0.018	0.0002
1.84	0.023	0.0003
1.84	0.029	0.0005
1.84	0.035	0.0007
1.84	0.041	0.0009
1.84	0.047	0.0012
1.84	0.053	0.0015
1.84	0.059	0.0019
1.84	0.073	0.0029
1.84	0.088	0.0042
1.84	0.102	0.0057
1.84	0.117	0.0075
1.84	0.132	0.0094
1.84	0.146	0.0116
1.84	0.161	0.0141
1.84	0.176	0.0168
1.70	0.176	0.0182
1.58	0.176	0.0196
1.47	0.176	0.0210
1.38	0.176	0.0224

Espectro de Aceleraciones - Sismo X



1.30	0.176	0.0238
1.23	0.176	0.0252
1.16	0.176	0.0266
1.10	0.176	0.0280
1.00	0.176	0.0308
0.92	0.176	0.0335
0.85	0.176	0.0363
0.79	0.176	0.0391
0.74	0.176	0.0419
0.69	0.176	0.0447
0.65	0.176	0.0475
0.61	0.176	0.0503
0.58	0.176	0.0531
0.55	0.176	0.0559
0.46	0.160	0.0559
0.38	0.146	0.0559
0.33	0.135	0.0559
0.28	0.125	0.0559
0.25	0.117	0.0559
0.14	0.088	0.0559
0.09	0.070	0.0559
0.06	0.059	0.0559
0.05	0.050	0.0559
0.03	0.044	0.0559
0.03	0.039	0.0559
0.02	0.035	0.0559



ESPECTRO DE SISMO SEGÚN LA NORMA E.030-2018 - Dir Y

1 Zonificación, Según E.030-2018 (E.030/7.0)

Zona : 4.0000

Z =	0.45 g
-----	--------

2 Parámetros de Sitio, Según E.030-2018 (E.030/10.0)

Perfil Tipo : S2

S =	1.05
T _P =	0.60
T _L =	2.00

3 Categoría del Edificio, Según E.030-2018 (E.030/12.0)

Categoría : Común C

U =	1.00
-----	------

4 Coeficiente Básico de Reducción de Fuerzas Sísmicas, Según E.030-2018 (E.030/15.2)

Categoría : **09 Concreto Armado: De Muros Estructurales**

R ₀ =	6
------------------	---

5 Restricciones de Irregularidad, Según E.030-2018 (E.030/18.0)

Restricciones : **No se permiten irregularidades extremas**

6 Factores de Irregularidad, Según E.030-2018 (E.030/17.2)

Irregularidad en Altura, I_a : **01 Regular**
 $I_a = 1.00$

Irregularidad en Planta, I_p : **04 Esquinas Entrantes**
 $I_p = 0.90$

7 Coeficiente de Reducción de Fuerzas Sísmicas, Según E.030-2018 (E.030/19.0)

$$R = R_0 \times I_a \times I_p = 5.4$$

8 Propuesta de Valores Homologados para uso del ASCE/SEI 7

$S_{PGA} =$	1.688 g	Aceleración de Respuesta Espectral en $T= 0.0s$, para el Sismo Considerado Máximo (MCE)
$F_{PGA} =$	1.050	Coficiente de Sitio en la Aceleración Pico del Terreno
$S_{MPGA} =$	1.772 g	Aceleración de Respuesta Espectral en $T= 0.0s$, para el Sismo Considerado Máximo (MCE)
$S_{DPGA} =$	1.181 g	Aceleración de Respuesta Espectral en $T= 0.0s$, para el Sismo de Diseño (DBE)

$S_S =$	1.688 g	Aceleración de Respuesta Espectral en $T= 0.2s$, para el Sismo Considerado Máximo (MCE)
$F_a =$	1.050	Coficiente de Sitio en Periodos Cortos
$S_{MS} =$	1.772 g	Aceleración de Respuesta Espectral en $T= 0.2s$, para el Sismo Considerado Máximo (MCE)
$S_{DS} =$	1.181 g	Aceleración de Respuesta Espectral en $T= 0.2s$, para el Sismo de Diseño (DBE)

$S_1 =$	1.013 g
$F_v =$	1.050
$S_{M1} =$	1.063 g
$S_{D1} =$	0.709 g

Aceleración de Respuesta Espectral en $T= 1.0s$, para el Sismo Considerado
Máximo (MCE)

Coeficiente de Sitio en Periodos Largos

Aceleración de Respuesta Espectral en $T= 1.0s$, para el Sismo Considerado
Máximo (MCE)

Aceleración de Respuesta Espectral en $T= 1.0s$, para el Sismo de Diseño
(DBE)

Risk =	II
SDC, $S_{DS} =$	D
SDC, $S_{D1} =$	D

Categoría de Riesgo (ASCE/SEI 7, 1.5.2)

Categoría de Diseño Sísmico (ASCE/SEI 7, 11.6)

Categoría de Diseño Sísmico (ASCE/SEI 7, 11.6)

9 Cálculo y Gráfico del Espectro de Pseudoaceleraciones del Sismo de Diseño (E.030/26.2)

C	T (s)	Sa/g
2.50	0.00	0.2188
2.50	0.02	0.2188
2.50	0.04	0.2188
2.50	0.06	0.2188
2.50	0.08	0.2188
2.50	0.10	0.2188
2.50	0.12	0.2188
2.50	0.14	0.2188
2.50	0.16	0.2188
2.50	0.18	0.2188
2.50	0.20	0.2188
2.50	0.25	0.2188
2.50	0.30	0.2188
2.50	0.35	0.2188
2.50	0.40	0.2188
2.50	0.45	0.2188
2.50	0.50	0.2188
2.50	0.55	0.2188
2.50	0.60	0.2188
2.31	0.65	0.2019
2.14	0.70	0.1875
2.00	0.75	0.1750
1.88	0.80	0.1641
1.76	0.85	0.1544

$$T < T_P$$

$$C = 2,5$$

$$T_P < T < T_L$$

$$C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P}{T}\right)$$

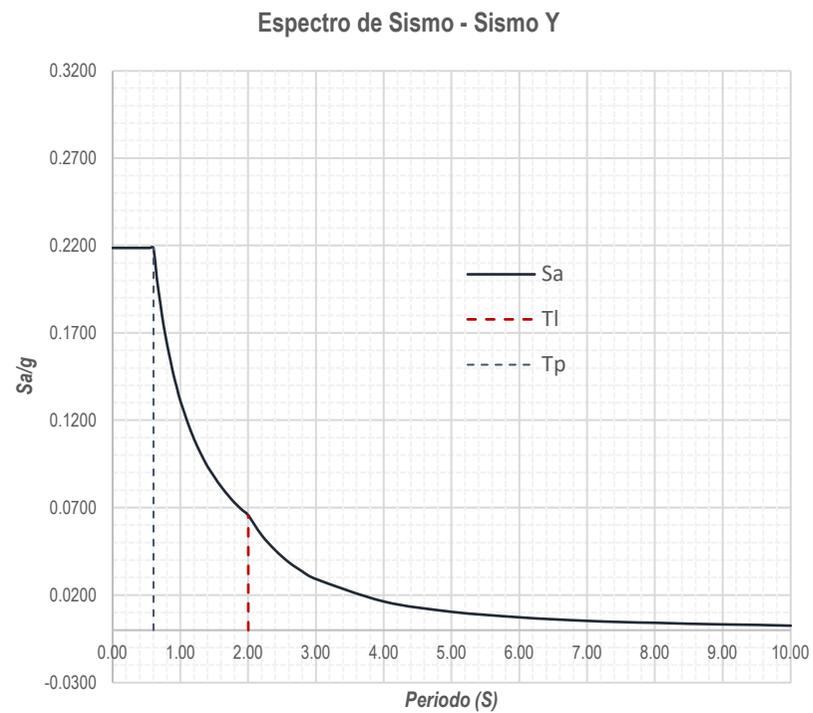
$$T > T_L$$

$$C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P \cdot T_L}{T^2}\right)$$

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

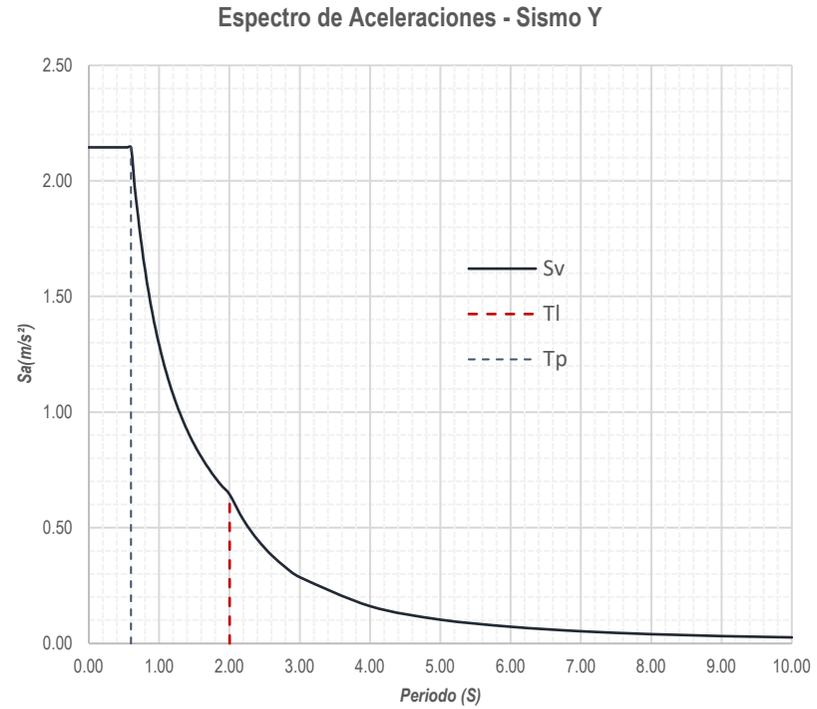


1.67	0.90	0.1458
1.58	0.95	0.1382
1.50	1.00	0.1313
1.36	1.10	0.1193
1.25	1.20	0.1094
1.15	1.30	0.1010
1.07	1.40	0.0937
1.00	1.50	0.0875
0.94	1.60	0.0820
0.88	1.70	0.0772
0.83	1.80	0.0729
0.79	1.90	0.0691
0.75	2.00	0.0656
0.62	2.20	0.0542
0.52	2.40	0.0456
0.44	2.60	0.0388
0.38	2.80	0.0335
0.33	3.00	0.0292
0.19	4.00	0.0164
0.12	5.00	0.0105
0.08	6.00	0.0073
0.06	7.00	0.0054
0.05	8.00	0.0041
0.04	9.00	0.0032
0.03	10.00	0.0026

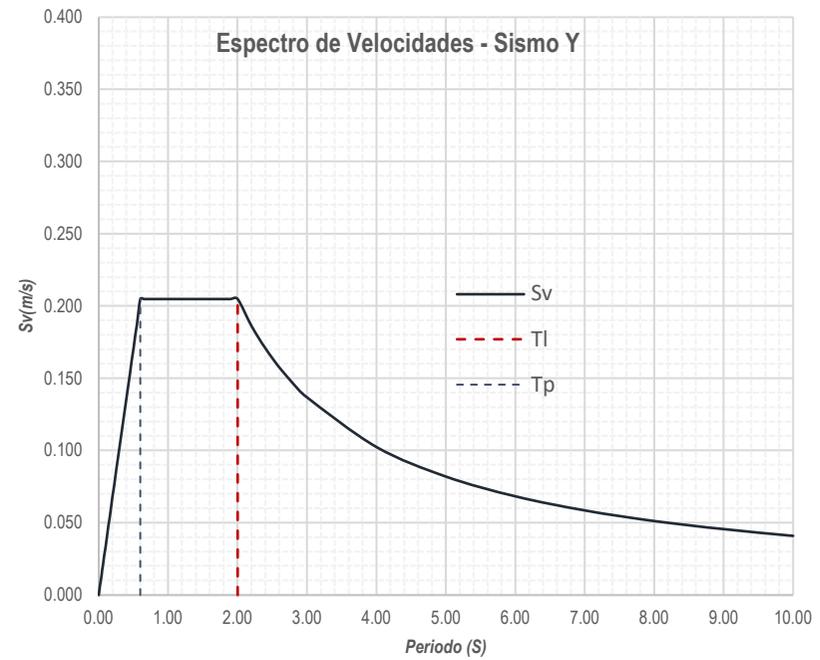


10 Cálculo y Gráfico de los Espectros de Pseudoaceleraciones, Pseudovelocidades y Desplazamientos

Sa (m/s ²)	Sv (m/s)	Sd (m)
2.15	0.000	0.0000
2.15	0.007	0.0000
2.15	0.014	0.0001
2.15	0.020	0.0002
2.15	0.027	0.0003
2.15	0.034	0.0005
2.15	0.041	0.0008
2.15	0.048	0.0011
2.15	0.055	0.0014
2.15	0.061	0.0018
2.15	0.068	0.0022
2.15	0.085	0.0034
2.15	0.102	0.0049
2.15	0.120	0.0067
2.15	0.137	0.0087
2.15	0.154	0.0110
2.15	0.171	0.0136
2.15	0.188	0.0164
2.15	0.205	0.0196
1.98	0.205	0.0212
1.84	0.205	0.0228
1.72	0.205	0.0245
1.61	0.205	0.0261



1.51	0.205	0.0277
1.43	0.205	0.0294
1.36	0.205	0.0310
1.29	0.205	0.0326
1.17	0.205	0.0359
1.07	0.205	0.0391
0.99	0.205	0.0424
0.92	0.205	0.0457
0.86	0.205	0.0489
0.80	0.205	0.0522
0.76	0.205	0.0554
0.72	0.205	0.0587
0.68	0.205	0.0620
0.64	0.205	0.0652
0.53	0.186	0.0652
0.45	0.171	0.0652
0.38	0.158	0.0652
0.33	0.146	0.0652
0.29	0.137	0.0652
0.16	0.102	0.0652
0.10	0.082	0.0652
0.07	0.068	0.0652
0.05	0.059	0.0652
0.04	0.051	0.0652
0.03	0.046	0.0652
0.03	0.041	0.0652



ANEXO N°06: RESULTADOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA

Nivel	Altura	Diafragma	Masa	Peso	Centro de Masas		Centro de Rigidez		Excentricidad	
	m		tonf-s ² /m	Ton	XCM	YCM	XCR	YCR	ex	ey
					m	m	m	m	m	m
Piso 04	2.80	Diafragma Azotea	5.17	50.76	3.38	8.22	2.64	8.58	0.74	-0.36
Piso 03	2.80	Diafragma Techo N°03	7.19	70.51	3.40	8.36	2.67	8.82	0.73	-0.46
Piso 02	2.80	Diafragma Techo N°02	7.19	70.51	3.40	8.36	2.71	9.17	0.69	-0.81
Piso 01	4.55	Diafragma Techo N°01	7.65	75.05	3.45	8.52	2.82	9.75	0.63	-1.23

ANEXO N° 07: RESULTADOS MODALES DE LA ESTRUCTURA

Caso	N° Modo	Periodo	Frecuencia	Frecuencia Circular	Masa Participativa Traslacional	Sum UX	SumUY			SumUZ	Masa Participativa Rotacional			Sum RX	Sum RY	Sum RZ
		sec	cyc/sec	rad/sec	UX	UY	UZ				RX	RY	RZ			
Modal	1	0.416	2.402	15.0907	88.46%	0.14%	0.0%	88.46%	0.14%	2.54E-06	0.01%	15.52%	1.81%	0.01%	15.52%	1.81%
Modal	2	0.365	2.742	17.2303	0.00%	81.60%	0.0%	88.46%	81.74%	8.73E-06	7.26%	0.00%	5.27%	7.27%	15.52%	7.08%
Modal	3	0.317	3.159	19.8492	1.58%	4.92%	0.0%	90.04%	86.66%	1.13E-05	0.48%	0.63%	80.77%	7.75%	16.15%	87.85%
Modal	4	0.12	8.325	52.3067	7.71%	0.01%	0.0%	97.75%	86.67%	3.34E-05	0.04%	50.87%	0.12%	7.78%	67.02%	87.98%
Modal	5	0.1	10.019	62.9511	0.02%	10.29%	0.01%	97.76%	96.96%	1.00E-04	17.05%	0.04%	0.70%	24.83%	67.05%	88.68%
Modal	6	0.089	11.283	70.8956	0.68%	0.71%	0.0%	98.44%	97.67%	1.00E-04	1.62%	2.15%	9.36%	26.45%	69.21%	98.04%
Modal	7	0.061	16.283	102.3061	0.01%	0.00%	6.05%	98.45%	97.67%	6.06E-02	5.33%	0.30%	0.00%	31.78%	69.50%	98.04%
Modal	8	0.06	16.759	105.2972	0.14%	0.01%	0.0%	98.58%	97.67%	6.06E-02	0.00%	0.24%	0.00%	31.78%	69.75%	98.04%
Modal	9	0.059	16.973	106.6433	0.90%	0.00%	0.0%	99.49%	97.67%	6.15E-02	0.04%	1.45%	0.02%	31.82%	71.19%	98.07%
Modal	10	0.055	18.055	113.4416	0.00%	0.01%	1.07%	99.49%	97.69%	7.21E-02	0.96%	0.04%	0.00%	32.78%	71.24%	98.07%
Modal	11	0.047	21.479	134.9572	0.06%	0.03%	0.0%	99.54%	97.72%	7.21E-02	0.05%	0.15%	0.02%	32.83%	71.38%	98.08%
Modal	12	0.046	21.958	137.9654	0.00%	0.73%	2.93%	99.55%	98.45%	1.01E-01	0.50%	0.04%	0.03%	33.33%	71.42%	98.11%

Verificacion de las Masas Participantes (Art. 29.1.1)

Masa Participante	% Sum Masas de Participacion	Observacion
SumUX	99.55%	Cumple
SumUY	98.45%	Cumple
SumRZ	98.11%	Cumple

Modos de Vibracion (Art. 29.1.)

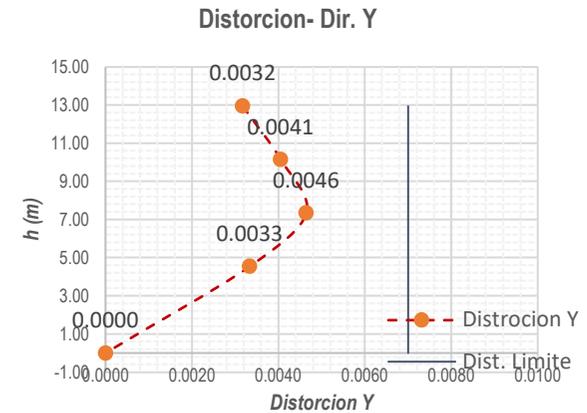
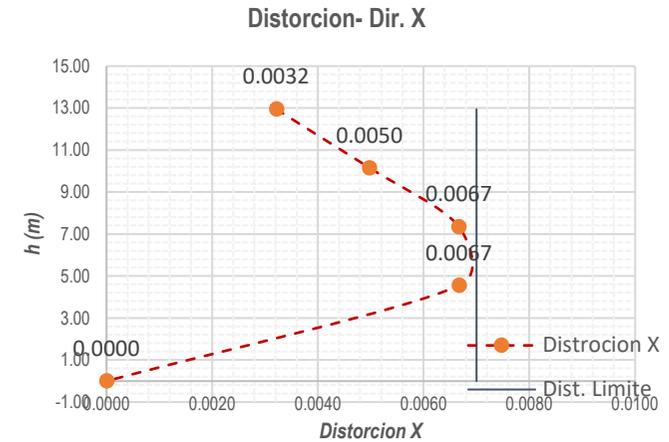
Modo Predominante	Dir. Analisis	% Participacion	Periodo
2	Dir X	88.46%	0.365
1	Dir Y	81.60%	0.416
3	Dir Z	80.77%	0.317

ANEXO N° 08: COMPROBACIÓN DE DERIVAS

Piso	Sismo Dir X			Sismo Dir Y			Diafragma
	h	Desp. Max	Desp. Cm	h	Desp. Max	Desp. Cm	
NIVEL 04	12.95	13.44	11.79	12.95	10.54	4.81	D4
NIVEL 03	10.15	11.76	10.18	10.15	8.60	4.02	D3
NIVEL 02	7.35	9.15	7.76	7.35	6.13	2.94	D2
NIVEL 01	4.55	5.67	4.66	4.55	3.30	1.66	D1
Base	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-

Sismo Dir X							
Piso	h (m)	Desp. Abs.	Desp. Rel	hi	Δe	Δi	ΔLim
NIVEL 04	12.95	0.013435	0.00168	2.80	0.0006	0.0032	0.007
NIVEL 03	10.15	0.011755	0.002601	2.80	0.0009	0.0050	0.007
NIVEL 02	7.35	0.009154	0.003486	2.80	0.0012	0.0067	0.007
NIVEL 01	4.55	0.005668	0.005668	4.55	0.0012	0.0067	0.007
Base	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.007

Sismo Dir Y							
Piso	h	Desp. Abs.	Desp. Rel	hi	Δe	Δi	ΔLim
NIVEL 04	12.95	0.010538	0.001934	2.80	0.0007	0.0032	0.007
NIVEL 03	10.15	0.008604	0.002471	2.80	0.0009	0.0041	0.007
NIVEL 02	7.35	0.006133	0.00283	2.80	0.0010	0.0046	0.007
NIVEL 01	4.55	0.003303	0.003303	4.55	0.0007	0.0033	0.007
Base	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.007



ANEXO N° 09: COMPROBACIÓN DE CORTENATE ESTATIVO Y DINÁMICO

Sismo Estático				
Piso	Dir. X		Dir. Y	
	Vx	Fi	Vy	Fi
Piso N° 04	16.13	16.13	18.82	18.82
Piso N° 03	34.34	18.21	40.07	40.07
Piso N° 02	47.53	29.32	55.47	55.47
Piso N° 01	56.36	27.04	65.77	65.77
Base	0	27.04	0	65.77

Sismo Dinámico				
Piso	Dir. X		Dir. Y	
	Vx	Fi	Vy	Fi
Piso N° 04	13.8	13.8	16.56	16.56
Piso N° 03	29.9	16.1	34.49	17.93
Piso N° 02	42.01	25.91	47.23	29.3
Piso N° 01	50.21	24.3	55.35	26.05
Base	0	24.3	0	26.05

Cortante Estático:

Vx= 56.36 Tonf

Vy= 65.77 Tonf

Cortante Dinámico:

Vx= 50.21 Tonf

Vy= 55.35 Tonf

Verificación de Cortante Estática y Dinámica

Dirección de Análisis	V Estático	V Dinámico	Tipo de Estructura	Caso I	Observación	Escalar
Dirección X	56.36	50.21	Irregular	0.890880057	no cumple	1.010
Dirección Y	65.77	55.35	Irregular	0.841569104	no cumple	1.069

ANEXO N° 10: COMPROBACIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

Nivel	Elemento	Código	Sismo estático X	Sismo estático Y
			V2 (Tonf)	V3 (Tonf)
Base	Columnas	C4	0.79	0.44
		C5	1.28	0.45
		C6	0.85	0.55
		C7	0.82	0.38
		C8	1.12	0.44
		C9	0.89	0.56
		C10	0.92	0.37
		C11	1.28	0.42
		C13	1.04	0.37
		C14	1.41	0.51
		C16	1.39	0.28
		C17	1.18	0.36
	C19	2.72	0.26	
	Placas	P1	1.2	5.2
		P2	13.05	2.89
		P3	0.24	3.39
		P4	0.6	3.51
		P5	1.2	4.09
		P6	0.13	3.89
		P7	1.5	7.38
P8		1.15	7.44	
P9	1.42	6.31		
P10	14.85	3.8		

		P11	1.25	8.82
--	--	-----	------	------

Elemento Estructural	Vx (Tn)	% Dir X	Vy (Tn)	% Dir Y
Columnas	15.69	30.01%	5.39	8.68%
Placas	36.59	69.99%	56.72	91.32%
Total	52.28	100.00%	62.11	100.00%

Sistema Estructural

Dir. X	Dual
--------	------

Dir. Y	Muros Estructurales
--------	---------------------

ANEXO N° 11: IRREGULARIDADES EN ALTURA

1. Irregularidad de Rigidez o Piso Blando

lax=

1

lay=

1

Sismo Din. X								
Piso	Δ Abs. (m)	Δ Rel. (m)	Vi (ton)	Ki (Ton/m)	Caso I	Caso II	Verificacion Caso I	Verificacion Caso II
Piso N° 04	0.013435	0.00168	13.8	8214.28571	-	-	-	-
Piso N° 03	0.011755	0.002601	29.9	11495.5786	1.40	-	Regular	-
Piso N° 02	0.009154	0.003486	42.01	12051.0614	1.05	-	Regular	-
Piso N° 01	0.005668	0.005668	50.21	8858.50388	0.74	0.84	Regular	Regular

Sismo Din. Y								
Piso	Δ Abs. (m)	Δ Rel. (m)	Vi (ton)	Ki (Ton/m)	Caso I	Caso II	verificación Caso I	verificación Caso II
Piso N° 04	0.010538	0.001934	16.56	8562.56463	-	-	-	-
Piso N° 03	0.008604	0.002471	34.49	13957.9118	1.63	-	Regular	-
Piso N° 02	0.006133	0.00283	47.23	16689.0459	1.20	-	Regular	-
Piso N° 01	0.003303	0.003303	55.35	16757.4932	1.00	1.28	Regular	Regular

2. Irregularidad de Extrema Rigidez

lax=

1

lay=

1

Sismo Din. X								
--------------	--	--	--	--	--	--	--	--

Piso	Δ Abs. (m)	Δ Rel. (m)	Vi (ton)	Ki (Ton/m)	Caso I	Caso II	verificación Caso I	verificación Caso II
Piso N° 04	0.013435	0.00168	13.8	8214.28571	-	-	-	-
Piso N° 03	0.011755	0.002601	29.9	11495.5786	1.40	-	Regular	-
Piso N° 02	0.009154	0.003486	42.01	12051.0614	1.05	-	Regular	-
Piso N° 01	0.005668	0.005668	50.21	8858.50388	0.74	0.84	Regular	Regular

Sismo Din. Y								
Piso	Δ Abs. (m)	Δ Rel. (m)	Vi (ton)	Ki (Ton/m)	Caso I	Caso II	verificación Caso I	verificación Caso II
Piso N° 04	0.010538	0.001934	16.56	8562.56463	-	-	-	-
Piso N° 03	0.008604	0.002471	34.49	13957.9118	1.63	-	Regular	-
Piso N° 02	0.006133	0.00283	47.23	16689.0459	1.20	-	Regular	-
Piso N° 01	0.003303	0.003303	55.35	16757.4932	1.00	1.28	Regular	Regular

3. Irregularidad de Resistencia - Piso débil

lax= 1

lay= 1

Sismo Din. X					
Piso	Carga	Ubicación	Vx (Ton)	Caso I	Verificación Caso I
NIVEL 04	Sismo Din X	Top	13.8	-	-
NIVEL 04	Sismo Din X	Bottom	13.8	2.17	Regular
NIVEL 03	Sismo Din X	Top	29.9		
NIVEL 03	Sismo Din X	Bottom	29.9	1.41	Regular
NIVEL 02	Sismo Din X	Top	42.01		
NIVEL 02	Sismo Din X	Bottom	42.01	1.20	Regular

NIVEL 01	Sismo Din X	Top	50.21		
NIVEL 01	Sismo Din X	Bottom	50.21	-	-

Sismo Din. Y					
Piso	Carga	Ubicación	Vy (Ton)	Caso I	Verificacion Caso I
NIVEL 04	Sismo Din X	Top	16.56	-	-
NIVEL 04	Sismo Din X	Bottom	16.56	2.08	Regular
NIVEL 03	Sismo Din X	Top	34.49		
NIVEL 03	Sismo Din X	Bottom	34.49	1.37	Regular
NIVEL 02	Sismo Din X	Top	47.23		
NIVEL 02	Sismo Din X	Bottom	47.23	1.17	Regular
NIVEL 01	Sismo Din X	Top	55.35		
NIVEL 01	Sismo Din X	Bottom	55.35	-	-

4. Irregularidad Extrema de Resistencia - Piso débil

lax= 1

lay= 1

Sismo Din. X					
Piso	Carga	Ubicación	Vx (Ton)	Caso I	verificación Caso I
NIVEL 04	Sismo Din X	Top	13.8	-	-
NIVEL 04	Sismo Din X	Bottom	13.8	2.17	Regular
NIVEL 03	Sismo Din X	Top	29.9		
NIVEL 03	Sismo Din X	Bottom	29.9	1.41	Regular

NIVEL 02	Sismo Din X	Top	42.01		
NIVEL 02	Sismo Din X	Bottom	42.01	1.20	Regular
NIVEL 01	Sismo Din X	Top	50.21		
NIVEL 01	Sismo Din X	Bottom	50.21	-	-

Sismo Din. Y					
Piso	Carga	Ubicación	Vy (Ton)	Caso I	Verificacion Caso I
NIVEL 04	Sismo Din Y	Top	16.56	-	-
NIVEL 04	Sismo Din Y	Bottom	16.56	2.08	Regular
NIVEL 03	Sismo Din Y	Top	34.49		
NIVEL 03	Sismo Din Y	Bottom	34.49	1.37	Regular
NIVEL 02	Sismo Din Y	Top	47.23		
NIVEL 02	Sismo Din Y	Bottom	47.23	1.17	Regular
NIVEL 01	Sismo Din Y	Top	55.35		
NIVEL 01	Sismo Din Y	Bottom	55.35	-	-

5. Irregularidad de Masa o Peso

lax= 1

lay= 1

Nivel	Diafragma	Masa	Casos		verificación Caso I	verificación Caso II
			Caso I	Caso II		
		tonf-s ² /m				
Piso 04	Diafragma Azotea	5.17	-	0.72	-	Regular
Piso 03	Diafragma Techo N°03	7.19	1.39	1.00	Regular	Regular
Piso 02	Diafragma Techo N°02	7.19	1.00	0.94	Regular	Regular
Piso 01	Diafragma Techo N°01	7.65	1.06	-	Regular	-

6. Irregularidad geométrica Vertical

lax= 1

lay= 1

Nivel	Longitud m	Dimensión	Dimensión	Caso I	verificación Caso I
		A m	B m		
Piso 04	6	-	6	-	-
Piso 03	6	6	6	1	Regular
Piso 02	6	6	6	1	Regular
Piso 01	6	6	6	1	Regular

Nivel	Longitud m	dimensión	dimensión	Caso I	verificación Caso I
		A m	B m		
Piso 04	15	-	15	-	-
Piso 03	15	15	15	1	Regular
Piso 02	15	15	15	1	Regular
Piso 01	15	15	15	1	Regular

7. Irregularidad de Discontinuidad en los Sistemas Resistentes

No hay reducción en las secciones de Placas y Columnas

8. Irregularidad de Discontinuidad Extrema en los Sistemas Resistentes

No hay reducción en las secciones de Placas y Columnas

ANEXO N° 12: IRREGULARIDADES EN PLANTA

1. IRREGULARIDAD TORSIONAL

lpx= 1

lpy= 1

La relación entre Deriva máxima y Deriva Promedio es mayor a :

1.30

IRREGULARIDAD TORSIONAL EN XX						
Story	Output Case	Case Type	Item	Deriva	Deriva	Relación
				Máxima	Promedio	Max/Prom
NIVEL 04	Carga de Sismo Est. X	LinStatic	Diaph Diafragma Azotea X	0.0006	0.0006	1.07
NIVEL 03	Carga de Sismo Est. X	LinStatic	Diaph Diafragma Techo N°03 X	0.0009	0.0008	1.10
NIVEL 02	Carga de Sismo Est. X	LinStatic	Diaph Diafragma Techo N°02 X	0.0012	0.0011	1.14
NIVEL 01	Carga de Sismo Est. X	LinStatic	Diaph Diafragma Techo N°01 X	0.0012	0.0010	1.25

REGULAR

REGULAR

REGULAR

REGULAR

IRREGULARIDAD TORSIONAL EN YY						
Story	Output Case	Case Type	Item	Deriva	Deriva	Relación
				Máxima	Promedio	Max/Prom
NIVEL 04	Carga de Sismo Est. Y	LinStatic	Diaph Diafragma Azotea Y	0.0007	0.0006	1.06

REGULAR

NIVEL 03	Carga de Sismo Est. Y	LinStatic	Diaph Diafragma Techo N°03 Y	0.0009	0.0008	1.06	REGULAR
NIVEL 02	Carga de Sismo Est. Y	LinStatic	Diaph Diafragma Techo N°02 Y	0.0010	0.0009	1.06	REGULAR
NIVEL 01	Carga de Sismo Est. Y	LinStatic	Diaph Diafragma Techo N°01 Y	0.0007	0.0007	1.06	REGULAR

2. IRREGULARIDAD TORSIONAL EXTREMA

lpx= 1

lpy= 1

La relación entre Deriva máxima y Deriva Promedio es mayor a:

1.50

No hay Irregularidad extrema por lo tanto es:

REGULAR

3. IRREGULARIDAD DE ESQUINAS ENTRANTES

lpx= 0.9

lpy= 0.9

Lx,y > 20% Dimensiones del edificio

DIMENSIONES DEL EDIFICIO		
Descripción	Medidas	20%(Lx,y)
L.edificio x	6.00 m	1.20 m
L.edificio y	15.00 m	3.00 m

EN ESCALERA:

MEDIDAS DE ESCALERA		
Lx =	1.75 m	IRREGULAR
Ly =	4.18 m	IRREGULAR

EN PATIO:

MEDIDAS DEL PATIO		
Lx =	2.40 m	IRREGULAR
Ly =	2.00 m	REGULAR

EN JARDÍN:

MEDIDAS DEL JARDÍN		
Lx =	2.03 m	IRREGULAR
Ly =	2.65 m	REGULAR

4. DISCONTINUIDAD DEL DIAFRAGMA

lpx=	1
------	---

lpy=	1
------	---

Área hueca > 50% Área total

ESTRUCTURA	ÁREA Total	50%(At)
EDIFICIO	90.00 m2	45.00 m2

ÁREA HUECA	
ÁREA ESCALERA	7.89 m2
ÁREA PATIO	4.64 m2
ÁREA JARDÍN	5.70 m2
ÁREA TOTAL	18.23 m2

REGULAR

4. IRREGULARIDAD DE SISTEMAS NO PARALELOS

lpx=	1
------	---

lpy=	1
------	---

No existen elementos no paralelos por lo tanto el edificio es :

REGULAR

ANEXO N°13: DISEÑO DE REFUERZO DE VIGA PRINCIPAL EN EJE 1 (VP-101)

	TRAMO AA'			TRAMO A'B			TRAMO BC		
	APOYO-01	APOYO-02		APOYO-03		APOYO-04			
	Apoyo izq.	Centro	Apoyo der.	Apoyo izq.	Centro	Apoyo der.	Apoyo izq.	Centro	Apoyo der.
b (cm)	25	25	25	25	25	25	25	25	25
h (cm)	30	30	30	30	30	30	30	30	30
recub. (cm)	4	4	4	4	4	4	4	4	4
d (cm)	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Mu (kg-cm)	282,904.00	105,890.00	600,733.00	453,699.00	121,184.00	180,395.00	43,274.00	62,532.00	1,992.00
Ku	16.739882	6.265680	35.546331	26.846095	7.170651	10.674260	2.560592	3.700118	0.117870
ρ	0.004687	0.001691	0.010768	0.007822	0.001941	0.002924	0.000683	0.000990	0.000031
As _{min(01)} (cm ²)	1.57	1.57	1.57	1.57	1.57	1.57	1.57	1.57	1.57
As _{min(02)} (cm ²)	2.17	2.17	2.17	2.17	2.17	2.17	2.17	2.17	2.17
As _{máx} (cm ²)	10.36	10.36	10.36	10.36	10.36	10.36	10.36	10.36	10.36
As _{calculado} (cm ²)	3.05	1.10	7.00	5.08	1.26	1.90	0.44	0.64	0.02
As	3.05	2.17	7.00	5.08	2.17	2.17	2.17	2.17	2.17
Acero (-) continuo Bastones	2Ø5/8"		2Ø5/8" 2Ø5/8"	2Ø5/8" 2Ø5/8"		2Ø5/8"	2Ø5/8"		2Ø5/8"
Acero (+) continuo Bastones		2Ø5/8"			2Ø5/8"			2Ø5/8"	
As _{colocado} (cm ²)	3.96	3.96	7.92	7.92	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96
As _{col} /As _{cal}	1.30	1.83	1.13	1.56	1.83	1.83	1.83	1.83	1.83
a	3.73	3.73	7.45	7.45	3.73	3.73	3.73	3.73	3.73
Mr=Ømu (kg-cm)	361,294.00	361,294.00	666,798.40	666,798.40	361,294.00	361,294.00	361,294.00	361,294.00	361,294.00
Estribos	1@0.05 m ; 5@0.10 m ; Rto. @ 0.125 m								

ANEXO N° 14: Diseño de refuerzo de viga secundaria en Eje C (VS-25x25)

	TRAMO 2-3			TRAMO 3-4			TRAMO 4-5			TRAMO 5-6			TRAMO 6-7		
	APOYO-01	APOYO-02		APOYO-03		APOYO-04		APOYO-05		APOYO-06					
	Apoyo izq.	Centro	Apoyo der.	Apoyo izq.	Centro	Apoyo der.	Apoyo izq.	Centro	Apoyo der.	Apoyo izq.	Centro	Apoyo der.	Apoyo izq.	Centro	Apoyo der.
b (cm)	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
h (cm)	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
recub. (cm)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
d (cm)	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Mu (kg-cm)	0.00	182,048.00	204,814.00	212,646.00	235,770.00	224,695.00	224,341.00	219,440.00	188,375.00	85,656.00	84,803.00	93,764.00	173,791.00	203,101.00	233,037.00
Ku	0.000000	16.512290	18.577234	19.287619	21.385034	20.380499	20.348390	19.903855	17.086168	7.769252	7.691882	8.504671	15.763356	18.421859	21.137143
ρ	0.000000	0.004619	0.005237	0.005452	0.006094	0.005785	0.005776	0.005640	0.004790	0.000000	0.004619	0.005237	0.005452	0.006094	0.005785
As _{min(01)} (cm2)	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27
As _{min(02)} (cm2)	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75
As _{máx} (cm2)	8.37	8.37	8.37	8.37	8.37	8.37	8.37	8.37	8.37	8.37	8.37	8.37	8.37	8.37	8.37
As _{calculado} (cm2)	0.00	2.43	2.75	2.86	3.20	3.04	3.03	2.96	2.51	0.00	2.43	2.75	2.86	3.20	3.04
As	1.75	2.43	2.75	2.86	3.20	3.04	3.03	2.96	2.51	1.75	2.43	2.75	2.86	3.20	3.04
Acero (-) continuo	2Ø1/2"		2Ø1/2"	2Ø1/2"		2Ø1/2"	2Ø1/2"		2Ø1/2"	2Ø1/2"		2Ø1/2"	2Ø1/2"		2Ø1/2"
Bastones			1Ø3/8"	1Ø3/8"		1Ø3/8"	1Ø3/8"					1Ø3/8"	1Ø3/8"		1Ø3/8"
Acero (+) continuo		2Ø1/2"			2Ø1/2"			2Ø1/2"			2Ø1/2"			2Ø1/2"	
Bastones					1Ø3/8"			1Ø3/8"						1Ø3/8"	
As _{colocado} (cm2)	2.58	2.58	3.29	3.29	3.29	3.29	3.29	3.29	2.58	2.58	2.58	3.29	3.29	3.29	3.29
As _{col} /As _{cal}	1.47	1.06	1.20	1.15	1.03	1.08	1.09	1.11	1.03	1.47	1.06	1.20	1.15	1.03	1.08
a	2.43	2.43	3.10	3.10	3.10	3.10	3.10	3.10	2.43	2.43	2.43	3.10	3.10	3.10	3.10
Mr=Ømu (kg-cm)	192,959.84	192,959.84	241,906.04	241,906.04	241,906.04	241,906.04	241,906.04	241,906.04	192,959.84	192,959.84	192,959.84	241,906.04	241,906.04	241,906.04	241,906.04
Estribos	1@0.05 m ; 5@0.10 m ; Rto. @ 0.20 m														

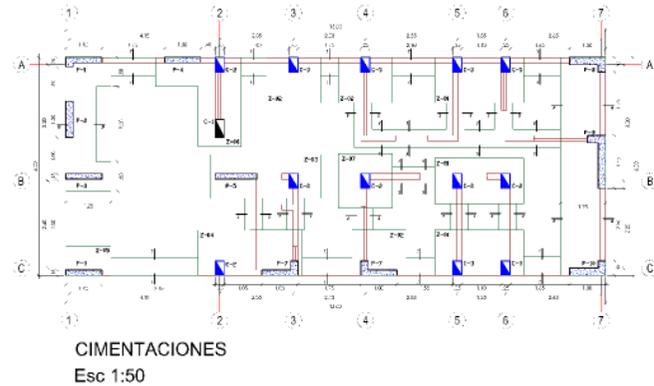
ANEXO N°15: Diseño de refuerzo de viga chata (VS-25x20)

	EJE A': TRAMO 6-7		
	APOYO-01		APOYO-02
	Apoyo izq.	Centro	Apoyo der.
b (cm)	25	25	25
h (cm)	20	20	20
recub. (cm)	4	4	4
d (cm)	16	16	16
Mu (kg-cm)	24,193.00	49,535.00	84,976.00
Ku	3.780156	7.739844	13.277500
ρ	0.001012	0.002099	0.003671
$As_{min(01)}(cm^2)$	0.97	0.97	0.97
$As_{min(02)}(cm^2)$	1.33	1.33	1.33
$As_{m\acute{a}x}(cm^2)$	6.38	6.38	6.38
$As_{calculado}(cm^2)$	0.40	0.84	1.47
As	1.33	1.33	1.47
Acero (-) continuo	2Ø1/2"		2Ø1/2"
Bastones			
Acero (+) continuo		2Ø1/2"	
Bastones			
$As_{colocado}(cm^2)$	2.58	2.58	2.58
As_{col}/As_{cal}	1.94	1.94	1.76
a	2.43	2.43	2.43
$Mr=\emptyset mu$ (kg-cm)	144,197.84	144,197.84	144,197.84
Estribos	1@0.05 m ; 5@0.10 m ; Rto. @ 0.25 m		

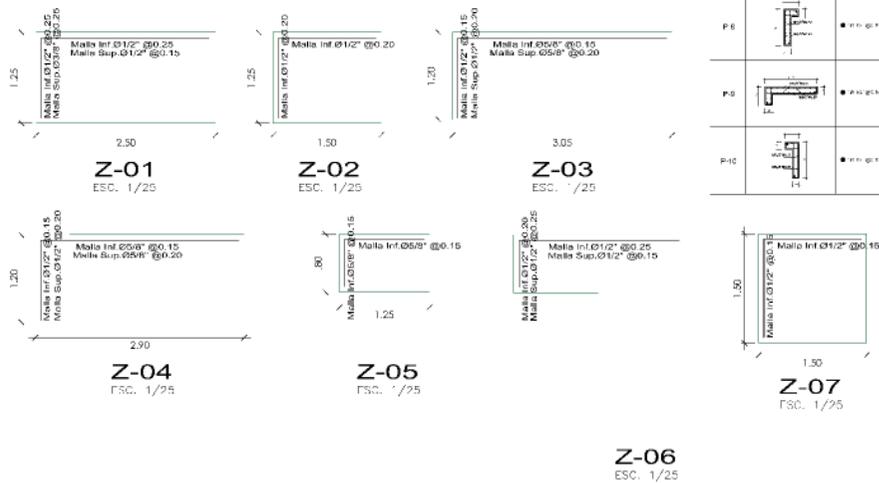
ANEXO N° 17: PLANO DE ARQUITECTURA CORTES Y ELEVACIONES



ANEXO N° 18: PLANO DE ESTRUCTURAS CIMENTACIONES

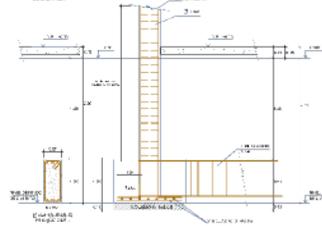


CUADRO DE ZAPATAS
ESCALA: 1/25



CUADRO DE PLACAS			
CONDICION	RESERVA	ALTERNATIVA	SECCION DE PLACA
P-1	[Diagram]	● Ø 10 @ 15	USAB. Comprobado Fc=28MPa
P-2	[Diagram]	● Ø 10 @ 15	USAB. Comprobado Fc=28MPa
P-3	[Diagram]	● Ø 10 @ 15	USAB. Comprobado Fc=28MPa
P-4	[Diagram]	● Ø 10 @ 15	USAB. Comprobado Fc=28MPa
P-5	[Diagram]	● Ø 10 @ 15	USAB. Comprobado Fc=28MPa
P-6	[Diagram]	● Ø 10 @ 15	USAB. Comprobado Fc=28MPa
P-7	[Diagram]	● Ø 10 @ 15	USAB. Comprobado Fc=28MPa
P-8	[Diagram]	● Ø 10 @ 15	USAB. Comprobado Fc=28MPa
P-9	[Diagram]	● Ø 10 @ 15	USAB. Comprobado Fc=28MPa
P-10	[Diagram]	● Ø 10 @ 15	USAB. Comprobado Fc=28MPa

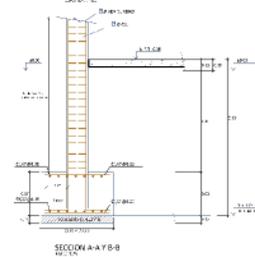
DETALLE TIPO DE ZAPATAS



DETALLE DE CIMENTOS CORRIDOS



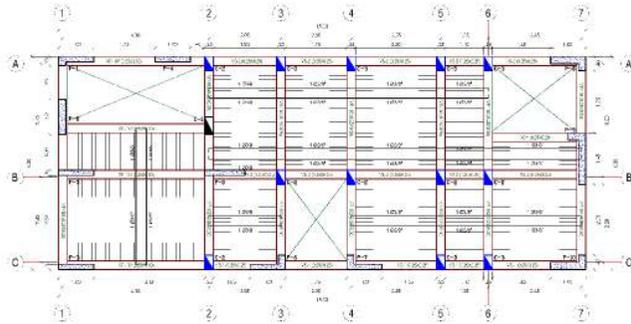
DETALLE DE ZAPATAS CORRIDAS



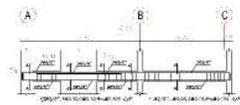
CUADRO DE COLUMNAS			
ELEMENTO	SECCION	ESPESOR	CONCRETO
C-1	[Diagram]	150	USAB. Comprobado Fc=28MPa
C-2	[Diagram]	150	USAB. Comprobado Fc=28MPa
C-3	[Diagram]	150	USAB. Comprobado Fc=28MPa

PROYECTO: UNIVERSIDAD DON BOSCO
PROYECTO: VIGILANCIA Y MANTENIMIENTO DE LA PROYECTOS DE LA ALTO...
FECHA: 15/08/2023
ESCALA: 1/25
ETIQUETA: E-01
PROYECTISTA: [Nombre]
REVISOR: [Nombre]
APROBADO: [Nombre]

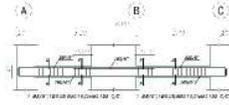
ANEXO N° 19: PLANO DE ESTRUCTURAS ALIGERADOS



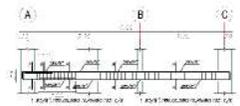
ALIGERADO TÍPICO
Esc 1:50



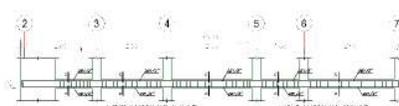
EJE 1
VP-101 (25x30)
ESCALA 1/20



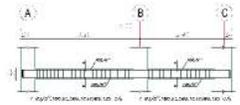
EJE 7
VP-104 (25x30)
ESCALA 1/20



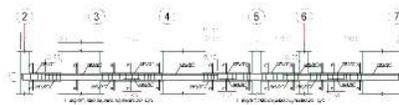
EJE 2
VP-102 (25x30)
ESCALA 1/20



EJE 4, B
VS-25/20
ESCALA 1/20



EJE 3, 4, 5, 6
VP-103 (25x30)
ESCALA 1/20



EJE C
VS-25/25
ESCALA 1/20

CUADRO DE VIGAS					
ALIGERADO	SECCION	ESPESOR	ESPESOR DE ALIGERADO	ESPESOR DE VIGA	CARACTERÍSTICAS
VP-101	A-A	● 40x30	20	30	25x30 Aligerado Pultrudado
	B-B	● 40x30	20	30	25x30 Aligerado Pultrudado
VP-102	A-A	● 40x30	20	30	25x30 Aligerado Pultrudado
	F-F	● 40x30	20	30	25x30 Aligerado Pultrudado
	G-G	● 40x30	20	30	25x30 Aligerado Pultrudado
	H-H	● 40x30	20	30	25x30 Aligerado Pultrudado
VP-103	A-A	● 40x30	20	30	25x30 Aligerado Pultrudado
	F-F	● 40x30	20	30	25x30 Aligerado Pultrudado
VP-104	A-A	● 40x30	20	30	25x30 Aligerado Pultrudado
	F-F	● 40x30	20	30	25x30 Aligerado Pultrudado
VS-1	C-C	● 40x30	20	30	25x30 Aligerado Pultrudado
	D-D	● 40x30	20	30	25x30 Aligerado Pultrudado
VS-2	C-C	● 40x30	20	30	25x30 Aligerado Pultrudado
	C-C	● 40x30	20	30	25x30 Aligerado Pultrudado
VCH	C-C	● 40x30	20	30	25x30 Aligerado Pultrudado
	C-C	● 40x30	20	30	25x30 Aligerado Pultrudado



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

COMERCIO: Las especificaciones técnicas de este proyecto son de carácter informativo y no constituyen un contrato. El contratista deberá verificar que los materiales y equipos suministrados cumplan con las especificaciones técnicas y los requisitos de calidad establecidos en el presente documento.

ESTRIBOS: Se utilizarán estribos de alambre de acero de grado 60, con diámetro igual al 4% del diámetro de la barra principal.

GANCHO ESTANDAR: Se utilizarán ganchos estándar de alambre de acero de grado 60, con diámetro igual al 4% del diámetro de la barra principal.

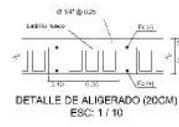
TRASLAPES: Se utilizarán traslapos de alambre de acero de grado 60, con diámetro igual al 4% del diámetro de la barra principal.

ALIGERADOS: Se utilizarán aligerados de pultrudado de fibra de vidrio reforzada con resina epoxi, con un espesor de 25 mm y un ancho de 30 cm. Los aligerados deberán cumplir con los requisitos de resistencia y rigidez establecidos en el presente documento.

REINFORZO: Se utilizarán barras de acero de grado 60, con diámetro de 10 mm y 12 mm. El reforzamiento deberá cumplir con los requisitos de resistencia y ductilidad establecidos en el presente documento.

CONCRETO: Se utilizará concreto de grado 20, con un contenido mínimo de cemento de 300 kg/m³. El concreto deberá cumplir con los requisitos de resistencia y durabilidad establecidos en el presente documento.

ACABADOS: Se utilizarán acabados de concreto pulido, con un espesor de 2 mm. Los acabados deberán cumplir con los requisitos de resistencia y durabilidad establecidos en el presente documento.



DETALLE DE ALIGERADO (20CM)
ESC: 1/10

ALIGERADOS
E-02
 ESCALA 1:50
 INGENIERIA CIVIL
 INGENIERIA DE ESTRUCTURAS
 INGENIERIA DE MATERIALES
 INGENIERIA DE SISTEMAS
 INGENIERIA DE TRANSPORTES
 INGENIERIA DE ENERGIA
 INGENIERIA DE AMBIENTE
 INGENIERIA DE SEGURIDAD
 INGENIERIA DE SALUD
 INGENIERIA DE ALIMENTOS
 INGENIERIA DE BIOTECNOLOGIA
 INGENIERIA DE QUIMICA
 INGENIERIA DE PETROLIO
 INGENIERIA DE MINERIA
 INGENIERIA DE AERONAUTICA
 INGENIERIA DE ESPACIO AEREO
 INGENIERIA DE INGENIERIA EN GENERAL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, **FREDDY JAHAZIEL RODRIGUEZ CERVERA, BRONUUY ALAN QUINTANA ALBINES**, estudiantes de la **FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA** de la escuela profesional de **INGENIERÍA CIVIL** de la **UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA**, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: **“DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 4 PISOS EN LA URBANIZACIÓN ALTO PIURA, DISTRITO DE VEINTISÉIS DE OCTUBRE - PIURA”**, es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados 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 la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
FREDDY JAHAZIEL RODRIGUEZ CERVERA DNI: 76538145 ORCID 0000-0002-5810-238X	Firmado digitalmente por: FRODRIGUEZCE el 16-02-2022 10:50:05
BRONUUY ALAN QUINTANA ALBINES DNI: 42967317 ORCID 0000-0002-3831-5134	Firmado digitalmente por: BQUINTANAAL el 16-02-2022 10:50:20