



UNIVERSIDAD PRIVADA TELESUP

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL Y

DESARROLLO INMOBILIARIO

TESIS

**DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA VIVIENDA
MULTIFAMILIAR DE CONCRETO ARMADO Y SU
INCIDENCIA EN CIMENTACIÓN SUPERFICIAL, EN
SUELOS ARENOSOS-HUACHO-LIMA-2018.**

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL

AUTORES:

Bach. MENESES YATACO, JESUS GIANCARLOS

Bach. PANTOJA HUAYHUA, SHIRLEY NATHALY

LIMA – PERÚ

2018

ASESOR DE TESIS

Mg. OVALLE PAULINO, DENIS CHRISTIAN

JURADO EXAMINADOR

Mg. EDMUNDO JOSE BARRANTES RIOS

Presidente

Mg. JUAN ANTENOR CACEDA CORILLOCLA

Secretario

Mg. EDWIN HUGO BENAVENTE ORELLANA

Vocal

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a Dios, ya que gracias a él hemos logrado concluir con nuestra carrera. A nuestros padres porque ellos siempre estuvieron a nuestro lado brindándonos su apoyo y sus consejos para hacer de nosotros una mejor persona, quienes a lo largo de nuestras vidas han velado por nuestro bienestar. Depositando su entera confianza en cada reto que se nos presentaba sin dudar ni un solo momento de nuestra inteligencia y capacidad. A nuestros hermanos por su cariño y comprensión durante este proceso.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios por bendecirnos la vida, por ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y debilidad. Gracias a nuestros padres, por ser los principales motores de nuestros sueños, por confiar en nosotros, por los consejos, valores y principios que nos han inculcado. Agradecemos a nuestras amistades por el apoyo y comprensión durante el proceso. Agradecemos a la Universidad Privada Telesup y al Asesor por su conocimiento, enseñanza y sus esfuerzos para que finalmente logremos la meta de graduarnos.

RESUMEN

La investigación surge debido a que en la actualidad las viviendas multifamiliares se deben realizar sismorresistente por lo que es necesario realizar estudio de mecánica de suelo, manejar el Reglamento Nacional de Edificaciones que apoyen el diseño sismorresistente de una vivienda multifamiliar.

El diseño de investigación es no experimental, se realizó el diseño sismoresistente de una vivienda multifamiliar utilizando el programa, etabs con el objetivo de demostrar que el diseño sismorresistente de una vivienda multifamiliar de concreto armado incide en una cimentación superficial, en suelos arenosos-Huacho-Lima-2018.

Para la presente investigación se ha utilizado el tipo de investigación explicativo y método de investigación cuantitativo.

La tesis permitió llegar a las conclusiones, para que una vivienda multifamiliar sea antisísmica debe realizarse el estudio de suelo para conocer la capacidad actuante, asentamientos, etc. También está basado en el Reglamento Nacional de Edificaciones y así poder realizar una vivienda sismoresistente. Obteniendo los resultados de EMS se modela en etabs la edificación y la cimentación. Para poder realizar el análisis sísmico y dinámico y luego proceder a diseñar los elementos estructurales. Obteniendo así una vivienda Sismoresistente.

Palabras clave: Diseño sismorresistente, Cimentación Superficial

ABSTRACT

The investigation arises because at present the multifamily housing must be made seismic resistant so it is necessary to conduct soil mechanics study, manage the National Building Regulations that support the restructuringismism of a multifamily housing.

The research design is no experimental, the designismoresistente of a multifamily housing using the program, etabs with the objective of demonstrating that the seismic design of a multifamily housing of reinforced concrete affects a superficial foundation, in sandy soils-Huacho -Lima- 2018.

For the present investigation, the type of explanatory research and quantitative research method has been used.

The thesis allowed to reach the conclusions that a multifamily housing is anti-seismic should be made the study of soil to know the acting capacity, settlements. It is also based on the National Building Rebate and thus be able to build an earthquake resistant house. Obtaining the results of EMS, the building and foundations are modeled in etabs. To perform the seismic and dynamic analysis and then proceed to design the structural elements. Obtaining thus a Sismoresistente housing.

Keywords: Earthquake-resistant design, Surface Foundations

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
ASESOR DE TESIS.....	ii
JURADO EXAMINADOR.....	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS.....	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
INDICE DE CONTENIDOS	viii
INDICE DE TABLAS.....	x
INDICE DE FIGURAS	xi
INTRODUCCIÓN.....	xii
I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	13
1.1.Planteamiento de Problema	13
1.2.Formulación del problema.....	15
1.2.1.Problema general	15
1.2.2.Problemas específicos.....	15
1.3.Justificación del estudio	16
1.4.Objetivos de la investigación.....	17
1.4.1.Objetivo general	17
1.4.2.Objetivos específicos.....	17
II. MARCO TEÓRICO	18
2.1 Antecedentes de la Investigación	18
2.1.1.Antecedentes nacionales.....	18
2.1.2.Antecedentes internacionales.....	24
2.2 Bases teóricas de las variables	30
2.3. Definición de términos básicos.....	66
III. MÉTODOS Y MATERIALES	68
3.1 Hipótesis de la investigación	68
3.1.1.Hipótesis general.....	68
3.1.2.Hipótesis específicas.....	68
3.2 Variables de estudio.....	68
3.2.1. Definición conceptual	68
3.2.2. Operacionalización de Variables	70

3.3. Diseño de Investigación	71
3.4. Población y muestra de estudio	72
3.5. Técnicas de instrumentos de recolección de datos.....	73
3.5.1. Técnicas de recolección de datos	73
3.5.2. Instrumentos de recolección de datos	73
3.6. Validación y confiabilidad del instrumento	74
3.7. Métodos de análisis de datos.....	74
3.8. Aspectos deontológicos	75
IV. RESULTADOS	76
4.1. Resultados de Diseño sismorresistente de una vivienda multifamiliar y su incidencia en cimentación superficial.	76
4.1.1. Cálculo de Asentamiento.....	76
4.1.2. Cálculo de Metrado de cargas.....	76
4.1.3. Cálculo de capacidad de carga.	78
4.1.4. Resultados de las variables independiente y dependiente	79
4.1.5. Contrastación de las hipótesis estadísticamente.....	79
V. DISCUSIÓN	86
VI. CONCLUSIONES	87
VII. RECOMENDACIONES.....	88
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	89
ANEXOS	92
Anexo 01: Matriz de consistencia.....	93
Anexo 02: Matriz de operacionalización	94
Anexo 03: Instrumentos.....	95
Anexo 04: Validación de Instrumentos	96
Anexo 05: Matriz de Datos	100
Anexo 06: Propuesta de valor	101
Anexo 07: Estudio de Suelos	151
Anexo 08: Planos	176
Anexo 09: Autorización.....	181

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01: <i>Factor de Zona</i>	47
Tabla 02: <i>Clasificación de los Perfiles de Suelo.</i>	48
Tabla 03: <i>Factor de Suelo.</i>	48
Tabla 04: <i>Periodos T_p y T_I.</i>	49
Tabla 05: <i>Categoría de las Edificaciones y Factor U.</i>	50
Tabla 06: <i>Sistemas Estructurales.</i>	51
Tabla 07: <i>Carga muerta.</i>	55
Tabla 08: <i>Peso propio según el espesor.</i>	56
Tabla 09: <i>Carga viva o sobrecarga.</i>	56
Tabla 10: <i>Operacionalización de Variables.</i>	70
Tabla 11: <i>Validación y confiabilidad del instrumento.</i>	74
Tabla 12: <i>Cálculo de asentamiento</i>	76
Tabla 13: <i>Cálculo de metrado de cargas</i>	77
Tabla 14: <i>Cálculo metrado de cargas de 1 er nivel.</i>	78
Tabla 15: <i>Cálculo de carga actuante</i>	78
Tabla 16: <i>Cálculo de resultados de variables independiente y dependiente</i>	79
Tabla 17: <i>Cálculo de resultados de variables independiente y dependiente</i>	80
Tabla 18: <i>Prueba de t de student para comparar medias de asentamientos.</i>	81
Tabla 19: <i>Prueba de t de student para comparar medias de metrado de cargas</i>	83
Tabla 20: <i>Prueba de t de student para comparar medias de cargas actuantes.</i>	84

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 01:</i> Predimensionamiento de elementos estructurales.....	33
<i>Figura 02:</i> Tipos de Columnas.	34
<i>Figura 03:</i> Tipos de Vigas peraltadas.....	35
<i>Figura 04:</i> Vigas Peraltadas	35
<i>Figura 05:</i> Configuración y dimensionamiento	36
<i>Figura 06:</i> Predimensionamiento de viga	37
<i>Figura 07:</i> Losa aligerada carga vertical	38
<i>Figura 08:</i> Altura o espesor de la losa	38
<i>Figura 09:</i> Paños de aligerados armados en una dirección.....	39
<i>Figura 10:</i> Losa maciza armada en dos direcciones	40
<i>Figura 11:</i> Losa maciza con muros en sus cuatro bordes	40
<i>Figura 12:</i> Sistemas estructurales duales de pórticos y placas de concreto	41
<i>Figura 13:</i> Sistema estructural de muros resistente en un edificio de viviendas	42
<i>Figura 14:</i> Brazo rígidos	43
<i>Figura 15:</i> Sismo en brazo rígidos.....	43
<i>Figura 16:</i> Centro de masa.....	44
<i>Figura 17:</i> Centro de rigidez.....	44
<i>Figura 18:</i> Excentricidad.....	45
<i>Figura 19:</i> Zona sísmica	46
<i>Figura 20:</i> Esquema Conceptual del análisis dinámico modal espectral.	52
<i>Figura 21:</i> Transmisión de las cargas verticales.	54
<i>Figura 22:</i> Modelos de rotura de suelos	59
<i>Figura 23:</i> Variación del factor de influencia de la deformación unitaria	61
<i>Figura 24:</i> Zapata trapezoidal combinada	63
<i>Figura 25:</i> Tipos comunes de losas de cimentación.....	63
<i>Figura 26:</i> Tipos de losas de cimentación	65
<i>Figura 27:</i> Diseño rígido convencional de una losa de cimentación.....	65
<i>Figura 28:</i> Principios de diseño mediante el método rígido convencional	76

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto denominado: “Diseño Sismorresistente de una Vivienda Multifamiliar de Concreto Armado y su incidencia en Cimentación Superficial, en Suelos Arenosos-Huacho-Lima-2018”, consta de siete capítulos que se detallan en forma organizada a continuación.

Capítulo I. “Problema de Investigación”, identifica el problema para resolver mediante un análisis previo, estableciendo en él una justificación y objetivos que llevarán a cabo la solución de una manera clara y concisa.

Capítulo II. “Marco Teórico”, consta de los fundamentos teóricos que serán base para comprender de manera adecuada y precisa del problema planteado, además será un apoyo científico que guiará durante el desarrollo del proyecto.

Capítulo III. “Métodos y Materiales”, se indica las metodologías que se utilizarán especificando además las técnicas e instrumentos para recolectar y procesar la información, también describe el camino que deberá seguir para el desarrollo del proyecto.

Capítulo IV. “Resultados”, Diseño Sismorresistente de una Vivienda Multifamiliar de Concreto Armado y su incidencia en Cimentación Superficial, en Suelos Arenosos es un diseño que permite obtener el peso de la edificación y así asignar a la carga actuante y asentamiento. Para poder verificar en la modelación que cumple con los datos obtenidos de EMS y la norma RNE.

Capítulo V. “Discusión”, se establece las coincidencias y discrepancias, de los resultados encontrados.

Capítulo VI. “Conclusiones”, se establece las ideas finales que reflejan los aspectos más importantes del trabajo de investigación.

Capítulo VII. “Recomendación”, se establece las propuestas que nacen del trabajo de investigación con la finalidad de mejorar la situación estudiada.

I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento de Problema

A nivel mundial una gran parte de las edificaciones se ejecutan sin haberse realizado un previo estudio de suelos, ya que estos estudios nos muestran las variantes que tienen los suelos, como por ejemplo; la capacidad portante del suelo, también sabemos en qué tipo de suelo estamos construyendo nuestra edificación, con estos resultados determinamos el tipo de cimentación que vamos a utilizar en la edificación y así para poder realizar un buen diseño estructural, según Rochel Awad, (2012) manifiesta que “todo proyecto se inicia con la identificación de una necesidad que requiere algún tipo de construcción para ser satisfecha y con la realización del estudio socioeconómico que demuestre su factibilidad.

El lugar donde se construirá la nueva edificación no suele estar en discusión, aunque sea en una zona de alta sismicidad. Toda edificación debe diseñarse y construirse con especificaciones que ofrezcan garantías en cuanto a su seguridad, funcionalidad, estética, factibilidad y economía. La seguridad de una edificación es el factor más importante, y está relacionado con la capacidad de la estructura para resistir las cargas o sollicitaciones máximas posibles que puedan ocurrir durante su vida útil, sin incurrir en colapso parcial o total de la edificación”. (p.25).

También Chagoyen, Negrín, Cabrera, López, & Padrón, (2009) nos dice que “el diseño de la cimentación debe satisfacer adecuadamente varios requisitos, derivados de elementos estructurales que sirven de transición entre la superestructura y la base, debiendo garantizar la transmisión de las cargas de forma tal que no se produzca la rotura de la base, ni que esta se deforme tanto que dañe elementos de la superestructura soportados, y tener una profundidad de cimentación que no produzca fenómenos indeseables como la socavación y otros que dañen la base o la propia cimentación, siendo finalmente el mismo un elemento autoportante desde el punto de vista estructural”. (p.63).

En el Perú, la mayoría de la población se dedica a la autoconstrucción de sus viviendas y por tal razón las edificaciones en el futuro sufren fallas estructurales, ya que no toman en cuenta la zona sísmica y la capacidad portante del suelo según Rodríguez Serquen, (2016) sostiene que “el diseño estructural y de cimentaciones debe considerar el Mapa geotécnico, porque allí se define el comportamiento del suelo, que va a estar en contacto con la estructura a construir.

Van a afectar el diseño de cimentaciones: el tipo de suelo (cohesivo, granular, granular con finos, de alta o baja plasticidad), la variación de estratos, la consistencia (media, blanda, dura), las propiedades físicas y mecánicas (cohesión, ángulo de fricción interna, índice de compresión), la ubicación del nivel freático, la profundidad de cimentación, la capacidad portante por resistencia, la capacidad portante por asentamiento, el esfuerzo neto, los asentamientos diferenciales y totales, los agentes agresivos y ataque químico de suelos, las especificaciones del Reglamento nacional de edificaciones, etc. Sólo si conocemos esto procedemos a diseñar la cimentación, en caso contrario el diseñador se convierte en un peligro público”. (p.2).

También Villareal Castro, (2017) menciona que “las construcciones en zonas sísmicas se incrementan a diario en nuestro país. En consecuencia, la seguridad estructural tiene un valor importante en el desarrollo nacional. La reducción de los costos, con la consecuente seguridad de las obras en zonas sísmicas es el problema central de la construcción en nuestro país. La razón fundamental en la solución de este problema es la elaboración de metodologías de cálculo sísmico de edificaciones con plateas de cimentación, considerando la real interacción suelo–estructuras. En general, este problema se ha investigado en forma insuficiente. La consideración de la flexibilidad del suelo de fundación nos lleva a la precisión del esquema de cálculo de la edificación”. (p. 5).

La empresa Edinco S.A.C, es una empresa peruana que nace en el 2005 de la iniciativa de un grupo de alumnos de la universidad nacional de ingeniería (UNI), Edinco sac se encuentra ubicado en la calle. Agustín Pardo Figueroa Nro. 110 Dpto. 102 en la Urbanización de San Miguelito, en el distrito de San Miguel, Lima-Perú.

Además, Edinco sac se orientó al área de consultoría de proyecto. Así mismo es un tipo de empresa de sociedad anónima cerrada que esta empadronada en el registro nacional de proveedores para hacer contrataciones con el estado peruano.

La realización del proyecto se hará mediante el software de ingeniería Etabs, con la finalidad de obtener el análisis, cálculos y poder observar las variaciones sísmicas (NTP.E.030) con la interacción del suelo (NTP.E.050), de acuerdo al diseño de vivienda multifamiliar. Por consiguiente, se busca analizar y diseñar el comportamiento de una vivienda multifamiliar con la interacción de suelos arenosos.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cómo demostrar que el diseño sismorresistente de una vivienda multifamiliar de concreto armado incide en una cimentación superficial, en suelos arenosos-Huacho-Lima-2018?

1.2.2. Problemas específicos

¿Cómo demostrar el asentamiento en el diseño sismorresistente de una vivienda multifamiliar de concreto armado y su incidencia en cimentación superficial, en suelos arenosos-Huacho-Lima-2018?

¿Cómo determinar el metrado de cargas en el diseño sismorresistente de una vivienda multifamiliar de concreto armado y su incidencia en una cimentación superficial, en suelos arenosos-Huacho-Lima-2018?

¿Cómo verificar la capacidad de carga en el diseño sismorresistente de una vivienda multifamiliar de concreto armado y su incidencia en cimentación superficial, en suelos arenosos-Huacho-Lima-2018?

1.3. Justificación del estudio

El presente proyecto de investigación es de gran interés porque diseñamos una edificación multifamiliar de concreto armado en suelo arenoso ya que esta se encuentra con presencia de nivel freático en Huacho-Lima. Nos permite diseñar la vivienda multifamiliar para verificar los tipos de carga, verificar el peso de la estructura (carga viva y carga muerta) y una cimentación adecuada con el estudio de suelo correspondiente; el estudio de suelo es importante porque de ahí determinamos el tipo de cimentación correspondiente para la vivienda, ya que la cimentación es la base de toda la edificación.

Justificación teórica.

Esta investigación se realiza con el propósito de aportar el conocimiento sobre el diseño sismorresistente de una vivienda multifamiliar de concreto armado, empleando el sistema de construcción de cimentación superficial en zonas donde el suelo es de baja capacidad portante, así como también se puede emplear para edificaciones que van a soportar grandes cantidades de cargas. Esta investigación puede servir como base para ser incorporados para los futuros proyectos que se desarrollaran en lugares donde el suelo es de tipo suelos arenosos. Esta investigación ayuda en la mejora del diseño de cimentación superficial aplicando la herramienta de software Etabs, de esta manera poder cumplir con los parámetros establecidos según la NTP E.030 y NTP E.050.

Justificación práctica.

La presente investigación se efectúa porque existe la necesidad de poder mejorar el diseño sismorresistente de una vivienda multifamiliar de concreto armado, con el sistema de construcción empleando cimentación superficial en suelos arenosos, haciendo uso de la herramienta de software Etabs. Así mismo esta investigación ayudará al distrito de Huacho a la mejora de sus futuros proyectos. La utilización de cimentaciones superficiales en suelos arenosos, optimiza las fallas en la vivienda. La cimentación superficial también se utiliza para edificaciones de mayor carga.

Justificación social.

El presente trabajo de investigación se realizó con la finalidad que las empresas, municipalidades deben tener responsabilidad al momento de ejecutar un proyecto, es importancia realizar un estudio de suelo para poder realizar un adecuado diseño estructural, para que los proyectos no tengan falla por desplazamiento, falla de sismos, etc.

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo general

Demostrar que el diseño sismorresistente de una vivienda multifamiliar de concreto armado incide en una cimentación superficial, en suelos arenosos-Huacho-Lima-2018.

1.4.2. Objetivos específicos

Demostrar el asentamiento en el diseño sismorresistente de una vivienda multifamiliar de concreto armado y su incidencia en cimentación superficial, en suelos arenosos-Huacho-Lima-2018.

Determinar el metrado de cargas en el diseño sismorresistente de una vivienda multifamiliar de concreto armado y su incidencia en cimentación superficial, en suelos arenosos- Huacho-Lima-2018.

Verificar la capacidad de carga en el diseño sismorresistente de una vivienda multifamiliar de concreto armado y su incidencia en cimentación superficial, en suelos arenosos- Huacho-Lima-2018.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

En la búsqueda que hemos realizado con la finalidad de obtener más información acerca del tema, se han encontrado los siguientes trabajos de los cuales ninguno se refiere a la presente investigación:

2.1.1. Antecedentes nacionales

Se encontró el estudio realizado por **Pineda Magino, Edgar Raúl (2017)**. En su tesis llamada: **“DISEÑO ESTRUCTURAL DE VIVIENDAS SISMORRESISTENTE EN LA RIBERA DEL RIO RIMAC Y EN LAS LADERAS DEL CERRO EN EL AGUSTINO, LIMA 2017”**, UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO-LIMA.

El tesista en su trabajo de investigación tuvo como objetivo general; Usar los parámetros según las normas Técnicas de Estructuras para el diseño estructural de viviendas Sismorresistente en la ribera del río Rímac y en las laderas del cerro en el Distrito de El Agustino, Lima 2017.

El tipo de investigación que se aplicó fue Descriptiva y Aplicada Según Tamayo y Tamayo (1997, P.54) menciona que la investigación descriptiva trabaja sobre realidades de hechos y su característica fundamental es la de presentarnos una interpretación correcta.

Las conclusiones a las que arribó en su investigación son: (1) De acuerdo a los resultados de la presente investigación, y dadas las características de material noble que presentan las viviendas no corresponde mitigar su riesgo, sino más bien reconstruir la estructura según las necesidades de la zona en estudio y de los propietarios. (2) Se usaron los distintos parámetros para el diseño estructural de

viviendas unifamiliares tanto geotécnicas, estructurales y sísmicas establecidas por el Reglamento Nacional de edificaciones, resultando viviendas Sismorresistente muy pesadas en relación a otra que no tiene que resistir sismo. (3) Se determinó las características geotécnicas del suelo de fundación en 2 zonas vulnerables en el distrito, en la ribera del río Rímac se encontró relleno y material tipo GM-GP mientras en las laderas del cerro resultó tener suelo tipo SP-SM contrario a lo que se había pensado encontrar, he aquí la importancia del estudio de suelo; además no se encontró nivel freático en las profundidades de hasta 2.00 m y 3.00 m respectivamente, y análisis químicos tolerables para ambos casos. (4) Se logró una configuración estructural de acuerdo a las características del suelo, la geometría del terreno y las condiciones sísmicas del sitio además de dotar de todos requerimientos que establece la Norma E.070 de albañilería; por tal motivo se logró un comportamiento adecuado.

Se encontró el estudio realizado por **Merino Caballero, Luis Orlando y Ruiz Vergara, Gonzalo Eliazar (2015)**. En su tesis llamada: **“DISEÑO DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES ISOSTATICAS SOPORTADAS POR PROGRAMA DE SIMULACION COMPUTARIZADO”, UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONORRIGO-TRUJILLO.**

En el trabajo de investigación se planteó como objetivo general; Realizar el diseño de cimentaciones superficiales Isostáticas basadas en el Reglamento Nacional de Edificaciones, Soportadas por programa de simulación computarizado.

El método de la investigación que se aplicó a este proyecto de investigación es de carácter aplicativo, tipo de investigación descriptivo y diseño pre - experimental.

Las conclusiones a las que arribaron en su investigación son: (1) FONDAZIONI 1.0 (DISEÑO DE CIMENTACIONES) es una herramienta software que permite el análisis y diseño de cimentaciones superficiales tales como zapatas centrales, excéntrica, esquinada, combinada, conectada con viga rígida y pilotes con cabezales rígidos. (2) FONDAZIONI 1.0 permite a sus usuarios determinar de forma automática, el acero

longitudinal, y transversal en cualquier sección de vigas y zapatas, teniendo en cuenta que se cumplan los requisitos del reglamento Nacional de Edificaciones. (3) El programa calcula un peralte (d) inicial en base a la cuantía mínima para las zapatas aisladas, combinadas y conectadas; este valor es bastante conservador para las verificaciones posteriores, pero el programa FONDAZIONI 1.0 calculará un “d” automático en base a la inicial, siempre y cuando no cumplan con las verificaciones por punzonamiento y Cortante. (4) En el cálculo de las dimensiones de las zapatas aisladas, combinadas y conectadas; el algoritmo desarrollado nos permite encontrar las dimensiones más económicas debido a que realiza una iteración variando en $\pm 0.1\%$ de dichas dimensiones hasta cumplir todas las verificaciones. (5) El programa se ha validado comparando diferentes casos resueltos analíticamente y en la bibliografía que se hace referencia en esta investigación.

Se encontró el estudio realizado por **Iván Antony y Valia Sthefany (2015)**. En su tesis llamada: **“ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL EN CONCRETO ARMADO PARA UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR APLICANDO LA NUEVA NORMA DE DISEÑO SISMORRESISTENTE EN LA URBANIZACION SOLILUZ-TRUJILLO”**, UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO-TRUJILLO.

En el trabajo de investigación se planteó como objetivo general; realizar el análisis y diseño estructural en concreto armado para una vivienda multifamiliar aplicando la nueva norma de diseño sismorresistente en la urbanización Soliluz-Trujillo.

El método de la investigación que se aplicó a este proyecto de investigación es de carácter Aplicativo.

Las conclusiones a las que arribaron en su investigación son: (1) Etabs es un programa utilizado por ingenieros estructurales, para el análisis y diseño estructural de edificios, ayudando al cálculo de estructuras con formas regulares, irregulares y complejas permitiendo trazar no solo rectas si no también curvas, tiene buena precisión y exactitud en sus cálculos al trabajar con elementos finitos. (2) El estudio de suelos

arrojo una capacidad portante o resistencia del terreno lo suficientemente buena como para cimentar una estructura, por lo tanto, se recomendó utilizar una cimentación superficial, además de acuerdo al cálculo del peso que recibe cada columna se obtuvieron zapatas aisladas o combinadas en caso las columnas estuvieran muy cerca. (3) De acuerdo a los resultados del análisis sísmico y del análisis vertical se ha podido verificar que los esfuerzos sísmicos gobiernan el diseño, por eso la importancia de emplear correctamente la norma de diseño sismorresistente. (4) Un criterio muy usado actualmente en el diseño sismorresistente es incluir muros de corte en ambas direcciones, los cuales proporcionan una gran rigidez lateral al edificio, este criterio se ha aplicado en el presente proyecto. Evaluando los resultados podemos concluir que efectivamente es un buen criterio pues las placas han tomado el 80% de porcentaje del cortante sísmico y se han limitado los desplazamientos horizontales. (5) El diseño en si es un arte, esta afirmación nos da la certeza que las computadoras, si bien son valiosísimas como elementos de análisis, no reemplazaran al diseñador.

Se encontró el estudio realizado por **Chorres Severino, Miguel Ángel (2017)**. En su tesis llamada: **“USO DE GEOTEXILES PARA LA MEJORA DEL SUELO DE LAS CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN SUELOS ARENOSOS ASENTAMIENTO HUMANO PACHACÚTEC DISTRITO DE VENTANILLA - 2017”**, UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO-LIMA.

En el trabajo de investigación se planteó como objetivo general; Mejorar con el Uso de Geotextiles el suelo de las Cimentaciones superficiales en suelos arenosos en el Asentamiento Humano Pachacutec Distrito de Ventanilla.

El método de la investigación que se aplicó a este proyecto de investigación es de carácter aplicativo, nivel de investigación cuasiexperimental y diseño experimental.

Las conclusiones a las que arribaron en su investigación son: (1) Se logró determinar que a partir del CBR y del espesor del Geotextil el resultado fue positivo. Del ensayo realizado con el geotextil en punto intermedio obtuvimos un CBR de 34.0% y el CBR

sin geotextil fue de 30.2% teniendo una mejora de 4%. (2) Realizamos dos ensayos más con dos capas y tres capas de geotextil los valores no se incrementaron por el efecto espesor de capa y espesor de geotextil. (3) Se ha determinado que el geotextil su función principal es tomar el esfuerzo por tracción por flexión, su presencia elevó el CBR en un 4% mejorando entonces la calidad del suelo. (4) Se determinó que cuando la capa de los suelos soporta cargas fallan por tracción por flexión, y al haber incrementado el CBR asegura que ese suelo puede soportar más cargas sin fallar dentro del rango.

Se encontró el estudio realizado por **Medina Seminario, José Alfredo (2002)**. En su tesis llamada: **“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS TEORIAS DE CAPACIDAD PORTANTE POR CORTE DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES”**, UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA - LIMA.

En el trabajo de investigación se planteó como objetivo general; el presentar aspectos y conceptos relacionados con el diseño de cimentaciones superficiales asumiendo un método que incluye la estructura de cimentación con el suelo que lo sustenta empleándose el curso de análisis teniendo en cuenta el comportamiento de ambos elementos.

El método de la investigación que se aplicó a este proyecto de investigación es de carácter aplicativo.

Las conclusiones a las que arribo en su investigación son:

(1) Debido a la importancia que cobra la cimentación, la misma está asimilada a cumplir con ciertos parámetros geométricos, de presión, de conformación que responde a las características del suelo y de las cargas interpuestas los cuales se esbozaron a lo largo de este trabajo. Por lo tanto, el diseño de una cimentación no es algo que se realiza de manera intuitiva, sino que sigue una metodología de cálculo que evalúa desde su forma hasta la profundidad de desplante.

(2) Se ha evaluado una zapata continua de cimentación sobre medio elástico el cual

ha sido resuelto utilizando el concepto de viga de cimentación y por diferencias finitas, en ambos casos se emplea la hipótesis simplificativa de Winkler que considera una relación directa entre las cargas aplicadas y los asentamientos producidos. En cuanto a los resultados las presiones de contacto resultan técnicamente similares siendo un 5% mayor por diferencias finitas en los extremos y en la zona central prevalece la viga elástica en el mismo porcentaje. Por el método de elementos finitos y aplicando una relación constitutiva elastoplástica las presiones en la interfaz resultan inferiores hasta en 8% de los obtenidos con los métodos anteriores. En todos los casos las presiones de contacto determinadas son inferiores a la tensión admisible del terreno de este caso particular.

(3) Mediante el método de elementos finitos se ha efectuado un análisis tensión deformación en la interfaz suelo estructura para el elemento de cimentación mediante losa haciéndose posteriormente el cálculo de los coeficientes de balasto a dicho nivel. Adicionalmente se ha hecho el estudio de variación del coeficiente de balasto para los casos de una losa flexible y otra rígida con un peralte doble. De acuerdo a los cuadros exhibidos se denota que los del segundo caso tienen valores superiores de 15 a 20% y ambos casos adoptan una diferencia poco significativa en los puntos correspondientes a los bordes y centro. De la comparación de los resultados obtenidos con el programa SAFE, en cuando a las deflexiones observadas son del orden de 4 a 7 milímetros que representa de un 20 a 25% mayores con relación al Plaxis 3D con preponderancia en los extremos del elemento. Las tensiones de contacto son técnicamente iguales de los momentos flectores y esfuerzos cortantes máximos que son en promedio 30% mayores.

(4) Las aplicaciones desarrolladas para casos prácticos han facilitado la comparación con los métodos clásicos de análisis y permitió la observación del comportamiento de las estructuras en función de las más importantes variables que intervienen en el problema: compresibilidad del suelo (m_v).

2.1.2. Antecedentes internacionales

Se encontró el estudio realizado por **Gepp Estaire, José (2004)**. En su tesis llamada: **“COMPORTAMIENTO DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES SOBRE SUELOS GRANULARES SOMETIDAS A SOLICITACIONES DINÁMICAS”**, UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID-MADRID.

En el trabajo de investigación se planteó como objetivo general; Es analizar el comportamiento de las cimentaciones superficiales sometidas a solicitaciones dinámicas, cimentadas sobre suelos granulares secos y cuantificar las correspondientes cargas de hundimiento.

El método de la investigación que se aplicó a este proyecto de investigación es de carácter aplicativo, tipo de investigación descriptivo y diseño experimental.

Las conclusiones a las que arribaron en su investigación son: (1) Desde un punto de vista experimental, se ha comprobado la utilidad y bondad del conjunto formado por la mesa vibratoria, la caja rígida fabricada y los aparatos de medida utilizados, fundamentalmente acelerómetros y transductores de desplazamientos, para el análisis de problema geotécnicos de carácter dinámico a escala reducida, especialmente los correspondientes al campo libre y los asociados con la existencia de una cimentación superficial. (2) Los ensayos en modelo físico a escala reducida realizados en la mesa vibratoria han permitido obtener unos resultados que constituyen un conjunto experimental coherente y valido para analizar el efecto de las solicitaciones dinámias en un terreno granular seco, en las situaciones anteriormente citadas. (3) Desde el punto de vista del análisis de los resultados experimentales obtenidos, los resultados de los ensayos de corte simple cíclicos han permitido constatar y corroborar algunas pautas básicas del comportamiento de los suelos granulares sometidos a solicitaciones dinámicas y las relaciones entre las principales variables que intervienen en dicho comportamiento, puesta de manifiesto por otros autores. (4) Los resultados obtenidos en los ensayos de modelo físico de cimentación superficial a escala reducida

han permitido comprobar que dichas cimentaciones pueden fallar por el estado límite último de capacidad portante del terreno de cimentación o el debido al deslizamiento de la cimentación por la base. También los ensayos indican que se debe tener en cuenta los estados límites de servicio, relativos a desplazamientos verticales de carácter irreversible como a desplazamientos horizontales cíclicos, cuyo valor sea excesivo.

Se encontró el estudio realizado por **Olmedo Cueva, José Paul (2013)**. En su tesis llamada: **“IMPLEMENTACION DE PROGRAMAS COMPUTACIONALES PARA EL CÁLCULO Y DISEÑO DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES APLICACIÓN AL CÁLCULO DE EDIFICIOS”**, UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR-QUITO.

En el trabajo de investigación se planteó como objetivo general; Implementar programas informáticos en la materia de Proyectos y Paquetes Computacionales de la Carrera de Ingeniería Civil, destinados al análisis y diseño de cimentaciones superficiales, aplicación para el cálculo de edificios.

El método de la investigación que se aplicó a este proyecto de investigación es de carácter tecnológico, tipo de investigación descriptivo y diseño experimental.

Las conclusiones a las que arribaron en su investigación son: (1) De manera especial se logró la Implementación del Programa SAFE destinado al análisis y diseño de Cimentaciones Superficiales Aplicado al Cálculo de Edificios, mediante la utilización de instrumentos conceptuales y metodológicos, adiestramiento previo y ejecución del programa a fin de mejorar la capacidad técnica del futuro Ingeniero Civil. (2) Al comparar los resultados entre el cálculo manual que se realiza cotidianamente y la aplicación del programa SAFE, es notoria la existencia de un error mínimo, la ventaja del programa radica en poder afinar el cálculo de una manera más rápida, sin tener que repetir todo el proceso, por lo que se puede hacer las correcciones con facilidad modificando los datos ingresados y comprobando que la cimentación diseñada sea optima tanto económica como técnicamente. (3) Muy notorio el interés de los

estudiantes de Noveno Semestre de la Escuela de Ingeniería Civil involucrados en la implementación del Programa, donde ellos observaron la eficiencia de la aplicación del mismo. (4) Es importante indicar también que todo profesional de la Ingeniería Civil dentro del ejercicio de la profesión, de una u otra manera está involucrado con el análisis, diseño y construcción de Cimentaciones Superficiales, por ello el uso de este manual aplicado desde los años estudiantiles, brindará una herramienta para el buen desempeño de su trabajo. (5) El manejo de estos programas permitirá a los futuros profesionales estar a la vanguardia de los avances tecnológicos en el campo de acción de la Ingeniería Civil, siendo más fácil su desafío a los retos de la globalización del nuevo milenio. (6) Estos programas al ser de fácil obtención, a bajo costo y realizar el trabajo en menor tiempo definitivamente brindarán beneficios a todo aquel profesional inmerso en la rama de la ingeniería que se proponga utilizarlo como su herramienta de trabajo, estos programas deberían ser estandarizados.

Se encontró el estudio realizado por **Barnert Tapia, German Alberto (2009)**. En su tesis llamada: **“PROGRAMA COMPUTACIONAL, DISEÑO ESTRUCTURAL FUNDACIONES SUPERFICIALES F&D1.0, BAJO PLATAFORMA MATHCAD”, UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE-VALDIVIA.**

En el trabajo de investigación se planteó como objetivo general; Diseño Estructural de Fundaciones Superficiales, sin entrar en elementos finitos, que verifique dimensionamiento, diseñe por resistencia y tensiones admisibles, diversos sistemas de fundaciones superficiales, mediante una interfaz amigable que entregue la información necesaria respecto a las etapas del dimensionamiento o diseño ejecutadas, de tal manera, que no se despegue del concepto físico o los parámetros de cálculo manuales que maneja cada ingeniero civil.

El método de la investigación que se aplicó a este proyecto de investigación es de carácter cuantitativo, tipo de investigación descriptivo y diseño experimental.

Las conclusiones a las que arribaron en su investigación son: (1) Se cumple a

cabalidad el objetivo general, de crear un programa computacional en lenguaje Mathcad, de diseño estructural de fundaciones superficiales (F&D1.0), de tipo modular, los cuales, verifican dimensionamiento, diseña por resistencia y tensiones admisibles diversos sistemas de fundaciones superficiales, mediante una interfaz amigable, eficiente y con un nivel de error despreciable. Paralelamente, se crearon módulos de ayudas de diseño incorporados al programa. (2) Con respecto a zapatas aisladas se logra con creces el objetivo, desde su dimensionamiento, diseño por resistencia y tensiones admisibles. Cabe destacar, que después de un proceso de análisis, se concluyó separar las etapas de diseño en diversos módulos, debido a que se puede controlar de mejor manera el diseño global. Esta forma le dio más versatilidad e independencia a las etapas dentro del proceso de diseño; Para la búsqueda de las tensiones debido a solicitaciones de tipo biaxial se programa el método propuesto por Kenneth E. Wilson (1997) solucionando un problema muy delicado como es el control del área actuando en compresión; Al considerar un módulo especial donde se asigna la carga uniformemente distribuida bajo la zapata, resulta muy útil para el diseño, debido a que el proyectista puede saltarse la entrada de solicitaciones y probar, por el lado de la seguridad, alguna carga distribuida; Para suplir, la elección de la combinación de diseño, se creó el filtro de solicitaciones de tipo biaxial, de tal manera que indica que combinación genera mayor tensión; Sobre el diseño según el ACI318-05 se logra interpretar perfectamente el código, siguiendo la secuencia propuesta por el capítulo 15 de éste, de la misma forma como se presenta en el anexo B. (3) Sobre la fundación corrida se obtuvo el objetivo, por el lado de la seguridad, según el modelo propuesto. Se logra el dimensionamiento y diseño. El problema real es tan complejo y tiene tantas variables que el método de análisis que mejor aproxima la realidad, es por la técnica de elementos finitos quedando fuera del alcance de éste. (4) Para el sistema de fundación con viga de amarre se cumple el objetivo cabalmente, según el modelo. Es importante destacar que éste es una variante de los muchos existentes, Calavera (2000). Las Virtudes del módulo son dos, el primer modelo recibe dos columnas y el segundo utiliza el dado del eje 2, sólo funciona como contrapeso (muerto). Claramente el modelo propuesto tiene sus limitaciones, permite solicitaciones en el eje del sistema. (5) La fundación combinada rectangular, cumplió con el objetivo según modelo,

respecto a dimensionamiento y diseño estructural. La limitante del problema es que permite solicitaciones en el eje del sistema. Para la fundación T el dimensionamiento se logró perfectamente. (6) El dimensionamiento de losa de fundación es casi un problema académico, muy limitado por que acepta únicamente columnas, sirve para losas rectangulares y rígidas; Se logró incorporar el algoritmo para solicitaciones biaxial al modelo. La discusión queda abierta, quedando por explorar la técnica de elementos finitos donde se pueda incorporar la rigidez del suelo, diferentes geometrías. Este método permite analizar desde las deformaciones fuera del plano de la losa o efectos como concentración de tensiones entre otros.

Se encontró el estudio realizado por **Brizuela Agüero, Silvia María (2016)**. En su tesis llamada: **“DISEÑO DE UN PROGRAMA COMPUTACIONAL PARA EL ANÁLISIS PROBABILISTICO DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES Y MUROS DE RETENCIÓN”**, UNIVERSIDAD DE COSTA RICA -COSTA RICA.

En el trabajo de investigación se planteó como objetivo general; Diseñar un programa computacional para el diseño de cimentaciones superficiales y muros de retención mediante una metodología de análisis probabilísticos.

El método de la investigación que se aplicó a este proyecto de investigación es de carácter cuantitativo, tipo de investigación descriptivo y diseño experimental.

Las conclusiones a las que arribaron en su investigación son: (1) Un suelo puede variar su grado de saturación dependiendo de las condiciones que se presenta a su alrededor, y esto genera afectaciones en los parámetros de resistencia del suelo, por lo que es muy importante tomar en cuenta estas posibles variaciones en los cálculos de diseño de las estructuras. Esto se demuestra en los ejemplos realizados tanto para la cimentación superficial como para el muro de retención, al observar los cambios que sufren los factores de reducción al variar los parámetros para la realización del análisis probabilístico. (2) A partir de la relación de la base de datos estadísticos correspondientes a los parámetros de cohesión no drenada, peso específico total y

ángulo de fricción efectivo, se logró establecer una zonificación la cual se muestra en la figura 22. Esto permite conocer las zonas que no poseen información para una eventual ampliación de la base de datos. (3) Los resultados que ofrece el programa permite que el diseñador pueda conocer los posibles cambios que podrían presentar las condiciones del suelo, y de esta manera tomar decisiones más informadas con respecto al diseño de las estructuras, ya que se cuantifican las incertidumbres con las que se están trabajando, conociendo preliminarmente la probabilidad de falla de la estructura. Además, permite conocer la variabilidad de las características de los suelos típicos de zona. (4) El dimensionamiento de las estructuras que ofrece el programa cumple con los requerimientos del método determinístico que establece el código de cimentaciones de Costa Rica (2012) para el diseño geotécnico, para la resistencia por capacidad de carga en el caso de las cimentaciones superficiales, y la resistencia a deslizamiento, volteo y capacidad de carga para los muros de retención. (5) El acero de refuerzo que brinda el programa, cumple con las especificaciones necesarias para que la estructura resista los esfuerzos de flexión, y cambios de temperatura que se podrían dar en la estructura, además de los espesores de los elementos, necesarios para que el concreto pueda resistir los esfuerzos de cortante a los que se ven sometidas las estructuras. Todo, cumpliendo con lo establecido en el código Sísmico de Costa Rica (2010) y el CCI-318. (6) A pesar de que los resultados obtenidos en el software tienen algunas diferencias con respecto a los obtenidos con el ejemplo desarrollado paso a paso, se comprueba que el análisis es muy sensible a pequeños cambios en los datos de entrada, por lo que se concluye que la utilización del programa permite obtener resultados más exactos, debido al uso de una mayor cantidad de decimales.

Se encontró el estudio realizado por **Moya Andino, Gabriela Alexandra (2015)**. En su tesis llamada: **“ESTUDIO Y ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES POR EFECTO DE CONSOLIDACIÓN DEL SUELO DE FUNDACIÓN, SEGÚN LA METODOLOGÍA PROPUESTA POR LA NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN”, UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR-AMBATO.**

En el trabajo de investigación se planteó como objetivo general; Estudiar y analizar el comportamiento estructural de cimentaciones superficiales por efectos de consolidación del suelo de fundación según la metodología propuesta por la Norma Ecuatoriana de la Construcción.

El método de la investigación que se aplicó a este proyecto de investigación es de carácter cuantitativo, tipo de investigación descriptivo y diseño experimental.

Las conclusiones a las que arribaron en su investigación son: (1) Mediante el estudio y análisis de cimentaciones superficiales por efectos de consolidación del suelo de fundación se garantizará el adecuado comportamiento estructural del edificio de cinco pisos de hormigón armado. (2) Al tomar en cuenta que los efectos de consolidación del suelo de fundación producen asentamientos que introducen esfuerzos adicionales en los elementos del sistema estructural, podremos evitar el agrietamiento y no comprometer la estabilidad y funcionalidad de todo el sistema, confinamiento-mampostería. (3) La alternativa para garantizar el correcto comportamiento y la estabilidad de la estructura para cualquiera de los estados de cargas que pueden actuar sobre la misma y ante sollicitaciones externas como son las fuerzas sísmicas es mantener la rigidez inicial de sus elementos. (4) Los estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, desconocen la razón por la que originan los efectos de consolidación del suelo, así como los asentamientos en la cimentación.

2.2. Bases teóricas de las variables

2.2.1 Diseño Sismorresistente

Según Cutimbo Choque, (2016) manifiesta que “los criterios de diseño sismorresistente que usualmente van desarrolladas en las Normas de diseño están orientados a seguir una filosofía de diseño. Este define cual es el comportamiento deseado. La gran mayoría de normas del mundo coinciden en que los objetivos

generales de la construcción sismorresistente deben seguir los siguientes principios:
Prevenir daños no estructurales para temblores o terremotos pequeños, que puedan ocurrir frecuentemente durante la vida útil (de servicio) de una estructura.

Prevenir daños estructurales y hacer que los no estructurales sean mínimos, para terremotos moderados que pueden ocurrir de vez en cuando. (usualmente se señala expresamente que la estructura sufriría varios de estos).

Evitar el colapso o daños graves en terrenos intensos y larga duración que pueda ocurrir raras veces. (usualmente no durante la vida útil de la estructura)". (p.13).

Por otro lado Villareal Castro, (2013) afirma que "la Ingeniería Sismorresistente, es parte de la dinámica estructural, que estudia el comportamiento de las edificaciones ante la acción sísmica e investiga los métodos de cálculo estructural, que garantizan su buen comportamiento y seguridad estructural ante los sismos". (p.3).

Por otro lado, Blanco Blasco, (2011) propone que "la mayoría de códigos reconoce la complejidad del diseño sísmico de las edificaciones y define alcances u objetivos generales. En el caso de la norma peruana el criterio de diseño sismorresistente se expresa señalando las edificaciones se comportarán ante los sismos considerando:

- A. Resistir sismos leves sin daños.
- B. Resistir sismos moderados considerando la posibilidad de daños estructurales leves.
- C. Resistir sismos severos con la posibilidad de daños estructurales importantes con una posibilidad remota de ocurrencia del colapso de la edificación.

Se considera que el colapso de una edificación ocurre al fallar y/o desplomarse (caerse) parcial o totalmente su estructura con la posibilidad de ocurrencia de muertes de sus habitantes. El problema del diseño sismorresistente es único en muchos

aspectos, un gran sismo produce fuerzas de inercia que son muy superiores a la carga más severa que ha de soportar la estructura durante su vida útil, sin embargo, solo existe una pequeña probabilidad de que ocurra, y más aún en el caso de que ocurra, la duración de esta carga es pequeña”. (p.1,2).

Por otro lado, Ministerio de Vivienda, (2017) sostiene que “en la Norma E.030 de Diseño Sismorresistente nos indica que la práctica mundial le asigna a las edificaciones una vida económicamente útil de 50 años. En ese lapso se pueden producir muchos sismos leves, uno o más moderados y quizás un sismo severo. Por consiguiente se acepta que las edificaciones tengan el siguiente comportamiento:

- A. La estructura no debería colapsar ni causar daños graves a las personas, aunque podría presentar daños importantes, debido a movimientos sísmicos calificados como severos para el lugar del proyecto.
- B. La estructura debería soportar movimientos sísmicos calificados como moderados para el lugar del proyecto, pudiendo experimentar daños reparables dentro de límites aceptables” (p.4).

Se concluye que el diseño sismorresistente, es una ciencia que estudia el comportamiento de las edificaciones ante la presencia de las acciones sísmicas y así mismo se investiga los métodos de cálculos, ya sea su rigidez, estabilidad y seguridad; para tener una mayor garantía de su comportamiento y seguridad. Además, realizar un diseño sismorresistente ayuda a la población a tener una vivienda segura ante cualquier eventualidad ya sea de un sismo leve, moderado o intenso. El diseño sismorresistente en su concepto global lo que busca es evitar grandes daños que puedan causar a la estructura, sin embargo, estos daños van a ocurrir, pero van a ser de menor intensidad. De esta manera asegurar la vida útil de la estructura y de las personas que se encuentran en ella.

2.2.1.1. Predimensionamiento de elementos estructurales

Según Cutimbo Choque, (2016) nos indica que “las estructuras como edificios, puentes, represas y otras, sirven para poder resistir los diferentes esfuerzos que se presentan ante la acción de fuerzas verticales y horizontales. El predimensionamiento de elementos nos sirve como un punto de partida sobre el cual definiremos las dimensiones de los elementos estructurales, ya sean vigas, columnas, placas, losas, etc. Este predimensionamiento es solo una base para las dimensiones de los elementos, por lo tanto, éstas deberán ser afinadas o reajustadas de acuerdo a las solicitaciones reales de carga luego de haber realizado los cálculos correspondientes para completar el diseño final de la estructura. (ver figura 01).” (p.32).

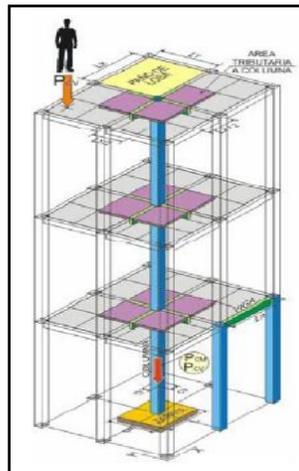


Figura 01: Predimensionamiento de elementos estructurales.

Fuente: Ingeniería Sismorresistentes, Cutimbo Choque, (2016)

2.2.1.1.1. Columnas

Son elementos estructurales que tienen importancia en una edificación, ya que a través de ellas las cargas serán transmitidas a la cimentación, así mismo tenemos columnas centradas, esquinadas y excéntricas, de acuerdo con Cutimbo Choque, (2016) manifiesta que “las columnas son elementos estructurales que soportan tanto cargas verticales (peso propio), como fuerzas horizontales (sismos y vientos) y trabajan generalmente a flexo-compresión. La unión de vigas y columnas forman un tipo de sistema estructural denominado aporticado. Las formas y dimensiones de las

columnas deben satisfacer dos condiciones estructurales importantes: 1) resistir cargas de gravedad; 2) resistir fuerzas sísmicas laterales.” (p. 47,48).

2.2.1.1.2. Predimensionamiento de las columnas para resistir cargas de gravedad

En su libro de Ingeniería sismorresistente, Cutimbo menciona que “Para garantizar la resistencia ante las cargas de gravedad para las columnas de un sistema estructural dual o aporticado, las áreas de sus secciones pueden ser dimensionadas en base a la siguiente expresión (ver figura 02)”. (Cutimbo Choque, 2016; 48).

Columnas centradas:

$$\text{Área de columna} = \frac{P(\text{Servicio})}{0.45 f'c}$$

Columnas excéntricas y esquinadas:

$$\text{Área de columna} = \frac{P(\text{Servicio})}{0.35 f'c}$$

Siendo: $P(\text{servicio}) = P.A.N$

Edificios Categoría A (ver E.030) → $P = 1500 \text{ Kg/m}^2$

Edificios Categoría B (ver E.030) → $P = 1250 \text{ Kg/m}^2$

Edificios Categoría C (ver E.030) → $P = 1000 \text{ Kg/m}^2$

A= área tributaria.

N = número de pisos

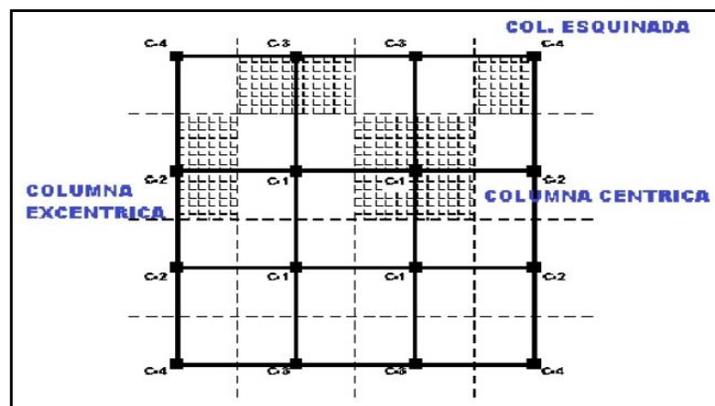


Figura 02: Tipos de Columnas.

Fuente: Ingeniería Sismorresistentes, Cutimbo Choque, (2016).

2.2.1.1.3. Vigas

Las vigas son elementos estructurales que soportan y transmiten cargas transversales hacia las columnas y estas hacia los cimientos, desde el punto de Cutimbo Choque, (2016) manifiesta que “trabaja en flexión, recibiendo las cargas de las losas transmitiéndolas a las columnas y/o muros. Sus apoyos se encuentran en los extremos. Las vigas pueden ser: peraltada colgante, peraltada invertida, peraltada colgante e invertida y chata. Las vigas peraltadas son aquellas que tienen su altura o peralte mayor que el espesor del techo. Las vigas chatas tienen su altura o peralte coincidente con el espesor de la losa. Para ambos casos, (ver figura 03), (ver figura 04). Las vigas peraltadas pueden ser peraltadas hacia abajo, o peraltadas hacia arriba, o con el peralte compartido hacia arriba y hacia abajo del techo. Una viga peraltada es más rígida y tiene mayor capacidad resistente que una viga chata.” (p. 43).

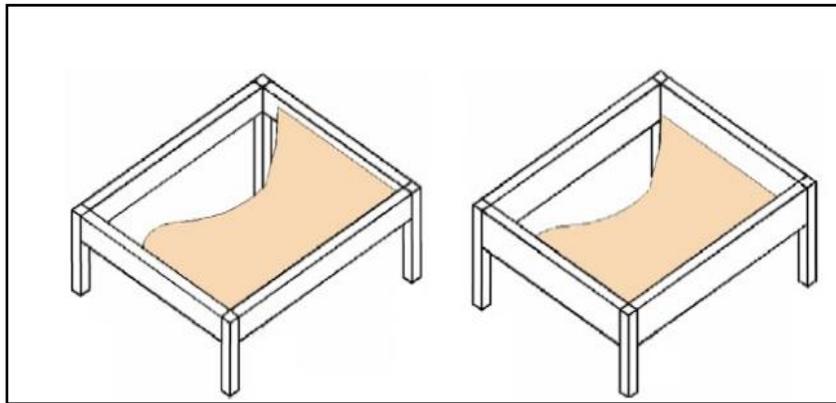


Figura 03: Tipos de vigas peraltada.

Fuente: Ingeniería Sismorresistentes, Cutimbo Choque, (2016).

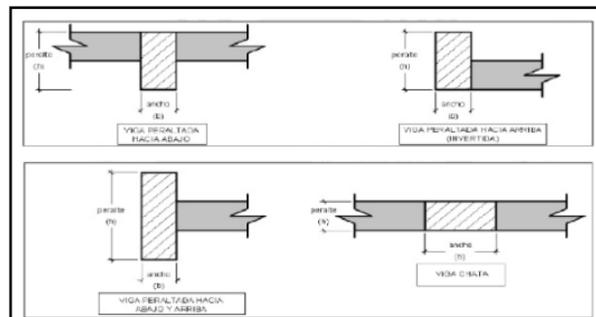


Figura 04: Vigas Peraltadas. Izquierda: Viga peraltada hacia arriba y abajo, derecha: viga peraltada hacia arriba.

Fuente: Ingeniería Sismorresistentes, Cutimbo Choque, (2016).

2.2.1.1.3.1. Predimensionamiento de vigas

En su libro de Ingeniería sismorresistente, Cutimbo manifiesta que “las reglas que se darán para el dimensionamiento de las vigas, serán en concordancia con su función estructural, para los siguientes tipos: vigas sismorresistentes, vigas apoyadas sobre vigas y vigas en voladizo. (Ver figura 05).” (Cutimbo Choque, 2016; 45).

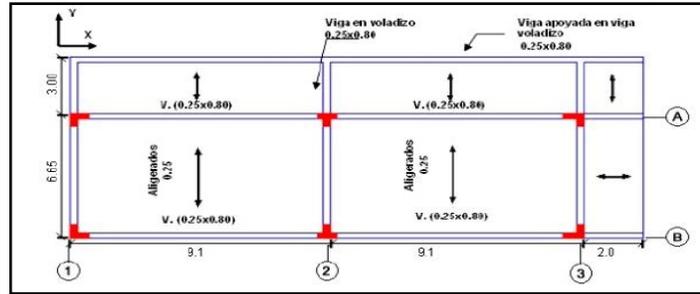


Figura 05: Configuración y dimensionamiento de una planta estructural típica de 3 pisos.
Fuente: Ingeniería Sismorresistentes, Cutimbo Choque, (2016).

2.2.1.1.3.2. Predimensionamiento de vigas sismorresistente

El predimensionamiento de las vigas deben cumplir con lo establecido en la NTP E-030, para así garantizar una mayor seguridad y rigidez para que resista cargas de gravedad, de acuerdo con Cutimbo Choque, (2016) afirma que “el dimensionamiento de vigas sismorresistente debe garantizar rigidez y resistencia para soportar las cargas de gravedad y las cargas sísmicas. Las vigas se dimensionan generalmente considerando un peralte del orden 1/10 a 1/12 de la luz libre. Debe aclararse que esta altura incluye el espesor de la losa de techo o piso. El ancho es variable de 1/2 a 2/3 veces su altura, teniendo en cuenta un ancho mínimo de 25cm, con la finalidad de evitar el congestionamiento del acero y presencia de cangrejas. Tanto el peralte como el ancho de las vigas serán redondeados a valores inmediatamente superiores múltiplos de 5 cm. (ver figura 06).” (p. 46).

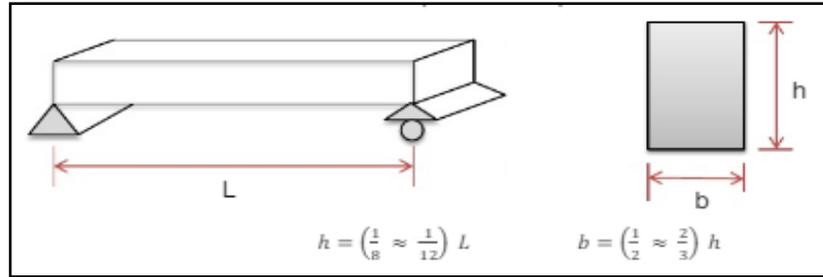


Figura 06: Predimensionamiento de viga.

Fuente: Ingeniería Sismorresistentes, Cutimbo Choque, (2016).

2.2.1.1.4. Losas

Las losas son elementos estructuras de una edificación que además soportan cargas de gravedad, de acuerdo con Cutimbo Choque, (2016) afirma que “son elementos estructurales planos cargados con fuerzas perpendiculares a su plano (cargas vivas y muertas). Separa horizontalmente un nivel o piso de otro, la cual sirve de techo para el primer nivel y de piso para segundo. Debe garantizar el aislamiento del ruido y del calor. Trabaja a flexión y dependiendo del material a ser utilizado pueden ser flexibles o rígidos. Las losas pueden ser aligeradas, macizas y nervadas” (p. 33).

2.2.1.1.4.1. Losas aligeradas

En su libro de Ingeniería sismorresistente, Cutimbo Choque, (2016) menciona que “las losas aligeradas, son losas conformadas por un sistema de vigas menores paralelas entre sí, llamadas viguetas, separadas por bloquetas huecas de arcilla u otro elemento liviano de ancho y alto. Las bloquetas no tienen ninguna función estructural, son utilizadas con el fin de lograr superficies planas en el techo. En realidad, los aligerados son losas nervadas. Los aligerados usuales se caracterizan por estar conformados por viguetas de 0.10 m de ancho, separadas por bloquetas huecas de arcilla de 0.30 m de ancho y unidas por una losa superior de 0.05 m de espesor”. (p. 33, 34).

2.2.1.1.4.1.1. Losas aligeradas armada en una dirección

Se le conoce también como losa de concreto o losa de entrepiso ya que sirven de separación de un piso a otro, según Cutimbo Choque, (2016) afirma que “los aligerados mayormente utilizados son los armados en una dirección con luces libres hasta 7.50 m. Según las circunstancias, se pueden utilizar aligerados armados en dos direcciones. Es la que se realiza colocando en los intermedios de los nervios estructurales, bloques o ladrillos, con la finalidad de reducir el peso de la estructura. A menos masa, mejora el comportamiento de la estructura ante un sismo. (Ver figura 07, 08).” (p. 34).

LOSA ALIGERADA Carga vertical (rígido)

Sismo (diafragma rígido)

El peralte de las losas aligeradas podrá ser dimensionado considerando el siguiente criterio:

$$L_n = \text{longitud del lado menor. } H = \frac{L_n}{25}$$

LUZ	ESPELOR DE LOSA	LADRILLO
4 m	17 cm	12 cm
5 m	20 cm	15 cm
6 m	25 cm	20 cm
7 m	30 cm	25 cm

Figura 07: Losa Aligerada carga vertical (rígido) sismo (diagrama rígido).
Fuente: Ingeniería Sismorresistentes, Cutimbo Choque, (2016).

H: altura o espesor de la losa aligerada y por tanto incluye los 5cm de losa superior y el espesor del ladrillo de techo. Los ladrillos serán de 12, 15, y 25cm respectivamente.

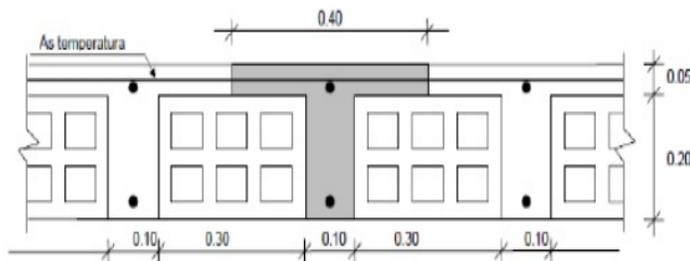


Figura 08: Altura o espesor de la losa.

Fuente: Ingeniería Sismorresistentes, Cutimbo Choque, (2016).

Asimismo, Cutimbo Choque, (2016) afirma que “el arquitecto y el ingeniero deberá tener en cuenta determinación de la altura de piso a piso, el espesor anteriormente indicado y la consideración de 5cm adicionales para el denominado piso terminado”. (p. 34).

PREDIMENSIONAMIENTO

En su libro de Ingeniería sismorresistente, Cutimbo manifiesta “por razones económicas y de rigidez, debe preferirse armar el aligerado en la dirección más corta, siempre y cuando los apoyos sean vigas peraltadas. El ingeniero estructural puede variar la dirección de armado de las viguetas para darle continuidad a la estructura. El espesor requerido es $l_c/25$, para no verificar deflexiones, con sobrecargas máximas de 350 kg/m^2 . Para sobrecargas mayores, puede utilizarse espesores equivalentes a $l_c/21$ ”. (Ver figura 09), (Cutimbo Choque, 2016: 35).

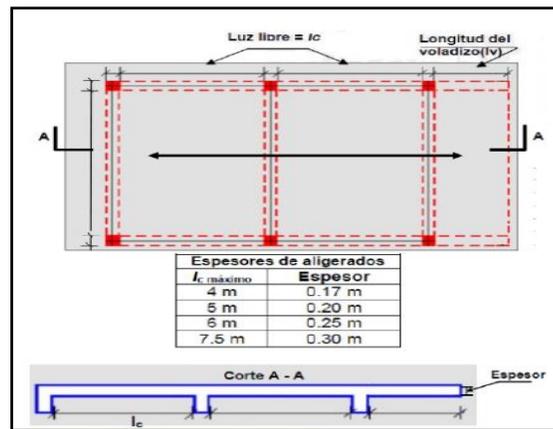


Figura 09: Paños de Aligerados Armados en una dirección.
Fuente: Ingeniería Sismorresistentes, Cutimbo Choque, (2016).

2.2.1.1.4.2. Losas macizas

Son losas que en su armado de techo llevan concreto, aceros y son rigidez, desde la posición de Cutimbo Choque, (2016) expresa que “es la mezcla de concreto y varillas de acero, formando una losa monolítica. A mayor espesor, mayor rigidez pudiendo cubrir mayor distancia entre sus apoyos”. (p. 38).

Las losas macizas pueden ser dimensionadas en forma aproximada, considerando.

$$H_{MACIZA} = H_{ALIGERADA} - 5 \text{ cm}$$

2.2.1.1.4.2.1. Losas macizas armada en dos direcciones

En su libro de Ingeniería sismorresistente, citando a Cutimbo Choque, (2016) afirma que “consideran así a las losas macizas que tienen en cuatro de sus bordes, vigas peraltadas o muros, conformando paños con dimensiones que tienen la relación ≤ 2 (ver figura 10).

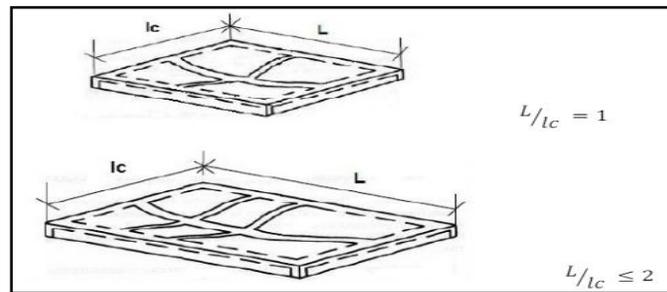


Figura 10: Losa maciza armada en dos direcciones.
Fuente: Ingeniería Sismorresistentes, Cutimbo Choque, (2016).

Las losas macizas armadas en dos direcciones, son recomendadas en los pisos o techos de las estructuras cuyos sistemas estructurales están conformados por muros en las dos direcciones como es el caso de las viviendas u hoteles, (ver figura 11). En este caso, las losas suelen resultar económicas, permitiendo adecuada distribución de las cargas verticales en todos los muros y sus respectivas cimentaciones. En general, las losas macizas armadas en una o dos direcciones no son convenientes para cubrir luces grandes. Resultan muy pesadas y antieconómicas”. (Cutimbo Choque, 2016:40).



Figura 11: Losas macizas con muros en sus cuatro bordes.
Fuente: Ingeniería Sismorresistentes, Cutimbo Choque, (2016).

2.2.1.1.5. Placas o muros de corte.

Son elementos estructuras partes de una edificación, se emplean para soportar cargas, además estas placas al ser de gran tamaño resisten más a las fuerzas sísmicas, citando a Cutimbo manifiesta que “placas son aquellos elementos estructurales que transmiten las cargas a los cimientos, soportan las losas, además de su propio peso y resisten las fuerzas horizontales causadas por un sismo o el viento. La resistencia depende de las condiciones geométricas en cuanto a altura, longitud y espesor. Las placas son efectivas para los desplazamientos laterales. Las placas son utilizadas en las estructuras de dos formas: 1) en combinación con los pórticos conformando los sistemas estructurales duales o mixtos, (ver figura 12); 2) conformando un sistema estructural de muros resistentes, (ver figura 13). Por este motivo, es conveniente que la ubicación de las placas sea simétrica, para evitar que en las columnas y las vigas se incrementen los esfuerzos”. (Cutimbo Choque, 2016:53,54).

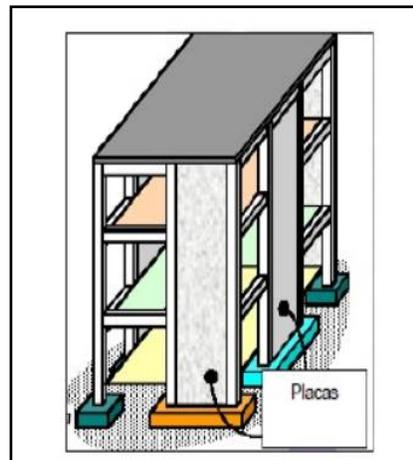


Figura 12: Sistemas estructurales duales de pórticos y placas de concreto armado.
Fuente: Ingeniería Sismorresistentes, Cutimbo Choque, (2016).



Figura 13: Sistema estructural de muros resistente en un edificio de viviendas.
Fuente: Ingeniería Sismorresistentes, Cutimbo Choque, (2016).

2.2.1.1.5.1. Predimensionamiento de las placas

En su libro de Ingeniería sismorresistente, Cutimbo menciona que “las placas pueden conformar estructuras de muros o sistemas duales. Los sistemas son adecuados para lograr rigidez, resistencia y ductilidad en las estructuras. Bien configuradas y bien diseñadas, son más económicas que las estructurales aporticadas. Los dimensionamientos que veremos a continuación serán para sistemas duales y para los sistemas de muros resistentes”. (Cutimbo Choque, 2016:54, 55).

Nro de pisos	Espesor
≤ 5	20cm
6 – 10	25cm
11 – 15	30cm

$b_{\min} = 20\text{cm}$ (espesor mínimo de alta sismicidad)

$b_{\min} = 10\text{cm}$ (Muros de ductilidad limitada)

2.2.1.2. Análisis sísmico estático

2.2.1.2.1. Criterios de modelación estructural

2.2.1.2.1.1. Brazo rígido

Se entiende por brazo rígido a la unión de dos elementos estructurales (viga-columna), de acuerdo con Cutimbo Choque, (2016) manifiesta que la “unión rígida entre 2 elementos. Los brazos rígidos son segmentos de viga y columnas que están embebidas dentro del nudo de unión de dichos elementos. La longitud del brazo rígido es la longitud en la que se produce el traslape de las secciones con otros objetos en el extremo del objeto unidimensional”. (ver figura 14-15), (p.84).

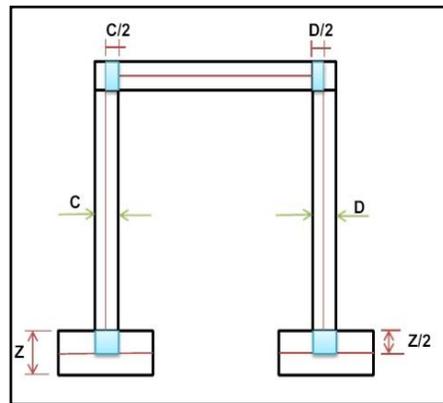


Figura 14: Brazo rígido.

Fuente: Ingeniería Sismorresistentes, Cutimbo Choque, (2016).

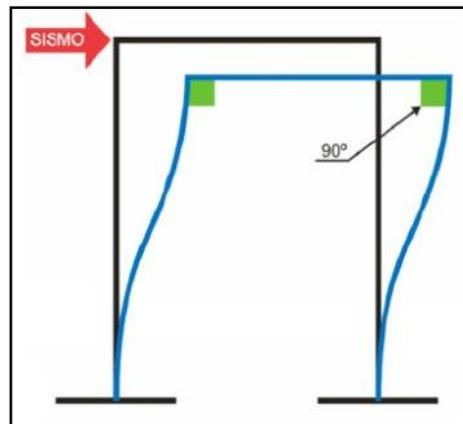


Figura 15: Sismo en Brazo rígido.

Fuente: Ingeniería Sismorresistentes, Cutimbo Choque, (2016).

2.2.1.2.1.2. Determinación del centro de masa

Es donde se encuentra el punto exacto de la masa en cada elemento estructural, según Cutimbo Choque, (2016) manifiesta que “se define el centro de masa CM, como el lugar geométrico en el cual esta concentrada la masa en cada uno de los pisos”. Ver (figura 16), (p.91).

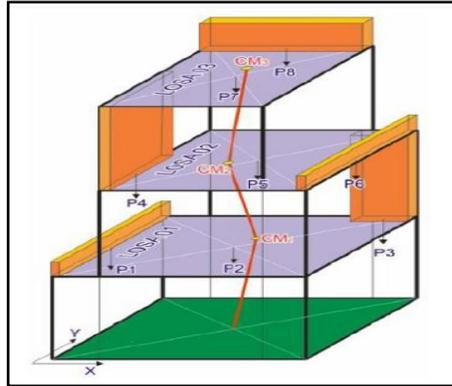


Figura 16: Centro de masa.

Fuente: Ingeniería Sismorresistentes, Cutimbo Choque, (2016).

2.2.1.2.1.3. Centro de rigidez

En su libro de Ingeniería sismorresistente, Cutimbo argumenta que “es el lugar geométrico donde la estructura se va a deformar menos. Es un punto teórico en la planta del edificio donde aplicada una fuerza cortante solo se produce traslación. El centro de rigidez “C.R”. y el centro de masa “C.M.”, lo ideal es que coincidan, pero nunca coinciden porque las cargas distribuidas nunca son iguales”. (Ver figura 17), (Cutimbo Choque, 2016: 92).

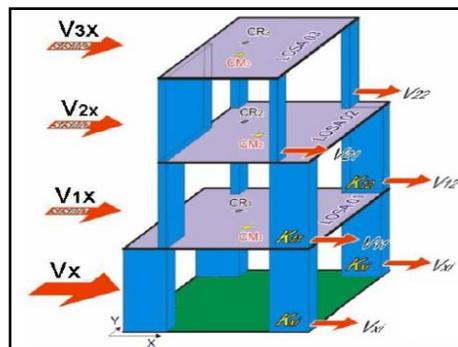


Figura 17: Centro de rigidez.

Fuente: Ingeniería Sismorresistentes, Cutimbo Choque, (2016).

2.2.1.2.1.4. Excentricidad

En su libro de Ingeniería sismorresistente, Cutimbo manifiesta que “la fuerza en cada nivel (F) actúa en el centro de masas “C.M del nivel respectivo y debe considerarse”. (Ver figura 18), (Cutimbo Choque, 2016: 94).

$$e_x = 0.05 L_x$$

$$e_y = 0.05 L_y$$



Figura 18: Excentricidad.

Fuente: Ingeniería Sismorresistentes, Cutimbo Choque, (2016).

2.2.1.3. Configuración estructural

En su libro de Ingeniería sismorresistente, Cutimbo afirma que “las estructuras deben ser clasificadas como regulares e irregulares con el fin de determinar el procedimiento adecuado de análisis y los valores apropiados del factor de reducción de fuerza sísmica”. (Cutimbo Choque, 2016: 100).

2.2.1.3.1. Análisis sísmico estático con E-030. (2014).

En su libro de Ingeniería sismorresistente, Cutimbo manifiesta que “en el tema del análisis estático sísmico no se tienen mayores variaciones, a excepción del artículo 4.5.3 que habla sobre la distribución de la fuerza sísmica en altura”. (Cutimbo Choque, 2016:123).

2.2.1.3.2. Periodo fundamental.

Según en la Norma de diseño sismorresistente, Ministerio de Vivienda (2017), manifiesta “el periodo fundamental de vibración para cada dirección se estima con la siguiente expresión”. (p.26).

$$T = \frac{hn}{C_t}$$

Donde:

C_t = “35 para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente:

- a) Pórticos de concreto armado sin muros de corte.
- b) Pórticos dúctiles de acero con uniones resistentes a momentos, sin arriostramiento”.

C_t = “45 para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean:

- a) Pórticos de concreto armado con muros en las cajas de ascensores y escaleras.
- b) Pórticos de acero arriostrados”.

C_t = “60 para edificios de albañilería y para todos los edificios de concreto armado; duales, de muros estructurales, y muros de ductilidad limitada”.

2.2.1.3.3. Parámetros de zonificación

Según la Norma de diseño sismorresistente en el capítulo II tiene como título “peligro sísmico”, además los parámetros de zonificación están estandarizados a nivel nacional, citando al Ministerio de Vivienda, (2017) manifiesta que “el territorio nacional se considera dividido en cuatro zonas, (ver figura 19). La zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de éstos con la distancia epicentral, así como en la información neotectónica.” (ver tabla 01), (Ministerio de Vivienda, 2017:10,11).



Figura 19: Zona Sísmica.

Fuente: Norma E-030 Diseño Sismorresistente, Ministerio de Vivienda, (2017).

Tabla N° 1 FACTORES DE ZONA	
ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Tabla 01: Factor de Zona.

Fuente: Norma E-030 Diseño Sismorresistente, Ministerio de Vivienda, (2017).

2.2.1.3.4. Condiciones geotécnicas

En su libro de Ingeniería sismorresistente, Cutimbo señala que “se tiene una clasificación de perfiles de suelo con la introducción de valores explicitos de la velocidad de onda de corte del suelo, valor característico para la obtención del módulo de corte. Ahora se tendran cinco tipos de perfiles de suelo a diferencia de los cuatro perfiles de la norma vigente”. (Cutimbo Choque, 2016:127).

Por otro lado en la norma E-030 de diseño sismorresistente en el artículo 9 “perfiles de suelo”, Ministerio de Vivienda, (2017) afirma que “Para los efectos de esta Norma, los perfiles de suelo se clasifican tomando en cuenta la velocidad promedio de propagación de las ondas de corte (\bar{V}_s), obtenidos mediante un ensayo de penetración

estándar (SPT), o el promedio ponderado de la resistencia al corte en condición no drenada (\bar{S}_u). (ver tabla 02) (Ministerio de Vivienda, 2017:11).

Tabla N°2			
CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELO			
Perfil	\bar{V}_s	\bar{N}_{60}	\bar{S}_u
S ₀	> 1500 m/s	-	-
S ₁	500 m/s a 1500 m/s	> 50	> 100 kPa
S ₂	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50kPa a 100kPa
S ₃	< 180 m/s	< 15	25kPa a 50kPa
S ₄	Clasificación basada en el EMS		

Tabla 02: Clasificación de los Perfiles de Suelo.

Fuente: Norma E-030 Diseño Sismorresistente, Ministerio de Vivienda, (2017).

2.2.1.3.4.1. Parámetros de sitio (S, TP y TL)

En la norma E-030 de diseño sismorresistente, Ministerio de vivienda, (2017) menciona que “se considera el tipo de perfil que mejor describa las condiciones locales, utilizándose los correspondientes valores del factor de amplificación del suelo S y de los períodos TP y TL dados”. (ver tabla 03, 04), (Ministerio de Vivienda, 2017:14,15).

Tabla N°3				
FACTOR DE SUELO “S”				
ZONA/ SUELO	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
Z ₄	0.80	1.00	1.05	1.10
Z ₃	0.80	1.00	1.15	1.20
Z ₂	0.80	1.00	1.20	1.40
Z ₁	0.80	1.00	1.60	2.00

Tabla 03: Factor de Suelo.

Fuente: Norma E-030 Diseño Sismorresistente, Ministerio de Vivienda, (2017).

Tabla N°4 PERIODOS “TP” y “TL”				
	Perfil de suelo			
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
T _P (S)	0.3	0.4	0.6	1.0
T _L (S)	3.0	2.5	2.0	1.6

Tabla 04: Periodos TP y TL.

Fuente: Norma E-030 Diseño Sismorresistente, Ministerio de Vivienda, (2017).

2.2.1.3.4.2. Factor de ampliación sísmica (C).

En la norma E-030 de diseño sismorresistente, Ministerio de Vivienda, (2017) menciona que “de acuerdo a las características de sitio, se define el factor de ampliación sísmica (C) por las siguientes expresiones”. (Ministerio de Vivienda, 2017:15)

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

$$T_p < T < T_{LC} = 2.5 \cdot \left(\frac{T_p}{T} \right)$$

$$T > T_{LC} = 2.5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2} \right)$$

2.2.1.3.4.3. Categoría de las edificaciones y factor de uso.

Es para determinar que categoría será cada edificación que se desea construir como por ejemplo: colegios, hospitales; citando al Ministerio de Vivienda, (2017) menciona que “cada estructura esta clasificada de acuerdo con las categorías (ver tabla 5). El factor de uso o importancia (U), se usa según la clasificación que se haga”.(p. 16).

TABLA: N° 5
CATEGORÍA DESCRIPCIÓN FACTOR U

<p align="center">A Edificaciones Esenciales</p>	<p>A1: Establecimientos del sector salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.</p>	<p align="center">Aislamiento sismico en la base</p>
	<p>A2: Edificaciones esenciales para el manejo de las emergencias, el funcionamiento del gobierno y en general aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. Se incluyen las siguientes edificaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. - Puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias de pasajeros, sistemas masivos de transporte, locales municipales, centrales de comunicaciones. - Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. - Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. - Instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. - Edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. - Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado. 	<p align="center">1,5</p>
<p align="center">B Edificaciones Importantes</p>	<p>Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de buses de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas. También se consideran depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.</p>	<p align="center">1,3</p>
<p align="center">C Edificaciones Comunes</p>	<p>Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.</p>	<p align="center">1,0</p>
<p align="center">D Edificaciones Temporales</p>	<p>Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares</p>	<p align="center">Proversee resistencia y rigidez</p>

Tabla 05: Categoría de las Edificaciones y Factor U.

Fuente: Norma E-030 Diseño Sismorresistente, Ministerio de Vivienda, (2017).

2.2.1.3.4.4. Sistemas estructurales y coeficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas (Ro).

Los sistemas estructurales están clasificados de acuerdo a cada material que se va a utilizar en una edificación, citando al Ministerio de Vivienda, (2017) sostiene que “Los sistemas estructurales se clasifican según los materiales usados y el sistema de estructuración sismorresistente en cada dirección de análisis (ver tabla 06). Cuando en la dirección de análisis, la edificación presente más de un sistema estructural, se toma el menor coeficiente Ro que corresponda”. (p. 19).

Tabla N° 6	
SISTEMAS ESTRUCTURALES	
Sistemas Estructurales	Coeficiente Básico de Reducción Ro(*)
ACERO:	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	7
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	8
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	6
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
Concreto Armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada.	3
Madera (Por esfuerzos admisibles)	7

Tabla 06: Sistemas Estructurales.

Fuente: Norma E-030 Diseño Sismorresistente, Ministerio de Vivienda, (2017).

2.2.1.3.4.5. Junta sísmica.

En toda edificación debe considerarse la junta sísmica ya que sirve de separación con la construcción que se encuentra continua, de esta manera se evita el choque de las edificaciones en un movimiento sísmico, citando al Ministerio de Vivienda, (2017) menciona que “Toda estructura está separada de las estructuras vecinas, desde el nivel del terreno natural, una distancia mínima s para evitar el contacto durante un movimiento sísmico. Esta distancia no es menor que los $2/3$ de la suma de los desplazamientos máximos de los edificios adyacentes ni menor que:

$$s = 0,006 h \geq 0,03 \text{ m}$$

Dónde: h es la altura medida desde el nivel del terreno natural hasta el nivel considerado para evaluar s ”. (p. 31).

2.2.1.4. Análisis sísmico dinámico.

En su libro de Ingeniería sismorresistente, Cutimbo manifiesta que “el análisis dinámico antisísmico considera que la respuesta sísmica de una estructura se determina por medio de un análisis modal considerando comportamiento lineal o no lineal (ver figura 20). (...) los análisis dinámicos se dividen usualmente en tres grandes grupos:

- Análisis Modal Espectral, de uso común
- Análisis Tiempo – Historia
- Análisis en el dominio de las frecuencias”. (Cutimbo Choque, 2016:149).

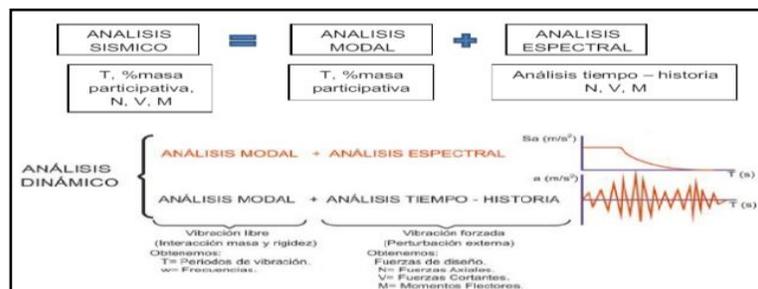


Figura 20: Esquema Conceptual del análisis dinámico modal espectral. Fuente: Ingeniería Sismorresistentes, Cutimbo Choque, (2016).

2.2.1.4.1. Análisis modal.

Es determinar el número de vibraciones que sufre la estructura, citando a Cutimbo Choque, (2016) manifiesta que “el análisis modal es determinar las frecuencias naturales o frecuencias propias de una estructura, dichas frecuencias son determinadas cuando no hay cargas actuando (ni el peso propio, pero sí, su propia masa, es decir no depende de la gravedad). (...) antes de realizar el análisis sísmico de un edificio es necesario conocer sus modos de vibración y periodos fundamentales, ya que de estas características dependerá su respuesta durante un evento sísmico. Podemos decir que el análisis modal:

- Es la interacción entre la rigidez y la masa.
- Se estudia las formas o modos de vibración libre.
- Mínimo tres modos de vibración”.(p. 151).

2.2.1.4.1.1. Cálculo de masa.

En su libro de Ingeniería sismorresistente, Cutimbo manifiesta que “la masa de la estructura se utiliza en un análisis modal para calcular los periodos y formas modales de vibración y en un análisis de respuesta en el tiempo o espectral para calcular las fuerzas de inercia y posteriormente las sollicitaciones internas que estas producen. (..) las masas, se calculan para tener las masas de acuerdo a los tres grados de libertad, dos de traslación y una de rotación, estas masas se colocarán en el centro de masa C.M”. (P. 151).

2.2.1.5. Análisis espectral E-030-2017.

2.2.1.5.1.1. Análisis dinámico modal espectral.

En la norma E-030 de diseño sismorresistente, Ministerio de Vivienda, (2017) manifiesta que “cualquier estructura puede ser diseñada usando los resultados de los análisis dinámicos por combinación espectral”. (p. 27).

2.2.1.5.1.2. Modos de vibración.

En la norma E-030 de diseño sismorresistente, Ministerio de Vivienda, (2017) sostiene que “Los modos de vibración pueden determinarse por un procedimiento de análisis que considere apropiadamente las características de rigidez y la distribución de las masas. En cada dirección se consideran aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90% de la masa total, pero se toma en cuenta por lo menos los tres primeros modos predominantes en la dirección de análisis”. (p. 27).

2.2.1.5.1.3. Aceleración espectral.

En la norma E-030 de diseño sismorresistente, Ministerio de Vivienda (2017), manifiesta que “Para cada una de las direcciones horizontales analizadas se utiliza un espectro inelástico de pseudo-aceleraciones.” (p. 27).

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

2.2.1.6. Metrado de carga.

El metrado de cargas se utiliza para saber que tanto puede resistir una edificación ante sismo teniendo en cuenta a Cutimbo Choque, (2016) nos dice que “el metrado de cargas es encontrar todos los pesos o fuerzas que actúan sobre los diferentes elementos estructurales de una edificación(...) como regla general, al metrar cargas debe pensarse en la manera como se apoya un elemento sobre otro”.(ver figura 21),(p. 75).

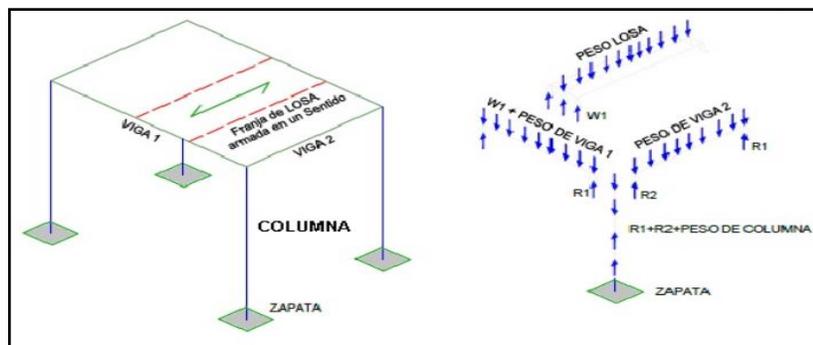


Figura 21: Transmisión de las Cargas Verticales.
Fuente: Ingeniería Sismorresistentes, Cutimbo Choque, (2016).

2.2.1.6.1. Tipos de carga.

En su libro Ingeniería Sismorresistente, Cutimbo señala “en general, las cargas (o solicitaciones) pueden actuar en un edificio clasificán en los siguientes tipos: cargas estáticas, cargas dinámicas y otras solicitaciones”. (Cutimbo Choque, 2016: 76).

2.2.1.6.1.1. Cargas permanentes o estáticas.

Son cargas que se encuentran en toda la edificación y además estas cargas son el peso de la estructura y toda aquello que se encuentre dentro de ello, citando a Cutimbo Choque, (2016) sostiene que “son aquellas que se aplican lentamente sobre la estructura, lo cual hace que se originen esfuerzos y deformaciones. Son el peso propio de los materiales, el peso de los ocupantes, u otros elementos soportados por el edificio. Como cargas permanentes o estáticas”. (Ver tabla 07), (p. 76).

Acero de construcción	7850 Kg/m ²
Tierra	1600 @ 1800 Kg/m ²
Albañilería de adobe	1600 Kg/m ²
Albañilería con unidades de arcilla solida (no incluye tarrajeo)	1800 Kg/m ²
Albañilería con unidades de arcilla huecas (no incluye tarrajeo)	1350 Kg/m ²
Albañilería con unidades de arcilla solida (incluye tarrajeo)	19 Kg/m ² /cm de espesor
Albañilería con unidades de arcilla hueco (incluye tarrajeo)	14 Kg/m ² /cm de espesor
Concreto armado	2400 Kg/m ²
Concreto simple	2200 Kg/m ²
Concreto ciclopeo	2200 Kg/m ²
Piso terminado	100 Kg/m ²

Tabla 07: Carga muerta.

Fuente: Ingeniería Sismorresistentes, Cutimbo Choque, (2016).

Así mismo en su libro de Ingeniería sismorresistente, Cutimbo nos dice “que normalmente los techos que se emplean son del tipo de losas aligeradas con viguetas de 10 cm de ancho a 40 cm entre ejes”. (ver tabla 08), (Cutimbo Choque, 2016: 77).

Espesor en (m)	Espesor de losa superior en (m)	Peso propio (kg/m²)
0.17	0.05	280
0.20	0.05	300
0.25	0.05	350
0.25	0.05	420
0.30	0.05	475

Tabla 08: Peso propio según el espesor.

Fuente: Ingeniería Sismorresistentes, Cutimbo Choque, (2016).

Aulas	300 kg/m ²
Talleres de centros de Educación	350 kg/m ²
Auditorios	300 kg/m ²
Corredores en centros de Educación	400 kg/m ²
Oficinas	250 kg/m ²
Viviendas	200 kg/m ²
Escaleras (de acuerdo al uso de la edificación)	200 @ 500 kg/m ²
Azoteas	100 kg/m ²
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Para los techos con una inclinación hasta 3° ➤ Para techos con inclinación mayor a 3° ➤ Por cada grado de pendiente por encima de 3° se reduce en 5 kg/m² hasta un mínimo de ➤ Para techos curvos ➤ Para techos con coberturas livianas de asbesto-cemento, calamina, fibrocemento o tela y para toldos y doseles. 	<p>100 kg/m²</p> <p>50 kg/m²</p> <p>50 kg/m²</p> <p>30 kg/m²</p>

Tabla 9: Carga viva o sobrecarga.

Fuente: Ingeniería Sismorresistentes, Cutimbo Choque, (2016).

Carga viva o sobrecarga: En su libro Ingeniería sismorresistente, Cutimbo argumenta que “son cargas gravitacionales de carácter movable, que podrían actuar en forma esporádica sobre los ambientes del edificio. Entre estas solicitaciones se tiene: al peso de los ocupantes, muebles, nieve, agua, equipos removibles, puente grúa, etc. Es el peso de todos los ocupantes, materiales, equipos, construcciones y otros elementos soportados por el edificio que probablemente pueden cambiar de ubicación o ser reubicados durante la vida útil del edificio”. (ver tabla 09), (Cutimbo Choque, 2016: 78).

2.2.2. Cimentación Superficial.

Según Braja, (2012) manifiesta que “el diseño de cimentaciones de estructuras como edificios, puentes y presas requiere por lo general de un conocimiento de factores como a) la carga que se transmitirá por la superestructura al sistema de cimentación, b) los requerimientos del reglamento de construcción local, c) el comportamiento y la deformabilidad relacionada con el esfuerzo de los suelos que soportarán el sistema de cimentación y d) las condiciones geológicas del suelo en consideración. Para un ingeniero de cimentaciones, los dos últimos factores son muy importantes ya que tienen que ver con la mecánica de suelos”. (p. 1).

Por otro lado Rodríguez Serquen, (2016) sostiene que “cuando se diseñan cimentaciones hay que tener en cuenta lo siguiente: tipo de suelo (cohesivo, granular, granular con finos, de alta o baja plasticidad), variación de estratos, consistencia (blanda, media, dura), las propiedades físicas y mecánicas (cohesión, ángulo de fricción interna, índice de compresión, módulo de elasticidad, coeficiente de balasto), ubicación del nivel freático, subpresión de agua, empuje de agua sobre la subestructura y superestructura, socavación, erosión eólica e hidráulica, empuje de suelo sobre la subestructura y superestructura, expansión del suelo, licuación del suelo, profundidad de cimentación, capacidad portante por resistencia, capacidad portante por asentamiento, esfuerzo neto, asentamientos diferenciales y totales, agentes agresivos (sales, cloruros, sulfatos), expansibilidad y fuerza expansiva del suelo, estabilidad del talud de la excavación, procedimiento de construcción, especificaciones

del Reglamento Nacional de Edificaciones, efecto de fenómenos naturales como inundaciones, sismos, etc”.(p. 61).

Se concluye que la cimentación superficial es uno de los métodos constructivos que existe, además dentro de la cimentación superficial encontramos que existen varios tipos de cimentación los cuales son: zapatas aisladas, zapatas conectadas, plateas o losas de cimentación. Sin embargo para realizar estos métodos constructivos debemos de tener en cuenta lo siguiente: la deformación del suelo, las variaciones del estrato, el nivel o la napa freática, etc. Todos estos métodos de construcción sirven para transmitir el peso de la edificación como por ejemplo: las cargas vivas, cargas muertas y cargas de sismo hacia la cimentación.

2.2.2.1. Capacidad de Carga.

La capacidad de carga cumple un rol importante en los cálculos de una edificación ya que esta cumple con la función de saber cuanto puede soportar la carga del edificio, citando a Braja, (2012) sostiene que “para que las cimentaciones superficiales tengan un desempeño satisfactorio deben tener dos características principales:

1. Tienen que ser seguras contra la falla general por corte del suelo que las soporta.
2. No pueden experimentar un desplazamiento, o un asentamiento excesivo.

La carga por área unitaria de la cimentación a la que ocurre la falla por corte en un suelo se denomina capacidad de carga última”. (ver figura 22) (p.133).

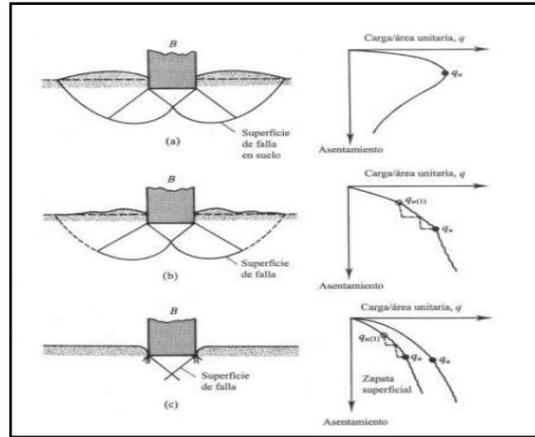


Figura 22: Modelos de Rotura de Suelos.

Fuente: Fundamentos de ingeniería de cimentaciones, Braja, (2012)

Por otro lado citando a, Ayuso Muñoz, Caballero Repullo, López Aguilar, Jiménez Romero, & Agrela Sainz, (2010) manifiesta que “Cuando una carga, tal y como la que produce una cimentación, se coloca sobre un suelo, este se deforma y la cimentación experimenta asientos. Si se sigue aumentando la carga, aumentarán los asientos y llegar un momento en el que se produzca la falla o rotura del terreno que soporta la cimentación”. (p. 285).

2.2.2.2. Asentamiento permisible.

Los asentamientos pueden ocurrir por el lugar donde se va ejecutar la edificación tiene una baja capacidad portante, no se realizo con una cimentación correspondiente ó porque la cimentación no soporta el peso de la edificación, citando a Braja, (2012) manifiesta que “el asentamiento de una cimentación se puede dividir en dos categorías principales: a) asentamiento elástico, o inmediato y b) asentamiento por consolidación. El asentamiento inmediato, o elástico, de una cimentación tiene lugar durante o inmediatamente después de la construcción de la estructura. El asentamiento por consolidación ocurre al paso del tiempo. El asentamiento total de una cimentación es la suma del asentamiento elástico y del asentamiento por consolidación”. (p. 223).

Por otro lado citando a, Ayuso Muñoz, Caballero Repullo, López Aguilar, Jiménez Romero, & Agrela Sainz, (2010) sustenta que “el suelo es un material compresible, por lo que al aplicarle una carga extrema se deforma. De estas deformaciones las mas importantes son las verticales ya que producen desplazamiento, que se conocen con el nombre de asientos. En este caso, no se producen grietas, ahora bien, si los asientos de los diferentes elementos de la cimentación son distintos, se habla entonces de asientos diferenciales que dan lugar a sollicitaciones adicionales en los distintos elementos de la estructura que pueden producir grietas que a su vez pueden llegar a originar la falla de la estructura.(...) Los fenómenos que originan la aparición de asientos son muy diversos y entre ellos se puede citar:

- La compresibilidad del terreno sometido a las cargas aplicadas por la estructura. Para conseguir que los asientos sean lo mas uniformes posibles, se debe procurar que las tensiones que transmitan al terreno todos los elementos de cimentación no difieran en mas de un 20%.
- Un descenso de la capa freática, da lugar a que el suelo pase a estar subsaturado, lo que aumenta la tension efectiva que soportan las particulas solidas que produce una demormacion mayor.
- Retracción de suelos cohesivos por desecación mayor. Variaciones espaciales de las propiedades del terreno, dan lugar a la formación de asientos diferenciales que son los mas peligrosos. (p.305).

2.2.2.3. Asentamiento elástico.

2.2.2.3.1. Asentamiento de suelo arenoso: uso del factor de influencia de la deformación unitaria.

En su libro de Fundamentos de ingeniería de cimentaciones, Braja, (2012) sostiene que “el asentamiento de suelos granulares tambien se puede evaluar utilizando el factor de influencia de la deformación unitaria semiempírico propuesto por Schmertmann y colaboradores (1978)” (Braja, 2012:258).

Asimismo Braja, 2012 manifiesta que “la variación recomendada del factor de influencia de la deformación unitaria I_z para cimentaciones cuadradas ($L/B = 1$)”. (p. 258).

2.2.2.4. Losas de cimentación.

Las losas de cimentación son para dar una mayor seguridad al soportar cargas de un edificio o también ser utilizados en suelos blandos, citando a Braja, (2012) sostiene que “en condiciones normales, las zapatas cuadradas y rectangulares son económicas para soportar columnas y muros. Sin embargo, en ciertas circunstancias, puede ser deseable construir una zapata que soporte una línea de dos o más columnas. Cuando más de una línea de columnas soporta una losa de concreto, se denomina losa de cimentación. En general, las zapatas combinadas se pueden clasificar en las categorías siguientes.

- a) Zapata rectangular corrida.
- b) Zapata trapezoidal corrida.
- c) Zapata arriostrada”. (p. 291).

Asimismo Braja, (2012) sostiene que “las losas de cimentación en general se utilizan en un suelo que tiene una capacidad de carga baja. (ver figura 23), se da un panorama breve de los principios de las zapatas combinadas, seguido de un análisis más detallado sobre losas de cimentación”. (p. 291).

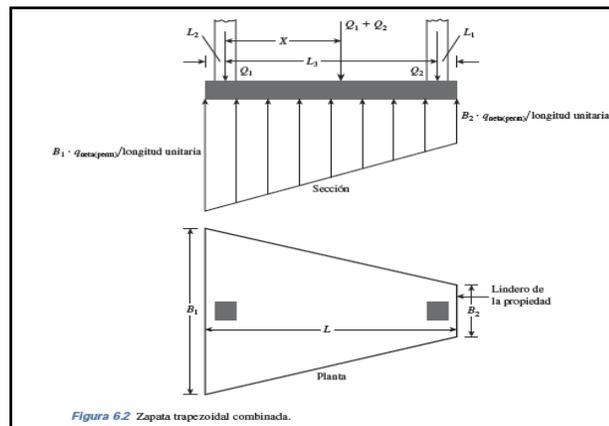


Figura 23: Zapata trapezoidal combinada.

Fuente: Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones, Braja, (2012).

Por otro lado citando a, Ayuso Muñoz, Caballero Repullo, López Aguilar, Jiménez Romero, & Agrela Sainz, (2010) manifiesta que “esta solución debe preferirse a la de zapatas aisladas, cuando el suelo tenga una capacidad de carga muy baja, entre 50 y 100 KN/m², o bien cuando se prevea la aparición de asientos diferenciales considerables por ser el terreno heterogéneo. En estas situaciones la losa, al repartir mejor las tensiones sobre el terreno de cimentación disminuye los asientos producidos y minimiza la importancia de un defecto del terreno. Asimismo, la solución de losa suele resultar mas economica que la zapata aisladas, cuando esta ultima solución llega a cubrir mas de la mitad de la superficie del edificio”. (p. 405).

2.2.2.4.1. Tipos de losas de cimentación.

En su libro de Fundamentos de ingeniería de cimentaciones, Braja M. Das, (2012) menciona que la losa de cimentación, a la que en ocasiones se le refiere como placa de cimentación, es una zapata combinada que puede cubrir toda el área debajo de una estructura que soporta varias columnas y muros. Las losas de cimentación se prefieren en ocasiones para suelos que tienen capacidades de soporte de carga bajas, pero que tendrán que soportar cargas altas de las columnas o muros. En algunas circunstancias, las zapatas ensanchadas tendrán que cubrir más de la mitad del área de un edificio y las losas de cimentación podrían ser más económicas. En la actualidad se utilizan varios tipos de losas de cimentación. Algunas de las más comunes se muestran esquemáticamente (ver figura 24), entre las que se incluyen:

1. De placa plana (ver figura 24.a). La losa es de espesor uniforme.
2. De placa plana con mayor espesor bajo las columnas (ver figura 24.b).
3. De vigas y losa (ver figura 24c). Las vigas corren en ambas direcciones y las columnas se ubican en la intersección de las vigas.
4. De placas planas con pedestales (ver figura 24.d). Losa con muros de sótano como parte de la placa (ver figura 24.e). Las paredes actúan como refuerzo de la losa”. (Braja, 2012: 294,295).

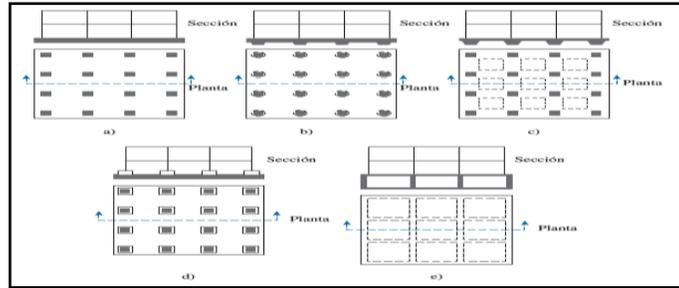


Figura 24: Tipos comunes de losas de cimentación.

Fuente: Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones, Braja, (2012).

Por otro lado, citando a Ayuso Muñoz, Caballero Repullo, López Aguilar, Jiménez Romero, & Agrela Sainz, (2010) sostiene que “los tipos de losas mas frecuentes se recogen (ver figura 25).

- A. Losas de espesor constante: Tienen la ventaja de ser mas sencilla de construir y de no necesitar encofrados, generalmente son las más usadas aunque necesitan un mayor volumen de hormigón.
- B. Losas con capiteles: En este tipo se aumenta el espesor de la losa bajo los soportes. Los capiteles pueden ser superiores o inferiores.
- C. Losa nervadas: Con nervios principales bajo los soportes y obras secundarias. También los nervios pueden ser superiores o inferiores.
- D. Losa aligerada: Evolución de la anterior, en la que se utilizan piezas huecas de hormigón u otro material de encofrado interior perdido”. (p.405-406).

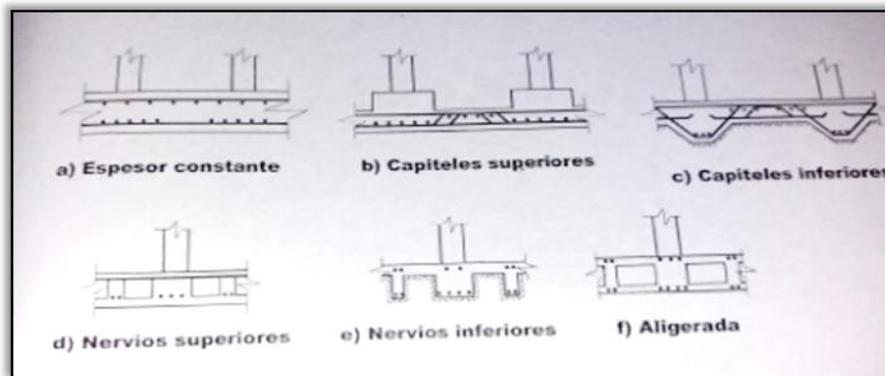


Figura 25: Tipos de losas de cimentación.

Fuente: Cimentaciones y Estructuras de Contención de Tierras.

2.2.2.4.2. Capacidad de carga.

En su libro de Fundamentos de ingeniería de cimentaciones, Braja, (2012) manifiesta que “la capacidad de carga ultima de una losa de cimentación se puede determinar mediante la misma ecuación utilizada para cimentaciones superficiales”.(Braja, 2012: 296)

Asimismo Braja, (2012) sostiene que “para calcular la capacidad de carga permisible neta se debe emplear un factor de seguridad apropiado. Para losas sobre arcillas, el factor de seguridad no debe ser menor que 3 bajo carga muerta o carga viva máxima. Sin embargo, ante las condiciones más extremas, el factor de seguridad debe ser al menos 1.5 a 2. Para losas construidas sobre arena, normalmente se debe emplear un factor de seguridad de 3. En la mayoría de las condiciones de trabajo, el factor de seguridad contra la falla de capacidad de carga de losas arenas es muy grande”. (p. 296).

2.2.2.4.3. Diseño estructural.

En su libro de Fundamentos de ingeniería de cimentaciones, Braja, (2012) manifiesta que “El diseño estructural de una losa de cimentación se efectúa mediante dos métodos convencionales: el método rígido convencional y el método flexible aproximado. También se pueden utilizar los métodos de la diferencia finita y del elemento finito, pero en esta sección sólo se analizan los conceptos básicos de los primeros dos métodos de diseño”. (Braja, 2012: 304).

✓ Método rígido convencional.

El método rígido convencional de diseño de losas de cimentación se puede explicar paso a paso con referencia (ver figura 26).

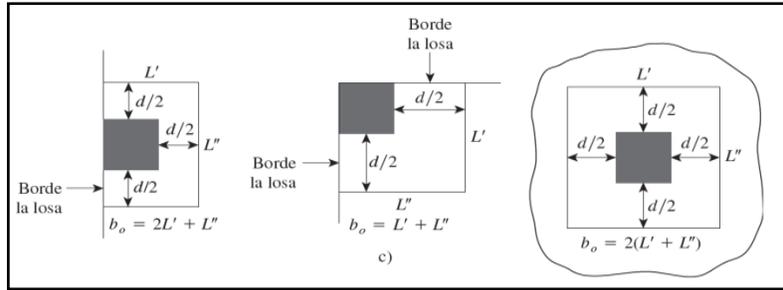


Figura 26: Diseño rígido convencional de una losa de cimentación.
Fuente: Fundamentos de Ingeniería de cimentaciones, Braja, (2012).

✓ **Método flexible aproximado.**

En el método de diseño rígido convencional, la losa se supone que es infinitamente rígida. Además, la presión en el suelo está distribuida en una línea recta y el centroide de la presión en el suelo coincide con la línea de acción de las cargas resultantes de las columnas. (ver figura 27). Para comprender los conceptos fundamentales detrás del diseño de cimentaciones flexibles, considere una viga de ancho B_1 con la longitud infinita.

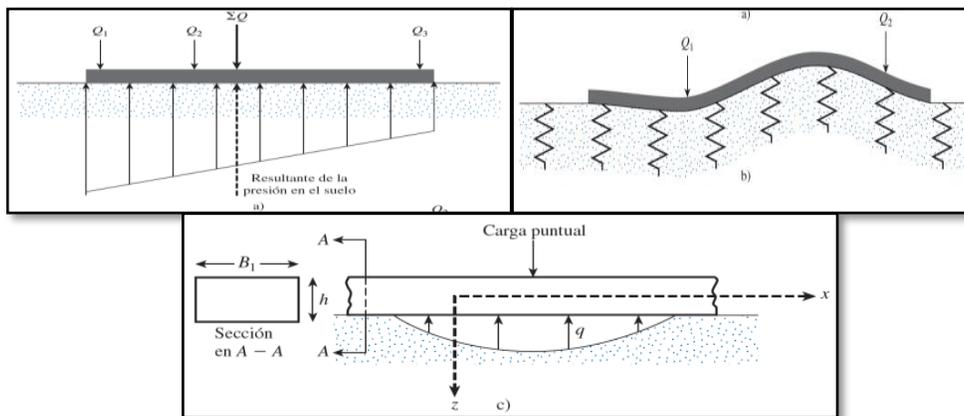


Figura 27: a) Principios de diseño mediante el método rígido convencional; b) principios del método flexible; c) deducción de la ecuación para vigas sobre una cimentación elástica.
Fuente: Fundamentos de Ingeniería de cimentaciones, Braja, (2012).

2.3. Definición de términos básicos.

Ductilidad: Capacidad de deformación una vez rebosado el límite de proporcionalidad. En ingeniería sísmica capacidad que posee los componentes de un sistema estructural de hacer incursiones alternadas en el dominio inelástico sin pérdida apreciable de su capacidad resistente. (Peña P, 2011, p. 12).

Pórticos: Por lo menos el 80% de la fuerza cortante en la base actúa sobre las columnas de los pórticos. En caso se tengas muros estructurales, éstos se diseñan para resistir una fracción de la acción sísmica total de acuerdo con su rigidez (Ministerio de Vivienda, 2017, p 17).

Muros estructurales: Sistema en el que la resistencia sísmica está dada predominante por muros estructurales sobre los que actúa por lo menos el 70% de la fuerza cortante en la base (Ministerio de Vivienda, 2017, p. 17).

Suelos arenosos: O en algunos otros donde los primeros 15 cm de agua se filtran en menos de 30 minutos después del periodo nocturno de expansión, el intervalo de tiempo entre mediciones debe ser de 10 minutos y la duración de la prueba una hora. (Ministerio de vivienda c. y., 2006, p. 388).

Carga: Fuerza u otras acciones que resulten del peso de los materiales de construcción, ocupantes y sus pertenencias, efecto del medio ambiente, movimientos diferenciales y cambios dimensionales restringidos. (Ministerio de vivienda c. y., 2006, p. 201).

Carga Muerta: Es el peso de los materiales, dispositivos de servicio, equipos, tabiques y otros elementos soportados por la edificación, incluyendo su peso propio, que sean permanentes o con una variación de su magnitud, pequeña en el tiempo. (Ministerio de vivienda c. y., 2006, p. 201).

Carga Viva: Es el peso de todos los ocupantes, materiales, equipos, muebles y otros elementos movibles soportados por la edificación. (Ministerio de vivienda c. y., 2006, p. 201).

Cangrejeras: Espacios vacíos o de aire que se producen en los elementos de concreto por deficiencia o por exceso de vibrado. (Peña P, 2011, p. 7).

Esbeltez de una Edificación: Cociente de dividir su altura entre su menor dimensión en planta. (Peña P, 2011, p 13).

Grieta: Aparecen en el hormigón debido a las contracciones irregulares. (Peña P, 2011, p. 16).

Junta de Construcción: Junta rígida, inamovible, que establece entre dos partes. (Peña P, 2011, p. 17).

Junta de Dilatación: Se utiliza para evitar el agrietamiento debido a cambios dimensionales térmicos en el concreto. (Peña P, 2011, p. 17).

Nivel Freático: Altura donde se encuentra una capa de agua subterránea. (Peña P, 2011, p. 20).

Superestructura: Parte de una construcción que está por encima del nivel del suelo. (Peña P, 2011, p. 27).

Vida Útil: Duración económica probable de una edificación. (Peña P, 2011, p. 30).

III. MÉTODOS Y MATERIALES

3.1. Hipótesis de la investigación.

3.1.1. Hipótesis general.

El diseño sismorresistente de una vivienda multifamiliar de concreto armado incide en cimentación superficial, en suelos arenosos-Huacho-Lima-2018.

3.1.2. Hipótesis específicas.

H₁. Los asentamientos inciden en el diseño sismorresistente de una vivienda multifamiliar de concreto armado con cimentación superficial, en suelos arenosos-Huacho-Lima-2018.

H₂. El metrado de carga incide en el diseño sismorresistente de una vivienda multifamiliar de concreto armado con cimentación superficial, en suelos arenosos-Huacho-Lima-2018.

H₃. La capacidad de carga incide en el diseño sismorresistente de una vivienda multifamiliar de concreto armado con cimentación superficial, en suelos arenosos-Huacho-Lima-2018.

3.2. Variables de estudio.

3.2.1. Definición conceptual.

Variable independiente:

A) Diseño Sismorresistente. - Según Cutimbo Choque, (2016) “Los criterios de diseño sismorresistente que usualmente van desarrolladas en las normas de

diseño están orientados a seguir una filosofía de diseño. Este define cual es el comportamiento deseado. La gran mayoría de normas del mundo coinciden en que los objetivos generales de la construcción sismorresistente deben seguir los siguientes principios:

- ✓ Prevenir daños no estructurales para temblores o terremotos pequeños, que puedan ocurrir frecuentemente durante la vida útil (de servicio) de una estructura.
- ✓ Prevenir daños estructurales y hacer que los no estructurales sean mínimos, para terremotos moderados que pueden ocurrir de vez en cuando. (usualmente se señala expresamente que la estructura sufriría varios de estos).
- ✓ Evitar el colapso o daños graves en terrenos intensos y larga duración que pueda ocurrir raras veces. (usualmente no durante la vida útil de la estructura).” (p.13).

Variable dependiente:

B) Cimentación superficial. Según Braja M. Das, (2012) “El diseño de cimentaciones de estructuras como edificios, puentes y presas requiere por lo general de un conocimiento de factores como: a) la carga que se transmitirá por la superestructura al sistema de cimentación, b) los requerimientos del reglamento de construcción local, c) el comportamiento y la deformabilidad relacionada con el esfuerzo de los suelos que soportarán el sistema de cimentación y d) las condiciones geológicas del suelo en consideración. Para un ingeniero de cimentaciones, los dos últimos factores son muy importantes ya que tienen que ver con la mecánica de suelos.” (p.1).

3.2.2. Operacionalización de Variables.

Matriz de operacionalización de variables

Diseño Sismorresistente de una Vivienda Multifamiliar de Concreto Armado y su Incidencia en Cimentación Superficial, en Suelos Arenosos-Huacho-Lima-2018.

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES	ITEMS	ESCALA DE MEDICIÓN
I: DISEÑO SISMORRESISTENTE	I.1 METRADO DE CARGAS	I.1.1 Columnas	ton	Razón
		I.1.2 Vigas	ton	Razón
		I.1.3 Placas	ton	Razón
		I.1.4 Losas	ton	Razón
D: CIMENTACION SUPERFICIAL	D.1 CAPACIDAD DE CARGA	D.1.1 Presiones actuantes D+L	tonf/cm ²	Razón
		D.1.2 Presiones actuantes D+L+0.7SX	tonf/cm ²	Razón
		D.1.3 Presiones actuantes D+L+0.7SY	tonf/cm ²	Razón
	D.2 ASENTAMIENTO PERMISIBLE	D.2.1 Asentamiento elástico	cm	Razón

Tabla 10: Operacionalización de variable.

Fuente: Elaboración propia del autor.

3.3. Diseño de la investigación.

3.3.1. Tipo y nivel de la investigación.

La presente investigación tiene por objetivo demostrar que el diseño sismorresistente de una vivienda multifamiliar de concreto armado y su incidencia en cimentación superficial, en suelos arenosos-Huacho-Lima-2018. Determine la causa y el efecto de dicha relación, para ello se está utilizando el tipo de investigación **explicativo**. Tal como lo afirma Borja Suarez, (2012) “los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre variables. Buscan las causas que originan ciertos fenómenos físicos o sociales. Su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se da éste, o porqué se relaciona entre dos o más variables.” (p. 14).

3.3.2. Investigación tecnológica.

Según Borja Suarez, (2012) nos dice “que tiene como objetivo la solución de problemas prácticos, lo cual implica la intervención o transformación de la propia realidad, que se manifiesta en el diseño de nuevos productos, nuevos procedimientos, nuevos métodos, etc.” (p. 11).

3.3.3. Método de Investigación.

Cuantitativo Según Borja Suarez, (2012) sostiene que “una forma confiable para conocer la realidad es a través de la recolección y análisis de datos, con lo que se podría contestar las preguntas de la investigación y probar las hipótesis. Este tipo de investigación confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente en el uso de la estadística para establecer con exactitud padrones de comportamiento en una población.” (p. 11-12).

3.3.4. Diseño de investigación

Tal como lo afirma Borja Suarez, (2012) sostiene que “Los diseños no experimentales se basan en la obtención de información sin manipular los valores de la variable, es decir tal y como se manifiestan las variables en la realidad.” (p. 29).

3.4. Población y muestra de estudio.

3.4.1. Población.

Según Borja Suarez, (2012) nos define “desde un punto de vista estadístico, se denomina población o universo al conjunto de elementos o sujetos que serán motivo de estudio. Si queremos estudiar, por ejemplo, el coeficiente de inteligencia de estudiante universitario en el Perú, el universo serán todos los estudiantes universitarios a nivel Nacional. Si quisiéramos estudiar los problemas estructurales será todas las viviendas ubicadas en esta ciudad.” (p.30).

La investigación se trabajó con todos los modelos de vivienda multifamiliar de concreto armado existente, en suelos arenosos. Los profesionales involucrados en el proceso, el ingeniero civil por el análisis y cálculo determinado de la estructura, además por la elaboración de los planos detallados y especificado, 1 responsable para el cronograma y presupuesto de obra, 4 personas responsables en obra para la correcta ejecución y 1 ingeniero supervisor y residente.

3.4.2. Muestra.

Como la población estaba comprendida por un bajo número de viviendas de concreto armado, lo cual se traduce en accesibilidad para recabar la información, no estimo la necesidad de realizar ninguna técnica de muestreo.

Se tomará una muestra en la cual: $M= O(x, y)$

Dónde:

M = Muestra del Estudio.

O = Constituye la mediación observación de la muestra del estudio.

X = Cimentación Superficial.

Y = Diseño Sismorresistente.

En esta investigación la muestra del estudio está conformado por 5 pisos más azotea, de la vivienda multifamiliar de concreto armado ubicado en la ciudad de Lima en Huacho, en el cual se realizó el cálculo de capacidad actuante, asentamiento y metrados de cargas.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

3.5.1. Técnicas de recolección de datos.

Según Borja Suarez, (2012) “El instrumento de recolección de datos, el mismo que no son excluyentes y muy por el contrario son complementarias. Las principales técnicas son las siguientes: observación, la entrevista, le encuesta y las pruebas estandarizadas.” (p.33).

En esta investigación la técnica que se utilizo fue la observación. Orientada a la obtención de información para la capacidad actuante, asentamiento y metrados de cargas reportadas en las hojas de cálculo.

3.5.2. Instrumentos de recolección de datos.

Para la presente investigación se utilizará el instrumento de ficha de observación Borja Suarez, (2012) manifiesta que “para los proyectos de investigación en ingeniería, todos los datos observados se deben plasmar en formatos adecuados de recolección de información.” Para este caso se utilizará el diseño sismorresistente de una vivienda multifamiliar de concreto armado con el objetivo de obtener un diseño en presencia de cimentaciones superficiales, en suelos arenosos.

Los instrumentos para la recolección de datos durante la investigación fueron los siguientes:

Planos de Estructuras. Donde se encuentran todos los elementos estructurales de la vivienda multifamiliar de concreto armado, lo cual permitió el desarrollo del metrado de cargas.

Hoja de cálculo de Capacidad actuante, donde se utiliza los datos obtenidos por el programa etabs de la capacidad de la vivienda multifamiliar de 5 pisos más azotea en sus 4 esquinas y así obtener el asentamiento.

3.6. Validación y confiabilidad del instrumento.

3.6.1. Validez del Instrumento.

Mgtr. Ing. Chang Heredia Miguel Angel	Experto Temático
Mgtr. Ing. Christian Ovalle Paulino	Experto Metodólogo

Tabla 11: Validez del instrumento.

Fuente: Elaboración propia del autor

➤ Mgtr. Ing. Chang Heredia Miguel Ángel: Nos orientó en dar forma al título de la tesis, también en la matriz de consistencia entrelazar los problemas específicos, objetivos específicos e hipótesis.

➤ Mgtr. Ing. Christian Ovalle Paulino: Nos orientó en el capítulo I en la justificación y capítulo III en el diseño la investigación.

3.7. Métodos de análisis de datos.

Para el proceso analítico de los datos por las fichas de registro sobre los factores que limitan el oportuno diseño de una edificación en cimentaciones superficiales, las cuales se realizaron de acuerdo a la muestra, los resultados fueron tabulados en el programa Microsoft Office Excel 2013.

Se realizará un análisis estadístico con el apoyo del software spss con el cual se realizará el procesamiento y análisis de datos para la evaluación de comportamientos de las medidas como son la media y la desviación estándar a por lo que permitió la contrastación de las hipótesis.

Se utilizó los siguientes estadígrafos.

-La estadística Descriptiva: Media, mediana, moda y media aritmética.

-Los análisis se realizaron con un nivel de significancia estadística del 95%.

3.8. Aspectos Deontológicos.

Como profesional en servicio a la sociedad y a mi país los trabajos de diseño sismorresistente deberán servir primordialmente a la sociedad.

La investigación en ingeniería civil, tiene que mejorar el nivel de vida de la sociedad, evitará lesionar el buen nombre y el prestigio profesional de sus colegas, clientes y trabajadores.

Es por esta razón que se siguieron las normas éticas al realizar esta investigación no experimental bajo las directrices en cuanto a normas para la elaboración de esta investigación.

IV. RESULTADOS.

4.1. Resultados de Diseño sismorresistente de una vivienda multifamiliar y su incidencia en cimentación superficial.

4.1.1. Cálculo de asentamiento.

Se realiza el cálculo de los asentamientos de la edificación en sus cuatro extremos, de esta manera se observa las variaciones que existen.

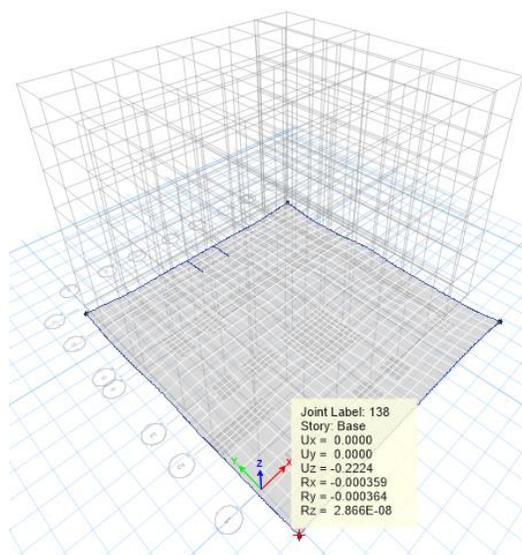


Figura 28: Cálculo de asentamiento.

Fuente: Elaboración propia.

CALCULO DE ASENTAMIENTO					
VIVIENDA MULTIFAMILIAR	ESQUINA 1	ESQUINA 2	ESQUINA 3	ESQUINA 4	ASENTAMIENTO DEL EMS <math><1''=2.54\text{cm}</math>
	0.2224	0.2702	0.2634	0.2573	2.54 cm
En conclusion: Los Asentamiento obtenidos en el programa Etabs son menores a los resultados obtenidos en el EMS, SI CUMPLE					

Tabla 12: Cálculo de asentamiento.

Fuente: Elaboración Propia.

4.1.2. Cálculo de metrado de cargas.

Se procede a realizar el cálculo de metrado por piso, para obtener el peso total de la edificación.

Metrado de Cargas

Cargas Muertas

1er hasta 4to Piso

Descripcion	Peralte	Base	Longitud	P.e	Cantidad	Peso Parcial
V101(.50X.20)	0.2	0.5	2.7	2.4	1	0.65
V101(.25X.50)	0.5	0.25	5.25	2.4	1	1.58
V102(.25X.50)	0.5	0.25	5.05	2.4	1	1.52
V102(.50X.20)	0.2	0.5	2.8	2.4	1	0.67
VB01 (.10X.20)	0.2	0.1	7.25	2.4	1	0.35
V103(.30X.50)	0.5	0.3	8	2.4	1	2.88
V104(.30X.50)	0.5	0.3	5.95	2.4	1	2.14
V105(.40X.20)	0.2	0.4	2.7	2.4	1	0.52
V105(.25X.50)	0.5	0.25	12.55	2.4	1	3.77
V106(.40X.20)	0.2	0.4	2.4	2.4	3	1.38
VA02 (.40X.20)	0.2	0.4	15.588	2.4	1	2.99
V107(.25X.50)	0.5	0.25	5.3	2.4	1	1.59
V107(.40X.20)	0.2	0.4	12.7	2.4	1	2.44
VA01 (.25X.50)	0.5	0.25	5.5	2.4	1	1.65
V108(.25X.50)	0.5	0.25	10.45	2.4	1	3.14
V109(.25X.50)	0.5	0.25	16	2.4	1	4.80
V110(.25X.50)	0.5	0.25	5.6	2.4	1	1.68
V111(.25X.50)	0.5	0.25	3.3	2.4	2	1.98
V112(.25X.50)	0.5	0.25	3.3	2.4	2	1.98
V113(.25X.50)	0.5	0.25	6.4	2.4	1	1.92
V114(.25X.50)	0.5	0.25	2.3	2.4	1	0.69
V115(.25X.50)	0.5	0.25	13.65	2.4	1	4.10
V116(.25X.50)	0.5	0.25	8.85	2.4	1	2.66
V117(.50X.20)	0.2	0.5	1	2.4	1	0.24
C01 (0.35x0.50)	0.35	0.5	2.6	2.4	3	3.28
C02 (0.25x0.40)	0.25	0.4	2.6	2.4	11	6.86
C03 (0.30x0.50)	0.3	0.5	2.6	2.4	1	0.94
C05 (0.25x0.60)	0.25	0.6	2.6	2.4	4	3.74
C08 (0.30x0.50)	0.3	0.5	2.6	2.4	1	0.94
PL 01	0.375	1	2.6	2.4	2	4.68
PL 02	0.615	1	2.6	2.4	1	3.84
PL 03	0.338	1	2.6	2.4	1	2.11
PL 04	1.84	1	2.6	2.4	1	11.48
PL 05	0.75	1	2.6	2.4	1	4.68
PL 06	1.445	1	2.6	2.4	1	9.02
PL 07	0.545	1	2.6	2.4	1	3.40
PL 08	0.672	1	2.6	2.4	2	8.39
PL 09	0.56	1	2.6	2.4	1	3.49
Losa aligerarada	1	1	205.87	0.3	1	61.761
Losa Maciza	1	1	10.86	2.4	1	26.064
Acabados	1	1	216.73	0.1	1	21.673
Tabique	1	1	433.46	0.1	1	43.346

TOTAL **266.98**

Cargas Viva

Descripcion	Base	Longitud	P.e e0.20	P.e e0.30	Cantidad	Peso Parcial
1er nivel	21	70	0.2	0.25	1	73.5

Carga total	340.48	CANTIDAD	4
			1361.9159

Tabla 13: Cálculo metrado de cargas de 1 er hasta 4to nivel.

Fuente: Elaboración Propia.

CÁLCULO DE METRADO DE CARGAS

Dirección:

VIVIENDA MULTIFAMILIAR-HUACHO

N° PISOS	CÁLCULO DE METRADO		PESO DE LA EDIFICACIÓN (D+L)	NORMA E-020 VER TABLA 1	E- 020 (6.3 TABIQUERÍA MOVIL)	E- 020 (ACABADOS)	E- 020 PESO ESPECÍFICO (CONCRETO)
	CARGA MUERTA (D)	CARGA VIVA (L)		VIVIENDA			
	Tn	Tn	Tn	Tn/m2	Tn/m2	Tn/m2	Tn/m2
6	157.80	9.576	167.38	0.20	0.1	0.1	2.4
5	241.05	63	304.05	0.20	0.1	0.1	2.4
4	266.98	73.5	340.48	0.20	0.1	0.1	2.4
3	266.98	73.5	340.48	0.20	0.1	0.1	2.4
2	266.98	73.5	340.48	0.20	0.1	0.1	2.4
1	266.98	73.5	340.48	0.20	0.1	0.1	2.4
PESO TOTAL (D+L)			1833.3686				
En conclusión: El Metrado De Cargas obtenido de la Edificación está en función a la Norma E-020, SI CUMPLE							

Tabla 14: Cálculo de metrado de cargas.

Fuente: Elaboración Propia.

Se procede a realizar el metrado de carga viva y muerta del primer piso, así como se observa en el cuadro correspondiente, de esta manera se realiza los siguientes metrados de carga para los pisos posteriores.

4.1.3. Cálculo de capacidad de carga

Se procede a realizar el cálculo de la capacidad de carga actuante correspondiente a la carga muerta (D) y a la carga viva (L), así como también para la carga de sismo tanto para los ejes X e Y.

ESQUINAS	CARGA ACTUANTE (D+L+0.7SX)	CARGA ADMISIBLE DEL EMS < 10 Tnf/cm2		CARGA ACTUANTE (D+L+0.7SY)	CARGA ADMISIBLE DEL EMS < 10 Tnf/cm2	
	Tonf/cm2	<	10	Tonf/cm2	<	10
1	3.278	<	10	2.912	<	10
2	4.383	<	10	3.808	<	10
3	4.963	<	10	3.407	<	10
4	4.49	<	10	3.398	<	10
En conclusion: Los datos obtenidos mediante el programa Etabs son menores a los resultados obtenido en el EMS, SI CUMPLE						

Tabla 15: Cálculo de carga actuante.

Fuente: Elaboración Propia.

4.1.4. Resultados de las variables independientes y dependiente

Resultados comparación de variables independiente y la variable dependiente.

CALCULO DE RESULTADOS				
Direccion:		VIVIENDA MULTIFAMILIAR-HUACHO		
ESQUINAS	CARGA ACTUANTE D+L+0.7SX	CARGA ACTUANTE D+L+0.7SY	ASENTAMIENTO CRITICO	PESO TOTAL DE LA EDIFICACIO
1	3.278	2.912	0.2224	1833.3686
2	4.383	3.808	0.2702	
3	4.963	3.407	0.2634	
4	4.49	3.398	0.2573	

Tabla 16: Cálculo de resultados de variables independiente y dependiente.
Fuente: Elaboración Propia.

4.1.5. Contratación de las hipótesis estadísticamente.

Hipótesis general:

Ho: El diseño sismorresistente de una vivienda multifamiliar de concreto armado no incide en cimentación superficial, en suelos arenosos-Huacho-Lima-2018.

Ha: El diseño sismorresistente de una vivienda multifamiliar de concreto armado incide en cimentación superficial, en suelos arenosos-Huacho-Lima-2018.

Planteamiento de Hipótesis para la comparación de la media:

$$\text{Ho : } u_1 = u_2$$

$$\text{Ha : } u_1 \neq u_2$$

Donde:

u_1 : Promedio de los factores determinantes en el diseño sismo resistente.

u_2 : Promedio de los factores determinantes en la cimentación superficial.

Estadístico de Contraste:

Para la contratación de hipótesis se aplicará el estadístico T de student debido a que la muestra está constituida por menos de 30 datos; comparando los promedios de los factores determinantes en el diseño sismorresistente con los promedios de los factores determinantes en la cimentación superficial; para ello se utilizará el

software estadístico SPSS versión 23.

Nivel de confiabilidad:

El nivel de confiabilidad es de 0.95

Nivel de alfa = 0.05

Cálculos:

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Alf.	t	gl	Alf. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Diseño sismorresistente - Cimentación superficial	Se asumen varianzas iguales	,011	,920	2,97	10	,014	109,51	36,776	27,567	191,45

Tabla 17: Cálculo de resultados de variables independiente y dependiente.
Fuente: Elaboracion Propia.

Interpretación:

En la tabla 17 se tiene que el valor de alfa es igual a 0.014 y es menor de 0.05, entonces acepto la hipótesis alterna y rechazo la hipótesis nula; demostrando que el diseño sismorresistente de una vivienda multifamiliar de concreto armado si incide en cimentación superficial, en suelos arenosos-Huacho-Lima-2018.

Hipótesis específica 1:

Ho: Los asentamientos no inciden en el diseño sismorresistente de una vivienda multifamiliar de concreto armado con cimentación superficial, en suelos arenosos-Huacho-Lima-2018.

Ha: Los asentamientos inciden en el diseño sismorresistente de una vivienda multifamiliar de concreto armado con cimentación superficial, en suelos arenosos-Huacho-Lima-2018.

Planteamiento de Hipótesis para la comparación de la media:

Ho : $u_1 = u_2$

Ha : $u_1 \neq u_2$

Donde:

u_1 : Promedio de los asentamientos determinados

u_2 : Valor de asentamiento según norma.

Estadístico de Contraste:

Para la contrastación de hipótesis se aplicará el estadístico T de student debido a que la muestra está constituida por menos de 30 datos; comparando los promedios de los asentamientos determinados para los pisos de la edificación frente al valor normativo; para ello se utilizará el software estadístico SPSS versión 23.

Nivel de confiabilidad:

El nivel de confiabilidad es de 0.95

Nivel de alfa = 0.05

Cálculos:

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Alf.	t	gl	Alf. (bilatera l)	Diferenc ia de medias	Diferenc ia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Los asentamien tos	Se asumen varianzas iguales	20,024	0,001	-57,0	10	0,000	-2,21	,038	-2,303	-2,1302

Tabla 18: Prueba de t de student para comparar medias de asentamientos.

Fuente: Datos obtenidos de la recolección de información.

Interpretación:

En la tabla 18 se tiene que el valor de alfa es igual a 0.000 y es menor de 0.05, entonces acepto la hipótesis alterna y rechazo la hipótesis nula; demostrando que los asentamientos si inciden en el diseño sismorresistente de una vivienda multifamiliar de concreto armado con cimentación superficial, en suelos arenosos-Huacho-Lima-2018.

Hipótesis específica 2:

Ho: El metrado de carga no incide en el diseño sismorresistente de una vivienda multifamiliar de concreto armado con cimentación superficial, en suelos arenosos-Huacho-Lima-2018.

Ha: El metrado de carga incide en el diseño sismorresistente de una vivienda multifamiliar de concreto armado con cimentación superficial, en suelos arenosos-Huacho-Lima-2018.

Planteamiento de Hipótesis para la comparación de la media:

Ho : $u_1 = u_2$

Ha : $u_1 \neq u_2$

Donde:

u_1 : Promedio de los metrados de carga determinados para los 5 pisos más azotea.

u_2 : Valor para determinar el metrado de carga según norma.

Estadístico de Contraste:

Para la contrastación de hipótesis se aplicará el estadístico T de student debido a que la muestra está constituida por menos de 30 datos; comparando los promedios de los metrados de carga para los pisos de la edificación frente al valor normativo; para ello se utilizará el software estadístico SPSS versión 23.

Nivel de confiabilidad:

El nivel de confiabilidad es de 0.95

Nivel de alfa = 0.05

Cálculos:

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas				prueba t para la igualdad de medias				
		F	Alf.	t	gl	Alf. (bilateral)	Diferencia de medias	error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Metrado de carga	Se asumen varianzas iguales	,031	,864	3,062	10	0,012	115,11	37,594	31,344	198,87

Tabla 19: Prueba de t de student para comparar medias de metrados de cargas.
Fuente: Datos obtenidos de la recolección de información.

Interpretación:

En la tabla 19 se tiene que el valor de alfa es igual a 0.012 y es menor de 0.05, entonces acepto la hipótesis alterna y rechazo la hipótesis nula; demostrando que el metrado de carga incide en el diseño sismorresistente de una vivienda multifamiliar de concreto armado con cimentación superficial, en suelos arenosos-Huacho-Lima-2018.

Hipótesis específica 3:

Ho: La capacidad de carga no incide en el diseño sismoresistente de una vivienda multifamiliar de concreto armado con cimentación superficial, en suelos arenosos-Huacho-Lima-2018.

Ha: La capacidad de carga incide en el diseño sismoresistente de una vivienda multifamiliar de concreto armado con cimentación superficial, en suelos arenosos-Huacho-Lima-2018

Planteamiento de Hipótesis para la comparación de la media:

$$\mathbf{Ho} : u_1 = u_2$$

$$\mathbf{Ha} : u_1 \neq u_2$$

Donde:

u_1 : Promedio de la capacidad de carga determinado para los 5 pisos más azotea.

u_2 : Valor de metrado de carga según norma.

Estadístico de Contraste:

Para la contrastación de hipótesis se aplicará el estadístico T de student debido a que la muestra está constituida por menos de 30 datos; comparando los promedios de la capacidad de carga para los pisos de la edificación frente al valor normativo; para ello se utilizará el software estadístico SPSS versión 23.

Nivel de confiabilidad:

El nivel de confiabilidad es de 0.95

Nivel de alfa = 0.05

Cálculos:

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Alf.	t	gl	Alf. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Carga actuante	Se asumen varianzas iguales	20,750	,001	-4,69	10	0,001	-3,61000	,76887	-5,32316	-1,89684
Carga actuante eje Y	Se asumen varianzas iguales	20,374	,001	-8,71	10	0,000	-6,90500	,79271	-8,67126	-5,13874
Carga actuante eje X	Se asumen varianzas iguales	17,233	,002	-12,30	10	0,000	-7,48000	,60787	-8,83441	-6,12559

Tabla 20: Prueba de t de student para comparar medias de cargas actuantes.
Fuente: Datos obtenidos de la recolección de información.

Interpretación:

En la tabla 20 se tiene que el valor de alfa tanto para la carga actuante, como para la carga en los ejes x e y es igual a 0.001, 0.000 y 0.000 respectivamente, siendo todos menor de 0.05, entonces acepto la hipótesis alterna y rechazo la hipótesis nula; demostrando que la capacidad de carga si incide en el diseño sismoresistente de una vivienda multifamiliar de concreto armado con cimentación superficial, en suelos arenosos-Huacho-Lima-2018.

V. DISCUSIÓN

5.1. Análisis de discusión de resultados.

Los resultados de la tesis IMPLEMENTACIÓN DE PROGRAMAS COMPUTACIONALES PARA EL CÁLCULO Y DISEÑO DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES APLICACIÓN AL CÁLCULO DE EDIFICIOS, QUITO-ECUADOR. Se logró un análisis y diseño de Cimentaciones Superficiales Aplicado al Cálculo de Edificios, mediante la utilización de instrumentos conceptuales y metodológicos y ejecución del programa etabs a fin de mejorar la capacidad técnica del futuro Ingeniero Civil. Se utiliza losa de cimentación cuando cumple el 50% del área total de la edificación, donde los resultados son favorables la presión admisible 25 Ton/m².

Los resultados de la tesis ANÁLISIS GEOTÉCNICO Y PROPUESTA DE CIMENTACIONES SOBRE RELLENOS EN LA ZONA NOR – OESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA-PERU. Las viviendas construidas en las urbanizaciones residencial Villa Medica, se efectúa sobre terrenos, que tienen carácter de humedades, que no son recomendables, por los suelos naturales que son de capacidad portante muy baja, el relleno no ha sido controlado, su capacidad de carga admisible de 0.12 Kg/cm² a 0.48 Kg/cm². Los efectos de análisis físico –químico del agua y del suelo natural donde se ha efectuado la cimentación con agentes agresivos que dañan la cimentación.

Los resultados de la tesis ESTUDIO Y ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES POR EFECTOS DE CONSOLIDACIÓN DEL SUELO DE FUNDACIÓN, SEGÚN LA METODOLOGÍA PROPUESTA POR LA NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN, AMBATO-ECUADOR. Conociendo la capacidad portante para cada perfil de suelo, que en todos los casos es mayor a la carga transmitida por la estructura hacia la cimentación suelo de fundación, el esfuerzo admisible de 7.5 Tn/m², si cumple este parámetro cumple con la demanda.

VI. CONCLUSIONES.

El análisis y diseño de una vivienda multifamiliar de concreto armado es importante, ya que en ella se verifica su rigidez, diafragma, centro de masa, etc. lo cual verifica si la estructura tiene traslación y rotación desfavorable. Se realizó el análisis de la losa de cimentación introducción el peso total, y obtenemos un análisis favorable.

Los suelos encontrados en Huacho tienen un asentamiento en toda su superficie de la platea de cimentación, los datos obtenidos por el software etabs en sus cuatro esquinas que es 0.2224, 0.2702, 0.2634 y 0.2573 cm que es menor a 2.5 cm respecto a la norma E.050 y los estudios de suelo, para lograr así una vivienda antisísmica. El estudio de Mecánica de Suelo proporciona 1.00 Kg/cm² mas el 30% establecido por el RNE (Ministerio de Vivienda) favorece el diseño sísmico resistente. Se considero en la cimentación platea de cimentación con espesor de 30cm y viga de borde de 80cm por 40 cm, lo cual su asentamiento es moderado.

Se calculó el peso de la edificación de todos los pisos, tanto como carga muerta y viva establecido por la norma E.020 y E.0.30 determinando el uso de la edificación, Peso específico del concreto, losa, tabique y azotea. El peso de la edificación es de 1833.3686 Ton, se realizó el metrado de carga manual y mediante en software etabs, donde su variación de peso es mínima.

La capacidad portante del suelo es de 1.0 Kg/cm² establecido por el EMS, es el esfuerzo máximo que puede ser aplicado por la vivienda multifamiliar de concreto armado. En la elaboración del proyecto obtenemos una capacidad de carga menor lo cual el análisis de la platea de cimentación es favorable. El suelo soporta una capacidad portante establecida sin causar asentamientos excesivos o peligro de falla por esfuerzo cortante.

VII. RECOMENDACIONES.

Realizar estudio de mecánica de suelo, en el lugar donde se ejecutará la vivienda, obteniendo los cálculos correspondientes de la capacidad portante, asentamientos. Los asentamientos tienen que ser menor de 2.5 cm y verificar hasta cuantos pisos se puede construir, por que a mayor piso tenemos mayor peso y el asentamiento aumenta. Realizando el estudio de suelo obtenemos el tipo de cimentación, el fondo de la cimentación (DF), tipo de cemento que van a utilizar ya que los tipos de suelo varían. Cada lugar tiene una capacidad de carga diferente y no podemos sobrepasar la carga admisible porque estaría fallando por punzonamiento y por corte.

Predimensionar los elementos estructurales, ya que es como un punto de partida para poder realizar el análisis de la edificación. Analizar la vivienda multifamiliar de concreto, verificando su distorsión por piso, periodo, etc. y teniendo un buen análisis, para así poder diseñar una vivienda antisísmica.

Realizar los metrados de carga de cada edificación, de todos los pisos, tanto como carga viva y carga muerta, implementando los pesos específicos establecidos por la norma dependiendo del uso y obteniendo los resultados multiplicado por los P.e (E.020 y E.030).

Diseñar cada elemento estructural como columna, viga, placa, losa aligerada, losa maciza y escalera, con el área requerido por cada elemento estructural.

En el proceso constructivo verificar por un ingeniero residente y supervisor, que se esté elaborando tal cual indican los planos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Ayuso Muñoz, j., Caballero Repullo, A., López Aguilar, M., Jiménez Romero, J. R., & Agrela Sainz, F. (2010). *Cimentaciones y Estructuras de Conteccción de Tierras*. Madrid, España: BELLISCO, Ediciones Técnicas y Científicas. Recuperado el 27 de Agosto de 2018
- Barnert Tapia, G. A. (2009). Tesis "Programa computacional, diseño estructural fundaciones superficiales FyD1.0, bajo plataforma mathcad", Universidad Austral de Chile. 274. Valdivia, Chile. Recuperado el 31 de Julio de 2018
- Berrocal Canchari, J. C. (2013). Tesis "Metodos analiticos y numericos aplicados al diseño de cimentaciones superficiales considerando su interaccion con el suelo", Universidad Nacional de Ingenieria. 195. Lima, Perú. Recuperado el 27 de Julio de 2018
- Blanco Blasco, A. (2011). *Estructuracion y Diseño de edificaciones de Concreto Armado*. LIMA, PERU: Lima: PRINTED IN PERU. Recuperado el 13 de Agosto de 2018
- Borja Suarez, M. (2012). *Metodología de la Investigación Científica para Ingenieros*. Chichayo, Lima. Recuperado el 2 de Setiembre de 2018
- Braja, M. (2012). *Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones* (Septima ed.). Mexico D.F, Mexico: Cengage Editores, S.A. de C.V. Recuperado el 27 de Agosto de 2018
- Brizuela Agüero, S. M. (2016). Tesis " Diseño de un programa computacional para el analisis probabilistico de cimentaciones superficiales y muros de retencion", Universidad de Costa Rica. 141. Costa Rica. Recuperado el 31 de Julio de 2018
- Chagoyen, E., Negrin, A., Cabrera, M., Lopez, L., & Padron, N. (2009). Diseño Optimo de Cimentaciones Superficiales Rectangulares. Formulación. *Revista de la Construccion*, 8(2), 12. Recuperado el 14 de Julio de 2018
- Cruz Barreto, I. A., & Dieguez Mendoza, V. S. (2015). Tesis "Análisis y diseño estructural en concreto armado para una vivienda multifamiliar aplicando la nueva norma de diseño sismorresistente en la urbanización soliluz", Universidad Privada Antenor Orrego. 112. Trujillo, Perú. Recuperado el 27 de Julio de 2018

- Gepp Estaire, J. (2004). Tesis "Comportamiento de cimentaciones superficiales sobre suelos granulares sometidas a sollicitaciones dinámicas", Universidad Politécnica de Madrid. 385. Madrid, España. Recuperado el 30 de Julio de 2018
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Batista Lucio, M. (2014). *Metodología de la Investigación* (sexta ed.). Mexico D.F, Mexico: INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE CV. Recuperado el 31 de Agosto de 2018
- Institute, A. C. (24 de Mayo de 2011). Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S - 11). *American Concrete Institute*, 548. Recuperado el 14 de Agosto de 2018, de www.concrete.org
- Luis, M. B., & H. Barbat, A. (2000). *Diseño Sismorresistente de Edificios*. Barcelona, España: Reverté, S.A. Recuperado el 02 de Agosto de 2018
- Medina Seminario, J. A. (2002). Tesis "Análisis comparativo de las teorías de capacidad portante por corte de cimentaciones superficiales", Universidad Nacional de Ingeniería. 531. Lima, Perú. Recuperado el 27 de Julio de 2018
- Merino Caballero, L. O., & Ruiz Vergara, G. E. (2015). Tesis "Diseño de cimentaciones superficiales isostáticas soportadas por programa de simulación computarizado", Universidad Privada Antenor Orrego. 371. Trujillo, Perú. Recuperado el 27 de Julio de 2018
- Ministerio de vivienda, c. y. (2006). *Norma E.020 Cargas*. Lima. Recuperado el 5 de Setiembre de 2018
- Ministerio de vivienda, C. y. (2009). *Norma E.060 Concreto Armado*. Lima, Lima, Peru: DIGIGRAF CORP. SA. Recuperado el 14 de Agosto de 2018
- Ministerio de Vivienda, C. y. (2017). *Norma E.030 Diseño Sismorresistente*. Lima: Sencico. Recuperado el 16 de Agosto de 2018
- Moya Andino, G. A. (2015). Tesis "Estudio y análisis del comportamiento estructural de cimentaciones superficiales por efecto de consolidación del suelo de fundación, según la metodología propuesta por la norma ecuatoriana de la construcción", Universidad Central del Ecuador. 357. Ambato, Ecuador. Recuperado el 31 de Julio de 2018

- Olmedo Cueva, J. P. (2013). Tesis "Implementacion de programas computacionales para el calculo y diseño de cimentaciones superficiales aplicacion al calculo de edificios", Universidad Central de Ecuador. 218. Quito, Ecuador. Recuperado el 30 de Julio de 2018
- Peña P, A. A. (2011). Glosario de Terminos. Venezuela. Recuperado el 5 de Setiembre de 2018
- Pineda Magino, E. R. (2017). Tesis "Diseño Estructural de viviendas sismo resistente en la ribera del rio rimac y en las laderas del cerro en el agustino", Universidad Cesar Vallejo. 119. Lima, Perú. Recuperado el 27 de Julio de 2018
- Rochel Awad, R. (2012). *Analisis y Diseño Sismico de Edificios* (Segunda ed.). Medellin, Colombia: Universidad EAFIT. Recuperado el 17 de Julio de 2018, de WWW.eafit.edu.co/fondoeditorial
- Rodriguez Serquen, W. (2016). *INGENIERIA GEOTECNIA*. Trujillo, Lambayeque, Lima: Universidad Pedro Ruiz Gallo. Recuperado el 12 de julio de 2018
- Villareal Castro, G. (2009). *Analisis Estructural*. Lima, Perú: Grafica Norte S.R.L. Recuperado el 2018
- Villareal Castro, G. (2013). *Ingenieria sismo-resistente practicas y examenes UPC*. Lima, Perú: Grafica Norte S.R.L. Recuperado el 02 de Agosto de 2018
- Villareal Castro, G. (2017). *Interaccion Sismico Suelo Estructura en Edificaciones con Platea de Cimentacion* (Primera ed., Vol. 1). Lima, Trujillo, Peru: Grafica Norte S.R.L. Recuperado el 14 de Julio de 2018
- Wakabayashi, M., & Martinez Romero, E. (1998). *Diseño de Estructuras Sismorresistentes*. (S. D. McGRAW-HILL/INTERAMERICANA DE MEXICO, Trad.) Mexico, Mexico: Miembro de la Camara Nacional de la Industria Editorial, Reg. num 1890. Recuperado el 02 de Agosto de 2018
- Wilber, C. C. (2016). *Ingeniería Sismorresistente*. Lima, Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú. Recuperado el 16 de Agosto de 2018

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de consistencia

Anexo 02: Matriz de operacionalización

Anexo 03: Instrumentos

Anexo 04: Validación de Instrumentos

Anexo 05: Matriz de Datos

Anexo 06: Propuesta de valor

Anexo 07: Estudio de Suelos

Anexo 08: Planos

Anexo 09: Autorización

ANEXO 01
MATRIZ DE CONSISTENCIA – PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
“DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE CONCRETO ARMADO Y SU INCIDENCIA EN CIMENTACIÓN SUPERFICIAL, EN SUELOS ARENOSOS-HUACHO-LIMA-2018”

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS PRINCIPAL	VARIABLES	DISEÑO METODOLÓGICO
¿Cómo demostrar que el diseño sismorresistente de una vivienda multifamiliar de concreto armado incide en una cimentación superficial, en suelos arenosos-Huacho-Lima-2018?	Demostrar que el diseño sismorresistente de una vivienda multifamiliar de concreto armado incide en una cimentación superficial, en suelos arenosos-Huacho-Lima-2018.	El diseño sismorresistente de una vivienda multifamiliar de concreto armado incide en cimentación superficial, en suelos arenosos- Huacho-Lima-2018.	Variable Independiente: Diseño sismorresistente. Según Cutimbo Choque, (2016) manifiesta que “los criterios de diseño sismorresistente que usualmente van desarrolladas en las normas de diseño están orientados a seguir una filosofía de diseño. Este define cual es el comportamiento deseado.” (p. 13). Variable Dependiente Cimentación superficial. Según Braja, (2012) manifiesta que “el diseño de cimentaciones de estructuras como edificios, puentes y presas requiere por lo general de un conocimiento de factores como a) la carga que se transmitirá por la superestructura al sistema de cimentación, b) los requerimientos del reglamento de construcción local, c) el comportamiento y la deformabilidad relacionada con el esfuerzo de los suelos que soportarán el sistema de cimentación y d) las condiciones geológicas del suelo en consideración.” (p. 1).	Tipo de investigación: Explicativo. Borja Suarez, (2012) Nos dice que “los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre variables. Buscan las causas que originan ciertos fenómenos físicos o sociales. Su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se da éste, o porque se relaciona entre dos o más variables.” (p. 14) Método de investigación: Cuantitativo Borja Suarez, (2012) Nos dice “Plantea que una forma confiable para conocer la realidad es a través de la recolección y análisis de datos, con lo que se podría contestar las preguntas de la investigación y probar las hipótesis. Este tipo de investigación confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente en el uso de la estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento en una población.” (p. 11) Diseño de la Investigación: No experimental Tal como lo afirma Borja Suarez, (2012) sostiene que “Los diseños No experimentales se basan en la obtención de información sin manipular los valores de la variable, es decir tal y como se manifiestan las variables en la realidad.” (p. 29)
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS		
1) ¿Cómo demostrar el asentamiento en el diseño sismorresistente de una vivienda multifamiliar de concreto armado y su incidencia en cimentación superficial, en suelos arenosos-Huacho-Lima-2018?	1. Demostrar el asentamiento en el diseño sismorresistente de una vivienda multifamiliar de concreto armado y su incidencia en cimentación superficial, en suelos arenosos-Huacho-Lima-2018.	1) Los asentamientos inciden en el diseño sismorresistente de una vivienda multifamiliar de concreto armado con cimentación superficial, en suelos arenosos-Huacho -Lima-2018.		
2) ¿Cómo determinar el metrado de cargas en el diseño sismorresistente de una vivienda multifamiliar de concreto armado y su incidencia en cimentación superficial, en suelos arenosos-Huacho-Lima-2018?	2. Determinar el metrado de carga en el diseño sismorresistente de una vivienda multifamiliar de concreto armado y su incidencia en cimentación superficial, en suelos arenosos- Huacho-Lima-2018.	2) El metrado de carga incide en el diseño sismorresistente de una vivienda multifamiliar de concreto armado con cimentación superficial, en suelos arenosos-Huacho-Lima-2018.		Área de estudio: Vivienda Multifamiliar. Población y Muestra Tal como lo afirma Borja Suarez, (2012) propone que “Desde un punto de vista estadístico, se denomina población o Universo al conjunto de elementos o sujetos que serán motivo de estudio.” (p. 30) Instrumentos: Ficha de Observación Para la presente investigación se utilizará el instrumento de ficha de observación Borja Suarez, (2012) Para los proyectos de investigación en ingeniería, todos los datos observados se deben plasmar en formatos adecuados de recolección de información. Para este caso se utilizará el diseño sismorresistente de una vivienda multifamiliar de concreto armado con el objetivo de obtener un diseño en presencia de cimentaciones superficiales, en suelos arenosos.
3) ¿Cómo verificar la capacidad de carga en el diseño sismorresistente de una vivienda multifamiliar de concreto armado y su incidencia en cimentación superficial, en suelos arenosos-Huacho-Lima-2018?	3. Verificar la capacidad de carga en el diseño sismorresistente de una vivienda multifamiliar de concreto armado y su incidencia en cimentación superficial, en suelos arenosos- Huacho-Lima-2018.	3) La capacidad de carga incide en el diseño sismorresistente de una vivienda multifamiliar de concreto armado con cimentación superficial, en suelos arenosos-Huacho-Lima-2018.		Valoración estadística Paquete estadístico Excel, mediante el programa de (Microsoft Excel) se utilizan para organizar datos y crear archivos electrónicos.

ANEXO 02
MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

Matriz de operacionalizacion de variables

Diseño Sismorresistente de una Vivienda Multifamiliar de Concreto Armado y su Incidencia en Cimentación Superficial, en Suelos Arenosos-Huacho-Lima-2018.

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES	ITEMS	ESCALA DE MEDICIÓN
I: DISEÑO SISMORRESISTENTE	I.1 METRADO DE CARGAS	I.1.1 Columnas	ton	Razón
		I.1.2 Vigas	ton	Razón
		I.1.3 Placas	ton	Razón
		I.1.4 Losas	ton	Razón
D: CIMENTACION SUPERFICIAL	D.1 CAPACIDAD DE CARGA	D.1.1 Presiones actuantes D+L	tonf/cm ²	Razón
		D.1.2 Presiones actuantes D+L+0.7SX	tonf/cm ²	Razón
		D.1.3 Presiones actuantes D+L+0.7SY	tonf/cm ²	Razón
	D.2 ASENTAMIENTO PERMISIBLE	D.2.1 Asentamiento elástico	cm	Razón

**ANEXO N° 03
INSTRUMENTO**

CALCULO DE ASENTAMIENTO					
VIVIENDA MULTIFAMILIAR	ESQUINA 1	ESQUINA 2	ESQUINA 3	ESQUINA 4	ASENTAMIENTO DEL EMS <1"=2.54cm
	0.2224	0.2702	0.2634	0.2573	2.54 cm
En conclusion: Los Asentamiento obtenidos en el programa Etabs son menores a los resultados obtenidos en el EMS, SI CUMPLE					

CALCULO DE CARGA ACTUANTE O PRESIONES EN LA CIMENTACION

ESQUINAS	CARGA ACTUANTE (D+L+0.7SX)	CARGA ADMISIBLE DEL EMS < 10 Tnf/cm2		CARGA ACTUANTE (D+L+0.7SY)	CARGA ADMISIBLE DEL EMS < 10 Tnf/cm2	
	Tonf/cm2	Tonf/cm2		Tonf/cm2	Tonf/cm2	
1	3.278	<	10	2.912	<	10
2	4.383	<	10	3.808	<	10
3	4.963	<	10	3.407	<	10
4	4.49	<	10	3.398	<	10
En conclusion: Los datos obtenidos mediante el programa Etabs son menores a los resultados obtenido en el EMS, SI CUMPLE						

ANEXO N° 04
VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

Observaciones (precisar si hay suficiencia): NO EXISTE

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir No aplicable

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg:

CHANG HEREDIA MIGUEL ANGEL

DNI: 18166174

Especialidad del validador: Mg. Ing. Civil.

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems


MIGUEL CHANG HEREDIA
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 86837

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Sí hay Suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/Mg:

Ovalle Paulino Christian

DNI: 40234321

Especialidad del validador: Asesor Metodólogo

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems


Mg. Ing. Christian Ovalle Paulino
CIP: 213853
ASESOR METODÓLOGO

Observaciones (precisar si hay suficiencia): No existe

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg:

Espinoza Poves Danny Josué

DNI : 40392390

Especialidad del validador : ingeniero civil

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

.....de.....del 20.....

²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

DANNY JOSUE
ESPINOZA POVES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 65152

Firma del Validador

**ANEXO N° 05
MATRIZ DE DATOS**

CALCULO DE RESULTADOS

Direccion:

VIVIENDA MULTIFAMILIAR-HUACHO

ESQUINAS	CARGA ACTUANTE D+L+0.7SX	CARGA ACTUANTE D+L+0.7SY	ASENTAMIENTO CRITICO	PESO TOTAL DE LA EDIFICACIO
1	3.278	2.912	0.2224	1833.3686
2	4.383	3.808	0.2702	
3	4.963	3.407	0.2634	
4	4.49	3.398	0.2573	

**ANEXO N° 06
PROPUESTA DE VALOR**

6.1. Solución tecnológica

6.1.1. Ubicación

El proyecto se encuentra ubicado en Panamericana Norte Km 115 Distrito Huacho, Provincia Huara y Departamento de Lima.



Figura 29: Mapa de ubicación de Huacho.
Fuente: Elaboración propia.

6.1.2. Descripción del proyecto

El presente documento ha sido elaborado sobre la base de los planos arquitectónicos. El proyecto consta de un edificio de 5 pisos más azotea y será utilizado como vivienda. El primer nivel estará destinado a estacionamientos, una recepción y un departamento. A partir del segundo nivel hasta el cuarto, habrá 4 departamentos, y en el quinto nivel habrá dos departamentos de un piso y dos departamentos dúplex. Tiene un área de 422.10 m².

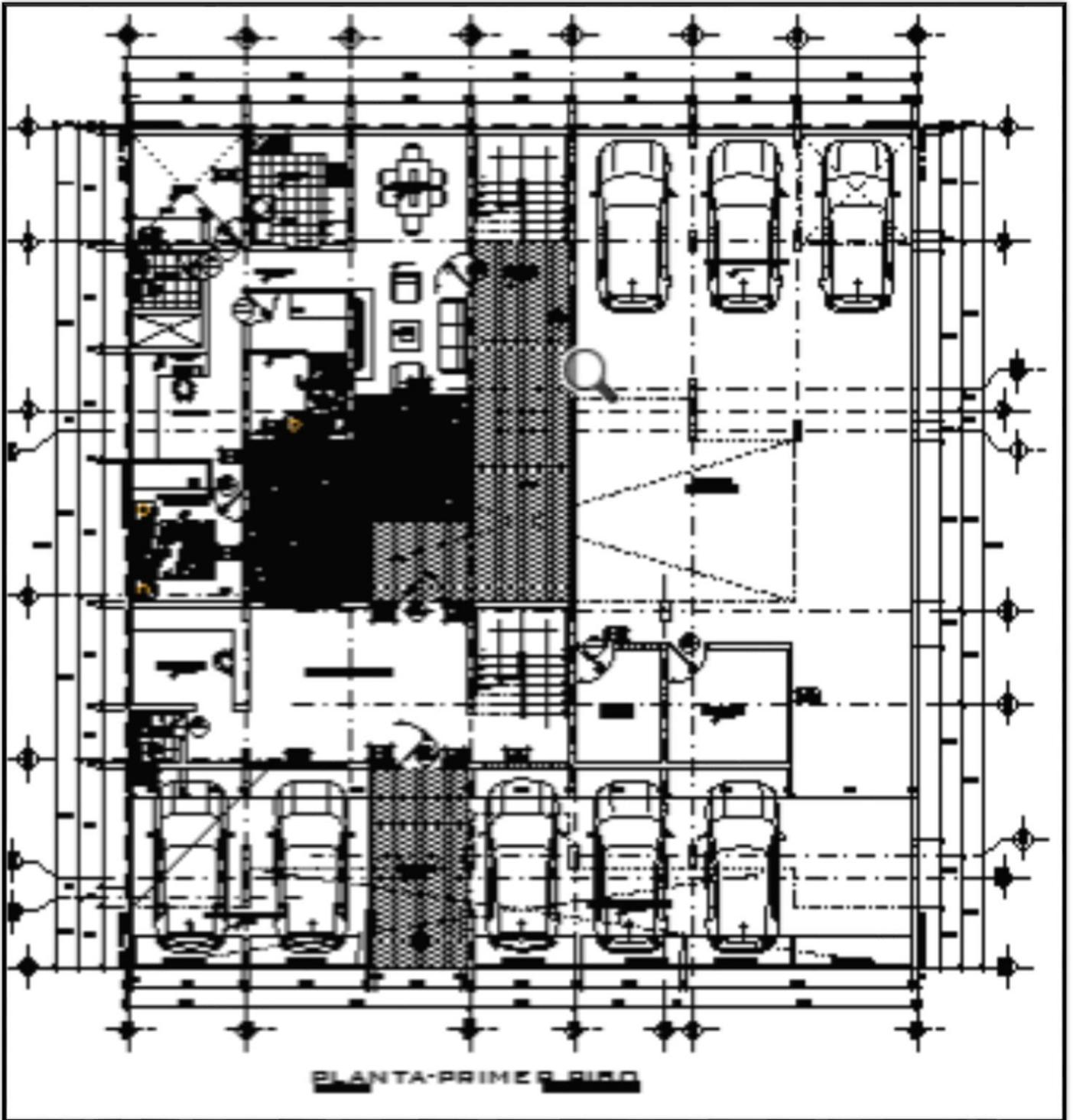


Figura 30: Planta de arquitectura 1er nivel.
Fuente: Elaboración propia.

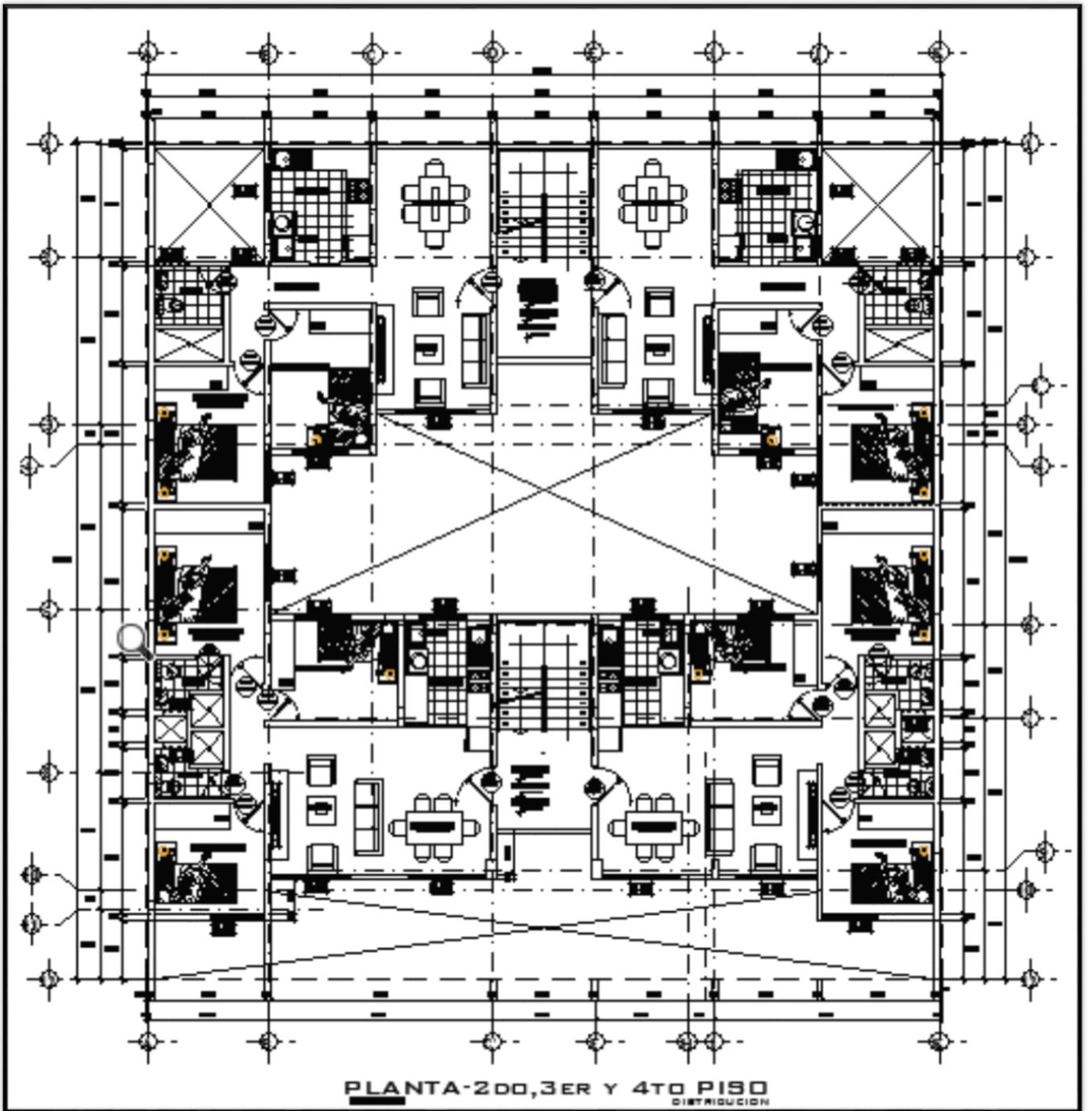


Figura 31: Planta de arquitectura típica.
Fuente: Elaboración propia.

6.1.3. Diseño sismorresistente

6.1.3.1. Predimensionamiento de elementos estructurales

Predimensionamiento consiste en dar unas medidas aproximadas a los elementos estructurales, a base de referencias libro y RNE E060. Una vez realizada el análisis se verificará si las dimensiones son convenientes, tenemos que verificar si hay torsión y traslación moderada para que las dimensiones cumplan.

6.1.3.1.1. Columnas

Se realizo el predimensionamiento de las columnas sismorresistente nuestra edificación se encuentra en la categoría C del RNE por lo tanto su $P=1000 \text{ kg/m}^2$ se hayo el área tributaria de cada columna para poder sacar las dimensiones correspondientes.

DETERMINACION DE COLUMNAS			
P(servicio) = P.At.N			
SIENDO			
At = Area tributaria			
N= numero de pisos			
TIPO	FORMULA		
	AREA DE COLUMNA		
CENTRADA	P (servicio)/ 0.45f'c		
EXCENTRICA ESQUINADA	P (servicio)/ 0.35f'c		
VALOR DE P SEGÚN LA CATEGORIA			
CATEGORIA	A	1500	Kgf/m2
CATEGORIA	B	1250	Kgf/m2
CATEGORIA	C	1000	Kgf/m2

Figura 32: Determinación de columnas según norma.
Fuente: Elaboración propia.

COLUMNAS CENTRALES		COLUMNAS EXCENTRICAS		COLUMNAS EXCENTRICAS	
P=	1000	P=	1000	P=	1000
At=	9.17	At=	6.36	At=	6.40
Npisos=	5	Npisos=	5	Npisos=	4
Pservicio=	45850	Pservicio=	31800	Pservicio=	25600
Acolumna=	485.185	Acolumna=	432.65	Acolumna=	348.299
LADO=a	25	LADO=a	25	LADO=a	35
LADO=b	40	LADO=b	40	LADO=b	50
Acolumna=	1000	Acolumna=	1000	Acolumna=	1750
	SI CUMPLE		SI CUMPLE		SI CUMPLE

Figura 33: Predimensionamiento de columnas.
Fuente: Elaboración propia.

6.1.3.1.2. Vigas

Se realizó el predimensionamiento de las vigas sismorresistente para que garantice rigidez y resistencia transversal. En el predimensionamiento se tomaron la luz libre de todo el tramo de columna a columna. Por aspectos arquitectónico se tomará encuenta la luz más crítica, para que todo ese eje sea constante y continuo.

VIGAS									
Vigas 101									
EJE	LONGITUD (L)	CATEGORIA	FORMULA PARA (H)			FORMULA PARA (B) MIN 25 cm		POR SEGURIDAD	
EJE 6-6	2.7	C	L/8	L/10	H/2	2H/3	H cm FINAL	B cm FINAL	0.25
	5.25	C	-	0.53	0.26	-	0.50	0.25	
	7.95								
Vigas 102									
EJE	LONGITUD (L)	CATEGORIA	FORMULA PARA (H)			FORMULA PARA (B) MIN 25 cm		POR SEGURIDAD	
EJE 6-6	5.05	C	L/8	L/10	H/2	2H/3	H cm FINAL	B cm FINAL	0.25
	2.90	C	-	0.29	0.15	-	0.30	0.25	
	7.95								
Vigas 103									
EJE	LONGITUD (L)	CATEGORIA	FORMULA PARA (H)			FORMULA PARA (B) MIN 25 cm		POR SEGURIDAD	
EJE 5-5	5.2	C	L/8	L/10	H/2	2H/3	H cm FINAL	B cm FINAL	0.25
	2.80	C	-	0.52	0.26	-	0.50	0.25	
	8								
Vigas 104									
EJE	LONGITUD (L)	CATEGORIA	FORMULA PARA (H)			FORMULA PARA (B) MIN 25 cm		POR SEGURIDAD	
EJE 5-5	0.9	C	L/8	L/10	H/2	2H/3	H cm FINAL	B cm FINAL	0.25
	5.05	C	-	0.09	0.05	-	0.10	0.25	
	5.95								
Vigas 105									
EJE	LONGITUD (L)	CATEGORIA	FORMULA PARA (H)			FORMULA PARA (B) MIN 25 cm		POR SEGURIDAD	
EJE 5-5	2.7	C	L/8	L/10	H/2	2H/3	H cm FINAL	B cm FINAL	0.25
	1.75	C	-	0.27	0.14	-	0.30	0.25	
	2.1	C	-	0.18	0.09	-	0.20	0.25	
	0.9	C	-	0.21	0.11	-	0.20	0.25	
	5	C	-	0.09	0.05	-	0.10	0.25	
	2.80	C	-	0.50	0.25	-	0.50	0.25	
	15.25								
Vigas 107									
EJE	LONGITUD (L)	CATEGORIA	FORMULA PARA (H)			FORMULA PARA (B) MIN 25 cm		POR SEGURIDAD	
EJE 5-5	2.7	C	L/8	L/10	H/2	2H/3	H cm FINAL	B cm FINAL	0.25
	2.3	C	-	0.27	0.14	-	0.30	0.25	
	2.8	C	-	0.23	0.12	-	0.20	0.25	
	2.8	C	-	0.28	0.14	-	0.30	0.25	
	2.4	C	-	0.28	0.14	-	0.30	0.25	
	2.60	C	-	0.24	0.12	-	0.20	0.25	
	15.6								
Vigas 109									
EJE	LONGITUD (L)	CATEGORIA	FORMULA PARA (H)			FORMULA PARA (B) MIN 25 cm		POR SEGURIDAD	
EJE B-B	3.3	C	L/8	L/10	H/2	2H/3	H cm FINAL	B cm FINAL	0.25
	2.3	C	-	0.33	0.17	-	0.30	0.25	
	4.3	C	-	0.23	0.12	-	0.20	0.25	
	4.3	C	-	0.48	0.24	-	0.50	0.25	
	3.3	C	-	0.33	0.17	-	0.30	0.25	
	2.3	C	-	0.23	0.12	-	0.20	0.25	
	16								
Vigas 114									
EJE	LONGITUD (L)	CATEGORIA	FORMULA PARA (H)			FORMULA PARA (B) MIN 25 cm		POR SEGURIDAD	
EJE G-G	1	C	L/8	L/10	H/2	2H/3	H cm FINAL	B cm FINAL	0.25
	3.3	C	-	0.30	0.05	-	0.10	0.25	
	2.2	C	-	0.33	0.17	-	0.30	0.25	
	2.2	C	-	0.22	0.11	-	0.20	0.25	
	4.75	C	-	0.48	0.24	-	0.50	0.25	
	3.3	C	-	0.33	0.17	-	0.30	0.25	
	2.3	C	-	0.23	0.12	-	0.20	0.25	

Figura 34: Predimensionamiento de vigas de 1er al 6to nivel.
Fuente: Elaboración propia.

6.1.3.1.3. Placas.

Las placas dan rigidez, resistencia a la estructura, a base de referencia del libro utilizamos los espesores de la placa de 15, 25 y 30 cm.

6.1.3.1.4. Losa.

6.1.3.1.4.1. Losa aligerada en una dirección.

Se realizó el predimensionamiento de losa aligerada para determinar el peralte utilizamos la fórmula $H = \frac{Ln}{25}$

$$H = \frac{Ln}{25}$$

El tramo que seleccionamos se encuentra en el eje B entre 3-4 (lado Y) tiene Ln: 4.80 (lado menor) y 6 entre B-D (lado X) tiene Ln: 5.25 (lado menor), por trabajabilidad y seguridad utilizamos losas de e=20cm.

Utilizaremos ladrillo h=15 cm y 5 cm de recubrimiento de concreto.

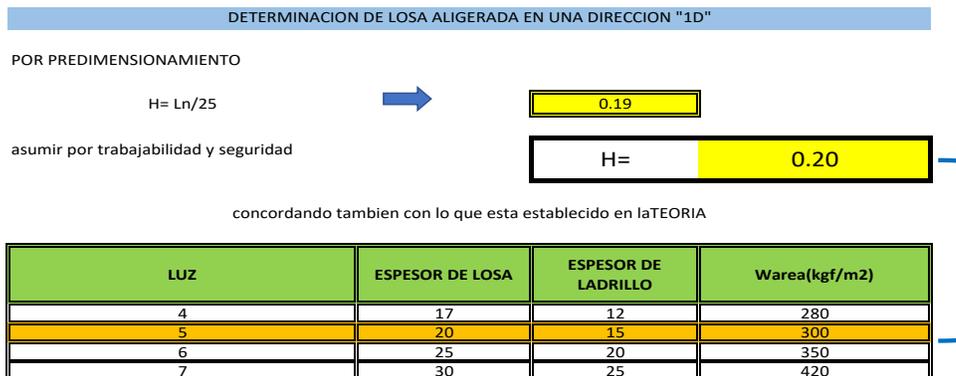


Figura 35: Predimensionamiento de losa aligerada en una dirección.
Fuente: Elaboración propia.

6.1.3.1.4.2. Losa maciza.

Se realizó el predimensionamiento de losa para determinar el peralte utilizamos la fórmula $H = \frac{Ln}{40}$

El tramo que seleccionamos se encuentra en el eje D, E-5, 6 tiene Lin: 2.422 (lado mayor).

✓ Utilizaremos $e=20$ cm porque mayor espesor, mayor rigidez ya que esta soporta la llegada de la escalera.

6.2.3.2. Análisis Sísmico Estático.

Para la ejecución del modelo se empleó el programa Etabs Versión 16.0.2 tanto para el análisis estructural como para el diseño de los elementos estructurales. Los elementos columnas y vigas fueron ingresados al modelo como elementos frame, los muros, placas y losas macizas fueron ingresados como elementos Shell, la losa aligerada fue ingresado como losa equivalente de concreto del tipo Shell.

6.2.3.2.1. Brazo rígido.

Son las uniones de viga-columna y viga-placa. Consideramos un factor de seguridad de 0.5 para que así no sea tan rígido ni flexible.

Asignamos el brazo rígido en assign-frame-End length-offsets.

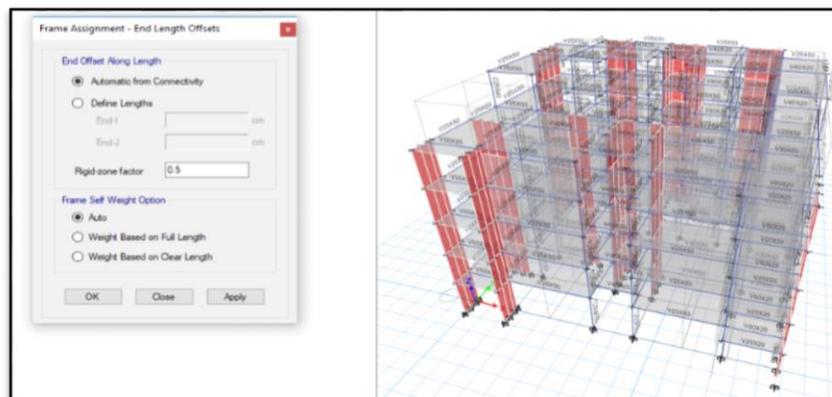


Figura 36: Factor de seguridad brazo rígido.
Fuente: Elaboración propia.

6.2.3.2.2. Centro de Masa.

Es una condición de la losa cuando viene un sismo. Todas las partículas se moverán en simultáneo, el centro de masa se considera en todos los pisos.

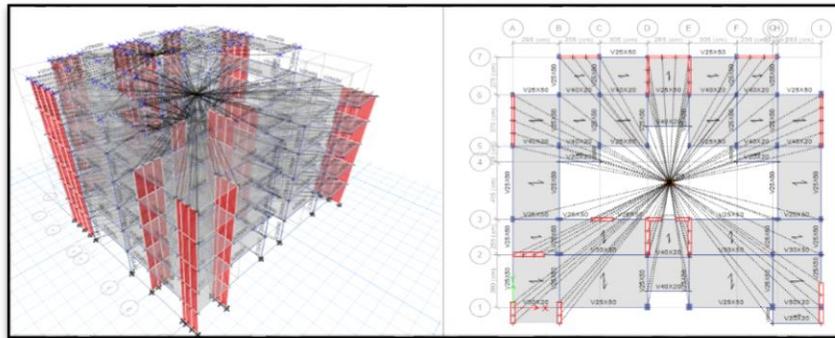
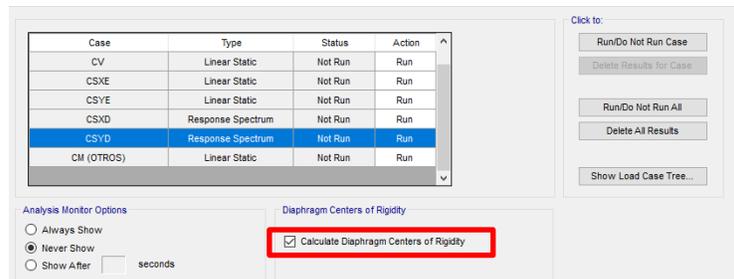


Figura 37: Centro de masa.
Fuente: Elaboración propia.

6.2.3.2.3. Centro de Rigidez

Se le asigna el centro de rigidez y centro de masa a la estructura para que la edificación tenga una deformación menor. Donde la fuerza cortante solo se produce por traslación. Asignamos en display -Show Tables-Analysis-Results-Structure Results-Centers of Mass and Rigidity.



Story	Diaphragm	Mass X tonf-s ² /m	Mass Y tonf-s ² /m	XCM m	YCM m	Cumulative X tonf-s ² /m	Cumulative Y tonf-s ² /m	XCCM m	YCCM m	XCR m	YCR m
NIV-1	D1	27.06049	27.06049	10.9062	9.6798	27.06049	27.06049	10.9062	9.6798	10.6534	13.5252
NIV-2	D2	25.9101	25.9101	10.9183	9.7998	25.9101	25.9101	10.9183	9.7998	10.6385	13.6884
NIV-3	D3	25.9101	25.9101	10.9183	9.7998	25.9101	25.9101	10.9183	9.7998	10.5844	13.4417
NIV-4	D4	25.9101	25.9101	10.9183	9.7998	25.9101	25.9101	10.9183	9.7998	10.532	13.1741
NIV-5	D5	25.10743	25.10743	10.9126	9.9985	25.10743	25.10743	10.9126	9.9985	10.4823	13.0011
NIV-6	D6	11.1238	11.1238	10.8681	13.8844	11.1238	11.1238	10.8681	13.8844	10.4396	13.4211

Figura 38: Cálculo de centro de masa y centro de rigidez.
Fuente: Elaboración propia.

6.2.3.3. Configuración Estructural.

Es una vivienda multifamiliar de concreto armado (columnas y placas). Para la losa de entrepiso se empleará el sistema de aligerado y losa maciza común de 20 cm de espesor.

6.2.3.3.1. Materiales.

✓ Concreto:

La resistencia en general (columnas, placas y techos) será de 210 kg/cm².

✓ Acero de refuerzo:

El acero de refuerzo usado debe cumplir las normas con un esfuerzo de fluencia especificado de 4200 kg/cm² en barras de acero corrugado, los recubrimientos se tomarán de acuerdo a las normas con un espesor aproximado de 2,5 cm en elementos de menos de 25 cm y de 5,0 cm en el resto de elementos.

✓ Cemento:

Se utilizará cemento tipo I en los elementos que no tengan contacto con el suelo.

6.2.3.3.2. Modelo Matemático.

Los elementos columnas y vigas fueron ingresados al modelo como elementos frame, los muros, placas y losas macizas fueron ingresados como elementos Shell, la losa aligerada fue ingresado como losa equivalente de concreto del tipo Shell. Las columnas, placas se propusieron empotrados en la base.

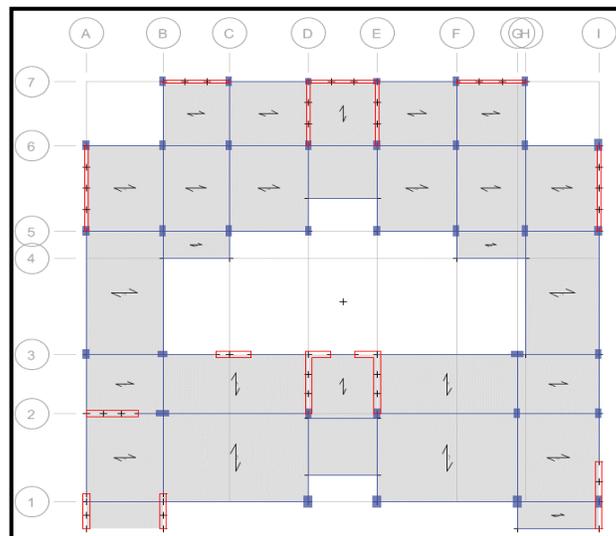


Figura 39: Vista en 3d modelo en etabs.
Fuente: Elaboración propia.

6.2.3.3.3. Análisis Sísmico.

Una vez determinado las características de la estructura, con la influencia de cargas, distribución de elementos, sistema estructural y demás parámetros sísmicos, es necesario analizar la estructura y determinar las fuerzas internas debido a tales efectos.

Los resultados nos muestran los desplazamientos, distorsiones, fuerzas concentradas y cortantes en cada nivel, tanto para la estructura en el contexto global como para cada uno de los pórticos que la constituyen en las dos direcciones de análisis.

Los modelos de análisis se concibieron como un sistema tridimensional con losas infinitamente rígidas en su plano.

Se consideró las componentes horizontales del sismo, así como las cargas verticales de sismo según lo estipula la norma E.030.

6.2.3.3.4. Periodo Fundamental.

Para nuestra edificación seleccionamos según la norma E-030 un periodo fundamental de $C_t = 60$, por ser una edificación con placas.

$H_n = 16.00$ m

$C_t = 60$

$$T = \frac{16.00}{60} = 0.2666$$

6.2.3.3.5. Parámetros de zonificación.

El proyecto de investigación se encuentra ubicado en Huacho, y según el plano de zonificación de la norma E-030 nos indica que se encuentra en la zona 4. Por lo tanto, nuestro parámetro de zonificación es de $Z = 0.45$.

6.2.3.3.6. Parámetros de Sitio (S, TP, TL).

Para poder identificar los parámetros de sitios debemos tener en cuenta en qué tipo de suelo se encuentra la edificación, y según los datos obtenidos del estudio de suelo y el lugar donde está ubicada la edificación nos dice que tenemos un suelo S3.

FACTOR DE SUELO "S"	
ZONA/ SUELO	S ₃
Z ₄	1.10

PERIODOS "Tp" y "TL"	
Perfil de suelo	
	S ₃
T _P (S)	1.0
T _L (S)	1.6

Tabla 21: Factor y Periodos de suelos.
Fuente: Elaboración propia.

6.2.3.3.7. Categoría de la edificación y factor de uso.

En el proyecto de investigación está destinado para vivienda, por lo tanto, según la tabla N° 5 podemos observar lo siguiente

CATEGORIA (C) = C

FACTOR DE USO (U) = 1,0

6.2.3.3.8. Coeficiente de reducción.

El proyecto de investigación es una vivienda multifamiliar de concreto armado, por lo tanto, según la tabla N°6 podemos observar lo siguiente.

$$R= 6$$

6.2.3.3.9. Junta sísmica.

El proyecto de vivienda multifamiliar tiene una altura de 16.00 m hasta el 5 to nivel más azotea se le considera una junta sísmica de 5 cm.

6.2.3.4. Análisis dinámico moda espectral.

Este método representa las solicitaciones sísmicas resultantes de aplicar una aceleración actuando en la estructura.

El modelo considera algunas características de la estructura que influyen

significativamente en la respuesta y debe permitir determinar con relativa facilidad los efectos de interés. Para este caso se asumirá que los elementos sufren un comportamiento lineal y elástico sin pérdida de su resistencia ante cargas aplicadas; además, se asumirá el valor del módulo elástico E:

$$E = 15000 * \sqrt{f'_c} \text{ kg/cm}^2$$

Donde: f'_c es la resistencia a la compresión del concreto en kg/cm^2 . Para la determinación del espectro de pseudo aceleraciones sísmicas, usamos la relación dada por la Norma Peruana de Diseño Sismorresistente, el cual indica que dicho espectro se determina por la siguiente relación:

$$S_a = \frac{Z.U.S.C}{R} * g \quad C/R \geq 0.125 \quad T = \frac{h_n}{C_T}$$

$$T > TL \quad \longrightarrow \quad C = 2.5$$

$$T < T_p \quad \longrightarrow \quad C = 2.5 \frac{T_p \cdot TL}{T^2}$$

$$T_p < T < TL \quad \longrightarrow \quad C = 2.5 \frac{T_p}{T}$$

6.2.3.4.1. Modos de vibración.

El resultado del análisis estructural por sismo depende su respuesta durante un evento sísmico. Observamos la forma de modo, períodos y % de participación de masas.

Mode	Period	UX	UY	SumUX	SumUY
1	0.371	65.92%	0.18%	65.92%	0.18%
2	0.298	0.43%	70.46%	66.35%	70.64%
3	0.274	9.35%	0.39%	75.70%	71.03%
4	0.107	13.89%	0.01%	89.59%	71.04%
5	0.075	0.01%	18.88%	89.60%	89.92%
6	0.072	1.61%	0.00%	91.21%	89.92%
7	0.070	0.01%	0.02%	91.22%	89.94%
8	0.066	0.00%	0.08%	91.22%	90.02%
9	0.065	0.00%	0.07%	91.22%	90.09%
10	0.060	0.00%	0.00%	91.23%	90.09%
11	0.059	0.01%	0.00%	91.24%	90.09%
12	0.058	0.00%	0.03%	91.24%	90.12%
13	0.058	0.00%	0.02%	25.32%	89.96%
14	0.056	3.87%	0.01%	28.76%	19.51%
15	0.054	0.38%	0.00%	19.79%	19.12%
16	0.053	0.06%	0.03%	5.96%	19.14%
17	0.053	0.00%	0.02%	5.95%	0.28%
18	0.050	0.01%	0.00%	4.35%	0.28%
19	0.050	0.00%	0.01%	4.34%	0.27%
20	0.049	0.00%	0.00%	4.34%	0.19%

Tabla 22: Modos de vibración de vivienda multifamiliar.

Fuente: Elaboración propia.

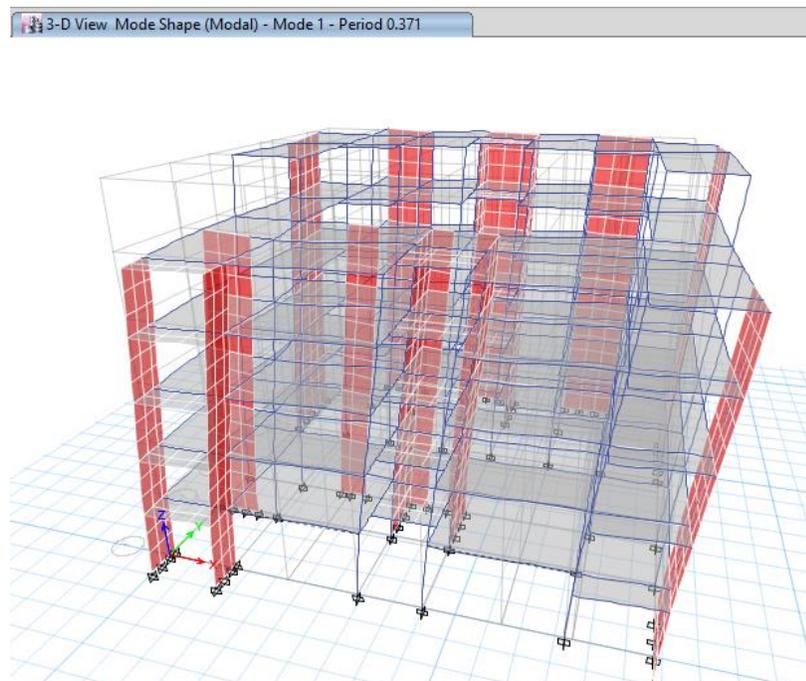


Figura 40: Primer modo de vibración $t=0.371$ seg.

Fuente: Elaboración propia.

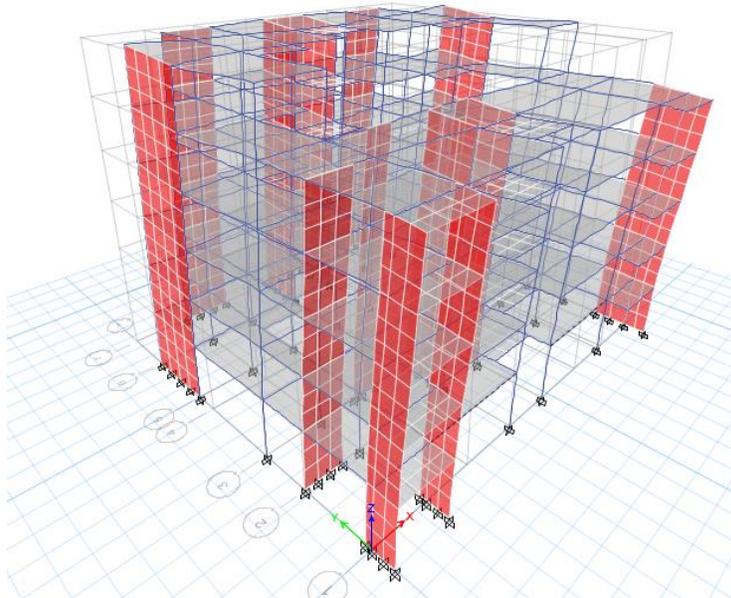


Figura 41: Segundo modo de vibración $t=0.298$ seg.
Fuente: Elaboración propia.

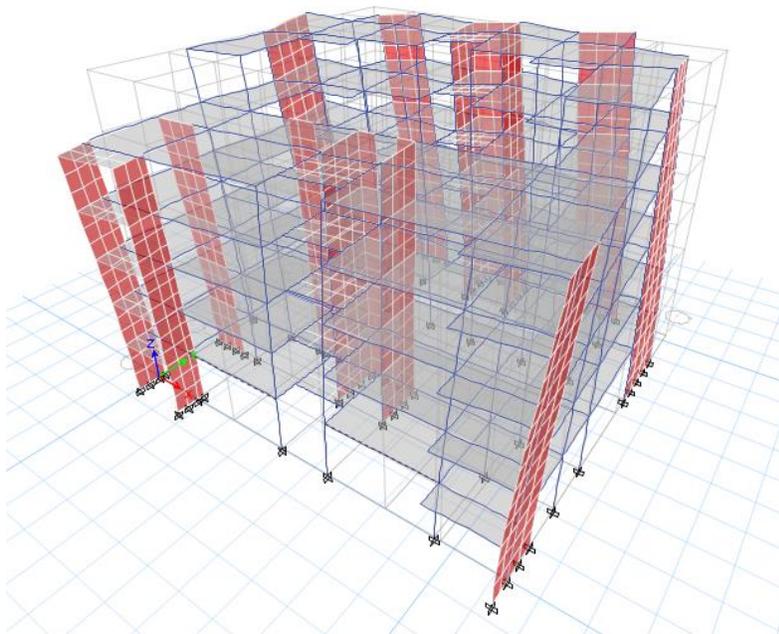


Figura 42: Tercer modo de vibración $t=0.274$ seg.
Fuente: Elaboración propia.

Irregular Torsional

Factor de Reducción R= **4.5** Es regular? **No**

NIV.	H (m)	Dcentro masa			Dlateral			D-1.2Dcm	condición
		D _{entrepiso}	D _{real}	Distorsion	D _{entrepiso}	D _{real}	Distorsion		
6	2.60	1.047	4.71	-0.0003	1.504	6.77	0.0042	0.0046	torsión
5	2.60	1.067	4.80	0.0035	1.261	5.68	0.0043	0.0001	torsión
4	2.60	0.8664	3.90	0.0041	1.014	4.56	0.0048	-0.0001	sin torsión
3	2.60	0.6276	2.82	0.0043	0.733	3.30	0.0050	-0.0001	sin torsión
2	2.60	0.3791	1.71	0.0039	0.442	1.99	0.0046	-0.0001	sin torsión
1	3.00	0.1538	0.69	0.0023	0.178	0.80	0.0027	-0.0001	sin torsión
Htotal	16.00								

Máxima distorsión de entrepiso 0.0050
 Máxima distorsión permisible 0.0035
 Aplica este criterio de irregularidad? **SI**

Tabla 23: Dirección X.

Fuente: Elaboración propia.

Factor de Reducción R= **4.5** Regular? **No**

NIV.	H (m)	D _{entrepiso}	D _{real}	Distorsion	SEPARACION SISMICA			
					CONDICIÓN	Separación	s (cm)	s/2
6	2.60	1.504	6.77	0.0042	< 0.007, Cumple!	4.51 cm	6.2 cm	3.1 cm
5	2.60	1.261	5.68	0.0043	< 0.007, Cumple!	3.78 cm	6.4 cm	3.2 cm
4	2.60	1.014	4.56	0.0048	< 0.007, Cumple!	3.04 cm	5.3 cm	2.7 cm
3	2.60	0.733	3.30	0.0050	< 0.007, Cumple!	2.20 cm	4.3 cm	2.1 cm
2	2.60	0.442	1.99	0.0046	< 0.007, Cumple!	1.33 cm	3.2 cm	1.6 cm
1	3.00	0.178	0.80	0.0027	< 0.007, Cumple!	0.53 cm	2.2 cm	1.1 cm
Htotal	16.00							

RESULTADOS DE SISMO EN Y

Factor de Reducción R= **5.1** Regular? **No**

Tabla 24: Dirección Y.

Fuente: Elaboración propia.

6.2.3.4.2. Desplazamientos de distorsiones.

La verificación de los desplazamientos laterales permisibles se realiza de acuerdo a la norma sismorresistente. El máximo desplazamiento relativo de entrepiso para las estructuras de concreto armado es de 0.007.

Factor de Reducción R= **5.1** Regular? **No**

NIV.	H (m)	D _{entrepiso}	D _{real}	Distorsion	SEPARACION SISMICA			
					CONDICIÓN	Separación	s	s/2
5	2.60	0.281	1.43	0.0013	< 0.007, Cumple!	0.96 cm	6.4 cm	3.2 cm
4	2.60	0.214	1.09	0.0013	< 0.007, Cumple!	0.73 cm	5.3 cm	2.7 cm
3	2.60	0.146	0.74	0.0012	< 0.007, Cumple!	0.50 cm	4.3 cm	2.1 cm
2	2.60	0.082	0.42	0.0010	< 0.007, Cumple!	0.28 cm	3.2 cm	1.6 cm
1	3.00	0.031	0.16	0.0005	< 0.007, Cumple!	0.10 cm	2.2 cm	1.1 cm
Htotal	13.40							

Tabla 25: Resultados de sismo en X.

Fuente: Elaboración propia.

Factor de Reducción R= 5.1

Es regular? **NO**

NIV.	H (m)	Dcentro masa			Dlateral			D-1.2Dcm	condición
		D _{entrepiso}	D _{real}	Distorsion	D _{entrepiso}	D _{real}	Distorsion		
5	2.65	0.278	1.42	0.0013	0.281	1.43	0.0013	-0.0002	sin torsión
4	2.65	0.211	1.08	0.0013	0.214	1.09	0.0013	-0.0002	sin torsión
3	2.65	0.144	0.73	0.0012	0.146	0.74	0.0012	-0.0002	sin torsión
2	2.65	0.081	0.41	0.0010	0.082	0.42	0.0010	-0.0002	sin torsión
1	3.00	0.030	0.15	0.0005	0.031	0.16	0.0005	-0.0001	sin torsión
Htotal	13.60								

Máxima distorsión de entrepiso

0.0013

Máxima distorsión permisible

0.0035

Aplica este criterio de irregularidad?

NO

Tabla 26: Resultados de sismo en Y.

Fuente: Elaboración propia.

6.2.3.4.3. Aceleración Espectral.

Para la aceleración espectral de la vivienda multifamiliar se necesita los parámetros sísmicos.

Parametros Sismicos	Dirección	
	X	Y
Z	0.45	0.45
U	1.00	1.00
S	1.10	1.10
la	1.00	1.00
lp	0.75	0.85
Ro	6.00	6.00
R	4.50	5.10
es Regular?	NO	NO

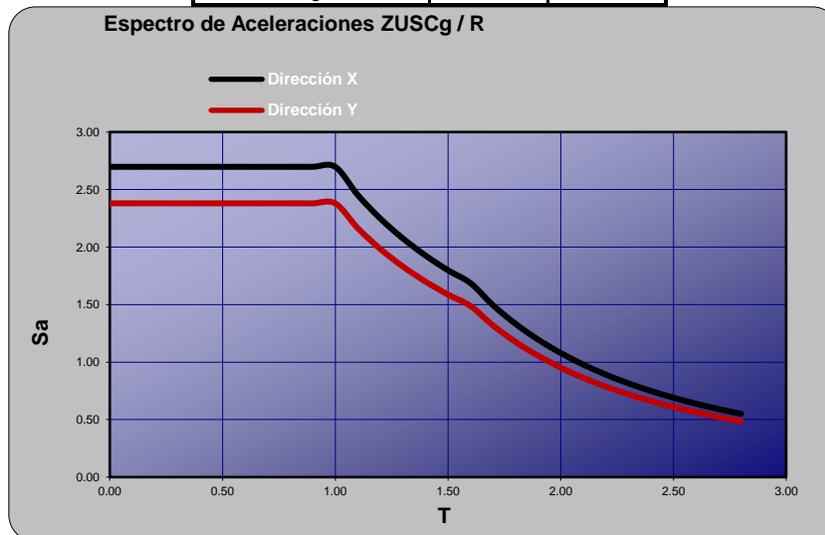


Figura 43: Valores de Aceleración Espectral (Sa) vs Periodo (t).

Fuente: Elaboración propia.

T (seg)	X			Y		
	C	fa	Sa	C	fa	Sa
0.00	2.500	0.275	2.698	2.500	0.243	2.380
0.10	2.500	0.275	2.698	2.500	0.243	2.380
0.20	2.500	0.275	2.698	2.500	0.243	2.380
0.30	2.500	0.275	2.698	2.500	0.243	2.380
0.40	2.500	0.275	2.698	2.500	0.243	2.380
0.50	2.500	0.275	2.698	2.500	0.243	2.380
0.60	2.500	0.275	2.698	2.500	0.243	2.380
0.70	2.500	0.275	2.698	2.500	0.243	2.380
0.80	2.500	0.275	2.698	2.500	0.243	2.380
0.90	2.500	0.275	2.698	2.500	0.243	2.380
1.00	2.500	0.275	2.698	2.500	0.243	2.380
1.10	2.273	0.250	2.453	2.273	0.221	2.164
1.20	2.083	0.229	2.248	2.083	0.202	1.984
1.30	1.923	0.212	2.075	1.923	0.187	1.831
1.40	1.786	0.196	1.927	1.786	0.173	1.700
1.50	1.667	0.183	1.799	1.667	0.162	1.587
1.60	1.563	0.172	1.686	1.563	0.152	1.488
1.70	1.384	0.152	1.494	1.384	0.134	1.318
1.80	1.235	0.136	1.332	1.235	0.120	1.175
1.90	1.108	0.122	1.196	1.108	0.108	1.055
2.00	1.000	0.110	1.079	1.000	0.097	0.952
2.10	0.907	0.100	0.979	0.907	0.088	0.864
2.20	0.826	0.091	0.892	0.826	0.080	0.787
2.30	0.756	0.083	0.816	0.756	0.073	0.720
2.40	0.694	0.076	0.749	0.694	0.067	0.661
2.50	0.640	0.070	0.691	0.640	0.062	0.609
2.60	0.592	0.065	0.639	0.592	0.057	0.563
2.70	0.549	0.060	0.592	0.549	0.053	0.522
2.80	0.510	0.056	0.551	0.510	0.050	0.486

Tabla 27: Valores de Aceleración Espectral (S_a) vs Periodo (t).

Fuente: Elaboración propia.

Para introducir los datos al programa Etabs seleccionamos Define, Functions, Response Spectrum y nos saldrá una ventana en el cual E030_X, E030_Y.

Al seleccionar Browse introducimos el espectro que hemos calculado anteriormente (E030-X, E030-Y), para que el Etabs Lo calcule automáticamente.

6.2.3.5. **Metrado de cargas.**

Obtenemos el metrado de carga de la edificación mediante el programa Etabs el cual nos da como resultado 1833.3686 Tn.

6.2.3.5.1. Carga Muerta (CM).

La carga muerta se consideró de acuerdo al peso propio de los materiales usados o estimados, además se adicionó las cargas transmitidas por otros elementos como acabados y tabiques.

Se le colocó una carga de tabiquería de 0.1 tn/m² y una carga de acabados de 0.1 tn/m², lo cual hacen 0.2 tn/m² que hemos ingresado en el programa Etabs.

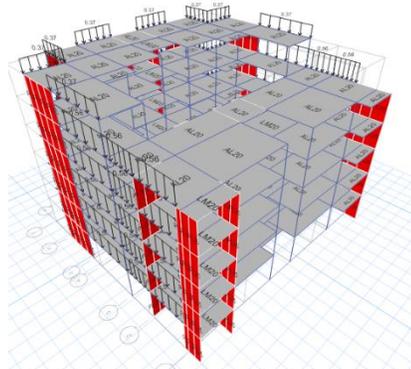


Figura 44: Carga Muerta asignadas a la edificación.
Fuente: Elaboración propia.

6.2.3.5.2. Carga Vivas (CV)

La carga viva fue asignada a la estructura, esta carga considera la carga típica de uso en cada nivel. Según lo especificado en la norma E-020, se le colocó una carga viva de 0.2 tn/m² el uso está destinado para vivienda. Para asignar cargas vivas a la edificación, seguimos los siguientes pasos: Assign, Frame Loads, Distributed.

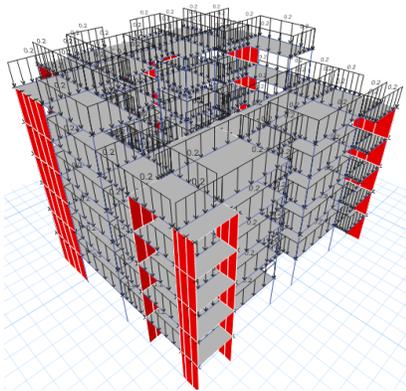


Figura 45: Carga Viva asignadas a la edificación.
Fuente: Elaboración propia.

Para sismos X (SXEST)

Se le asigna cargas de sismo en X para ver la oscilación de la edificación en toda la dirección X.

Para sismos Y (SYEST)

Se le asigna cargas de sismo en Y para ver la oscilación de la edificación en toda la dirección Y.

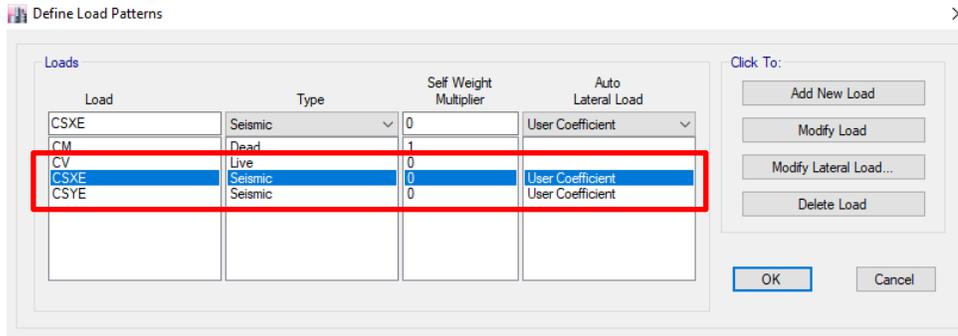


Figura 46: Asignación de las cargas X, Y.
Fuente: Elaboración propia.

6.2.3.6. Diseño estructural

Para la determinación de esfuerzos actuantes en los elementos estructurales que conforman la estructura del proyecto se utilizarán los conceptos básicos de la elasticidad y la resistencia de materiales, aplicándolos de manera racional y a través de distintas metodologías en función del elemento y estructura a analizar.

Para el análisis se utilizó el programa ETABS, el cual nos facilita la ejecución de modelos estructurales mediante el método de elementos finitos con aplicaciones adicionales de diseño según las cargas vigentes. Se procederá a hacer un resumen de los pasos realizados en el diseño estructural, con el objetivo de lograr establecer una estructura viable y confiable. Se propone una estructura de columnas y placas de concreto armado. Se tienen vigas con peraltes de 50 cm, placas con espesores de 15, 25 y 30 cm. Los aligerados propuestos son de 20 cm de espesor.

6.2.3.6.1. Diseño de losa

6.2.3.6.1.1. Losa Aligerada

Los aligerados propuestos son de 20 cm de espesor del tipo común, con complemento de ladrillos de arcilla,

- ✓ Diseño de losa aligerada H=20cm – EJE 4-6

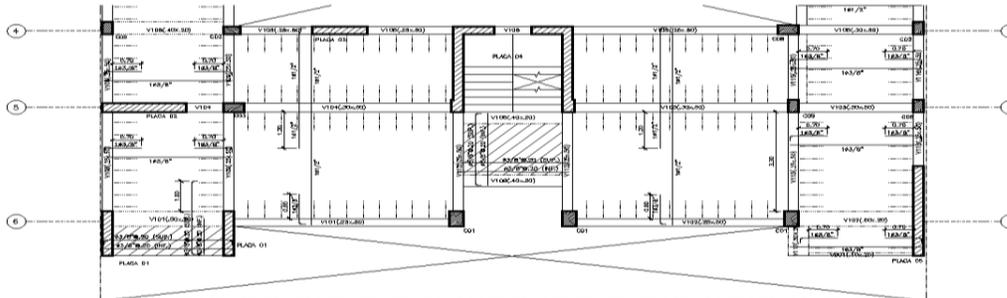


Figura 47: Paños de losa.
Fuente: Elaboración propia.

- ✓ Datos generales

F'c=	210	resistencia compresion concreto
Fy=	4200	limite de fluencia del acero
Bw=	10 cm	ancho del alma de la vigueta
Bf=	40 cm	ancho del ala de la vigueta
H=	20 cm	Altura de la vigueta
Hlosa=	5 cm	Altura de la losa de la vigueta

Tabla 28: Datos generales de losa aligerada.
Fuente: Elaboración propia.

- ✓ Metrado de cargas

En los cuadros observamos los metrados de cargas de la losa aligerada tanto como peso propio, carga muerta y viva, el peso de las viguetas.

PP=	300 kg/m ²	↔	0.30 t/m ²	peso propio de la losa
CM=	200 kg/m ²	↔	0.20 t/m ²	carga muerta
CV=	200 kg/m ²	↔	0.20 t/m ²	carga viva
WD=	200 kg/m	↔	0.20 t/m	por vigueta
WL=	80 kg/m	↔	0.08 t/m	por vigueta
Wu=	416 kg/m	↔	0.42 t/m	por vigueta

Tabla 29: Metrados de cargas.
Fuente: Elaboración propia.

✓ Resultado de análisis estructural

Para la obtención del DMF (Diagrama de Momento Flector) y del DFC (Diagrama de Fuerza Cortante) se utilizó el programa etabs, el cual nos permitió visualizar las envolventes de momento y fuerza cortante debido a la alternancia de la sobrecarga.



Figura 48: Grafico de DMF y DFC.
Fuente: Elaboración propia.

✓ Momento Flector

Se considera momento al inicio del nudo porque es unión semirrígida entre viga y vigueta, hacen una conexión monolítica por lo tanto la vigueta toma cierto momento.

Valores de Momentos Flectores			
Momento	M1(T.m)	M12(T.m)	M2(T.m)
Negativo	0.141	0.6	0.048
Positivo	0.47		0.16

✓ Fuerza Cortante

Valores de Fuerza Cortante			
Cortante	V1(T)	V12(T)	V2(T)
Positivo	0	0.949	0.366
Negativo	0.6315	0.798	0

✓ Diseño por Flexión

Ø flexion	0.9	Coef. de reducción por flexión
d=	17 cm	peralte efectivo de la vigueta
Asmin= $0.7 \cdot \sqrt{f'c} \cdot bw \cdot d / fy$		cálculo de Asmin para viguetas

Zona	1	12	2
As(-)			
As calculado (cm ²)	0.22	1.00	0.08
As min (cm ²)	0.41	0.41	0.41
As(cm ²)	0.41	1.00	0.41
Varilla(s)	1 Ø 3/8"	1 Ø 1/2"	1 Ø 3/8"
As colocado (cm ²)	0.71	1.27	0.71
Condición	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
As(+)			
As calculado (cm ²)	0.74		0.25
As min (cm ²)	0.41		0.41
As(cm ²)	0.74		0.41
Varilla(s)	1 Ø 1/2"		1 Ø 3/8"
As colocado (cm ²)	1.27		0.71
Condición	CUMPLE		CUMPLE

✓ Diseño por corte

Ø corte	0.85		coef. de reducción por corte
d=	17 cm		peralte efectivo de la vigueta
V _{max} =	0.95 t		máxima fuerza cortante
ØV _n =	1.22		resistencia de diseño
ØV _n > V _{max} , CUMPLE			Condicion

6.2.3.6.1.2. Losa Maciza

✓ Diseño por flexión

Se predimensiono losa maciza en la llegada de la escalera para que sea más rígido y así también soporta la estructura.

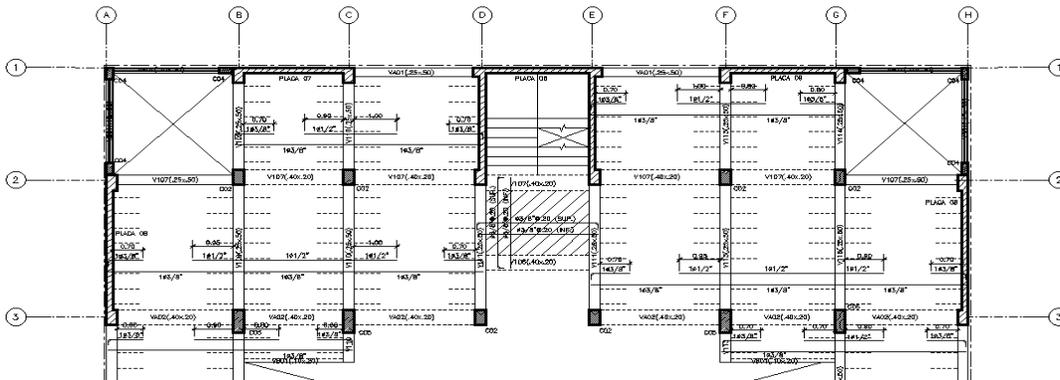
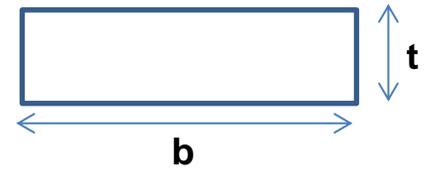


Figura 49: Paños de losa maciza.

Fuente: Elaboración propia.

✓ Datos Generales

Espesor t (cm) =	20
Ancho b (cm) =	100
Peralte Efectivo d (cm) =	17
Resist Comp f'c (kg/m ²) =	210
Punto Fluencia fy (kg/cm ²) =	4200



✓ Resistencia Nominal a la flexión (ϕM_n)

$$A_s = \left(0.85 - \sqrt{0.7225 - \frac{1.7 * M_u * 10^5}{\phi * f'_c * b * d^2}} \right) * \frac{f'_c * b * d}{f_y}$$

Donde:

ϕ = Coeficiente de reducción por flexión = 0.90

f'c= Resistencia a la compresión del concreto, en kg/cm²

fy= Punto de fluencia del acero, en kg/cm²

p= cuantía de refuerzo

b= ancho de sección, en cm

d= peralte efectivo, en cm

Mu= Momento de diseño, en t.m

✓ Cálculo de As +(cm²) y distribución de refuerzo

Mu+ (t.m) =	0.46	Momento negativo de diseño
As+ (cm ²) =	0.72	
As min (cm ²) =	2.4	Asmin=0.0012b*t
As final (cm ²) =	2.40	mayor valor de As y Asmin
ϕ 3/8" @	0.30 m	

✓ Cálculo de As -(cm²) y distribución de refuerzo

Mu- (t.m) =	0.53	Momento negativo de diseño
As - (cm ²) =	0.83	
As min (cm ²) =	2.4	Asmin=0.0012b*t
As final (cm ²) =	2.40	mayor valor de As y Asmin
ϕ 3/8" @	0.30 m	

Los aceros de la losa maciza serán de $\varnothing 3/8"$ @0.20m en la parte inferior y superior (doble malla).

✓ Diseño por corte

RESISTENCIA NOMINAL AL CORTE ($\varnothing V_c$):

$$\varnothing V_c = \varnothing * 0.53 \sqrt{f'c} * b * d / 1000$$

Donde:

$\varnothing V_c$ = Resistencia Nominal al cortante, en ton

\varnothing = Coeficiente de reducción por corte = 0.85

$f'c$ = Resistencia a la compresión del concreto, en kg/cm²

b = ancho de sección, en cm

d = peralte efectivo, en cm

$\varnothing V_c$ (t) =	11.10
V_u (t) =	0.85
Condición =	CUMPLE

6.2.3.6.2. Diseño de Viga

El diseño de las vigas se realizó con $f_y \leq 4200$ kg/cm²; ya que se pueden deformar más sin pérdida de su capacidad estática. 210 kg/cm² $\leq f'c$; porque retrasa el aplastamiento del concreto. Todos estos requisitos se están cumpliendo y se puso en práctica en la etapa de predimensionamiento.

- Zona de confinamiento.

Está comprendida entre la cara de apoyo de la viga hasta una distancia $2h$ en cada extremo de la viga tal como se muestra en el esquema de distribución del confinamiento.

El espaciamiento "s" se determina con:

$$S = (A_v \cdot f_y \cdot d) / V_s \qquad S \leq 60 \text{ cm} \qquad S \leq d/2$$

También se tiene limitaciones del espaciamiento del refuerzo transversal en la zona de confinamiento por capacidad de ductilidad, ilustrada en la Figura:

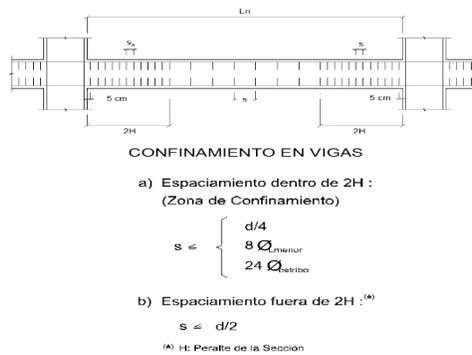


Figura 50: Confinamiento en vigas sismicas.
Fuente: Elaboración propia.

- Zona no confinada.

Corresponde a la zona fuera de la longitud de confinamiento, se aprecia que los cortantes actuantes últimos son menores que la resistencia del concreto al corte.

A limitación en el espaciamiento esta dado por los requisitos que aseguran una capacidad de ductilidad en vigas, que indica donde no se requiera estribos de confinamiento el espaciamiento debe de ser:

$$S \leq d/2$$

6.2.3.6.2.1. Cálculo de viga V105 (0.25X0.50)- EJE 4

- ✓ Concreto

Los datos están en ton-m

- Resistencia ($f'c$) = 2100.00
- Módulo de elasticidad (E) = $1500 \cdot \sqrt{f'c} \cdot 10 = 1500 \cdot (2100/10)^{0.5} \cdot 10 = 217370.65$
- Módulo de poisson (u) = 0.20
- Peso Específico (γ_c) = 2.4 tn-m³
- $\varnothing_f = 0.90$
- $\varnothing_c = 0.85$

- ✓ ACERO CORRUGADO (ASTM A605)

Los datos están en ton-m

- Resistencia ($f'c$) = 4200.00

- Módulo de elasticidad (E) = 20000000
- Módulo de poisson (u) = 0.20
- Peso Específico (yc) = 2.4 tn-m3
- $N = E_c/E_s = 9.20$

✓ **DIMENSIONES**

$$\begin{array}{ll} H_w = & 0.50 \\ L = & 5.00 \end{array} \qquad \begin{array}{ll} B_w = & 0.25 \\ d = & 0.45 \end{array}$$

✓ **RESULTADOS DE ANÁLISIS** unidad ton- m

Resultados de la envolvente último del modelo estructural, en la siguiente figura se obtienen la capacidad de carga última, el momento ultimo para verificar los datos por cálculo por flexión.

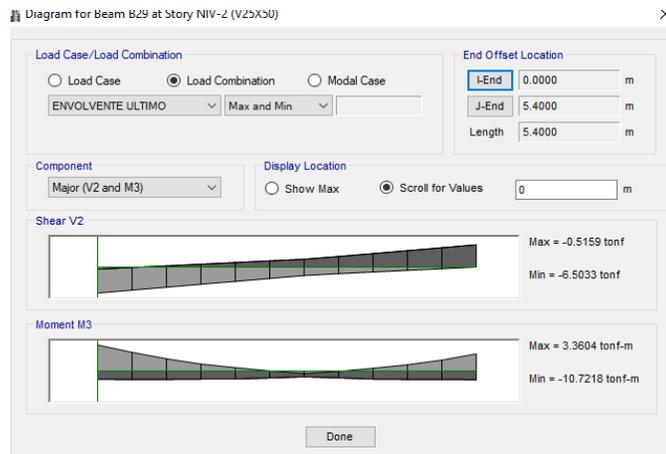


Figura 51: Diagrama de momentos y cortante de diseño.
Fuente: Elaboración propia.

Carga	Lateral 1	Centro	Lateral 2
Vu (ton)	6.50	2.10	5.50
Mu (ton-m)	10.00	1.00	7.20
Ms (ton-m)	3.35	1.45	1.60

✓ CÁLCULO POR FLEXIÓN (unidad: ton-m-cm²)

Cálculo en extremo, centro y extremo, considerando viga Tee y rectangular. Área de acero para usar en la viga de la vivienda multifamiliar es: A_b (cm²) = 1.98 (1φ5/8')

	Negativo	Positivo	Negativo
As (cm ²) =	6.29	0.59	4.44
a (cm) =		0.01	

Tabla 30: Área de acero.
Fuente: Elaboración propia.

✓ Acero total y cantidad de aceros requeridos

As (cm ²) =	6.29	0.59	4.44
# barras =	3.18	0.30	2.24
	6φ5/8"	1φ5/8"	6 φ5/8"

✓ Requerimientos

As mín.=	2.72	As máx. =	17.93
# barras =	1.37	# barras =	9.06

✓ Considerando una posible redistribución de momentos

B1 =	0.85		ρ _b =	0.0213
ρ =	0.0056	0.0005	0.0039	
% reducc =	0.15	0.20	0.16	
As final =	5.37	0.71	3.72	
# barras =	2.71	0.36	1.88	
	3φ5/8"+	3φ5/8"+	3φ5/8"+	
	2φ3/4"	2φ3/4"	2φ3/4"	

En la figura N° 52 se observa las áreas de cada eje para los posibles diseños de los aceros en cada eje de la edificación.

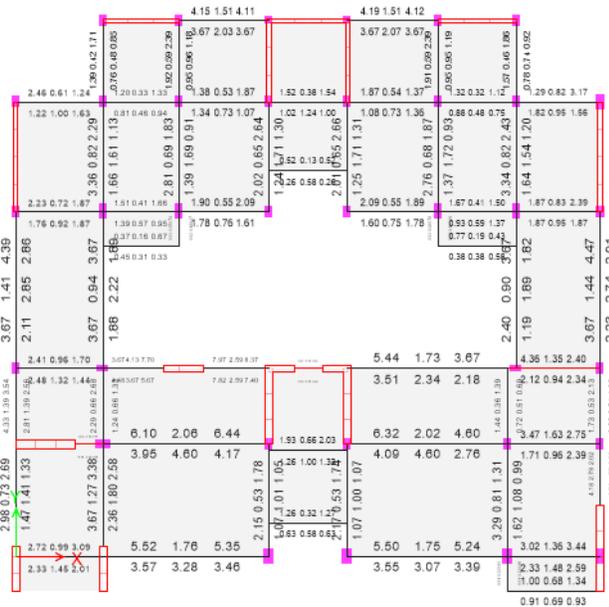


Figura 52: Diseño de acero de vigas.

Fuente: Elaboración propia.

6.2.3.6.3. Diseño de columnas de concreto armado

✓ Cuantías.

La cuantía de refuerzo longitudinal en elementos sometidos a flexión y carga axial no debe ser inferior a 0.01 ni superior a 0.06. Sin embargo, esta cuantía máxima se reduce aún más en la práctica profesional, esto es para evitar el congestionamiento del refuerzo de tal forma de permitir facilidad constructiva y a su vez limitar los esfuerzos de corte en la pieza cuando alcance su resistencia última a la flexión.

✓ Traslapes

Los traslapes sólo son permitidos dentro de la mitad central de la columna y éstos son proporcionados como empalmes a tracción. Esto se debe a la probabilidad que existe que el recubrimiento de concreto se desprenda en los extremos del elemento haciendo que estos empalmes se tornen inseguros. El Reglamento E-060 considera para zonas muy sísmicas que, en cada nudo, la suma de las capacidades últimas en flexión de las columnas sea por lo menos igual a 1.2 veces la suma de las capacidades últimas de

las vigas que concurren a las caras del nudo, y si alguna columna no cumple con esta condición debe de llevar refuerzo transversal de confinamiento en toda su longitud.

✓ Refuerzo transversal

El Reglamento Nacional de Construcciones indica:

1.- Deberá colocarse en ambos extremos del elemento estribos cerrados sobre una longitud L_o medida desde la cara del nudo (zona de confinamiento) que no sea menor que:

- Un sexto de la luz libre del elemento.
- La máxima dimensión de la sección transversal del elemento –45 cm.

El primer estribo deberá ubicarse a no más de 5 cm. de la cara del nudo.

El espaciamiento del refuerzo transversal fuera de la zona de confinamiento, no deberá de exceder de 6 veces el diámetro de la barra longitudinal de menor diámetro, 15 cm. o la mitad de la dimensión más pequeña de la sección transversal del elemento.

✓ Refuerzo longitudinal.

Para el diseño de las columnas se consideró el aumento de las secciones debido al aumento del cortante basal, esto por la condición de que los pórticos deberán de resistir por lo menos el 25% del cortante total en la base.

La capacidad resistente en el resto de las columnas es conforme. Las nuevas plantas típicas de elementos estructurales son las mostradas en los planos correspondientes, se presenta en resumen las secciones típicas y el correspondiente refuerzo para cada una de ellas.

✓ Fuerza cortante que toma el concreto.

En elementos sometidos a compresión axial, corte y flexión, el agrietamiento disminuye y por lo tanto existe una mayor área para resistir el corte. La expresión para determinar el corte que toma el concreto en este tipo de elementos es:

$$V_c = 0,53 \sqrt{f' c} b.d (1 + 0,0071 N_u / A_g)$$

Donde N_u es la fuerza axial mayorada que actúa sobre el elemento y es positiva cuando es de compresión, A_{st} es el área de acero y A_g es el área bruta de la sección de concreto.

Considerando N_u la carga axial máxima en compresión que puede tomar el elemento, entonces tenemos:

$$P_n \text{ máx} = 0.80(0.85 f'_c (A_g - A_{st}) + A_{st} f_y)$$

$$P_n \text{ máx} = 0.80(0.85 f'_c (A_g) + A_{st} f_y)$$

- ✓ Diseño por cortante en los extremos de la columna

Se analiza en la dirección más desfavorable. En esta zona no se toma en cuenta la contribución del concreto, por lo tanto, el requerimiento de estribos está dado por la expresión:

$$S = (A_v \cdot f_y \cdot d) / V_n \geq 10 \text{ cm}$$

- ✓ Cálculo de columna y nudos de placas de la vivienda multifamiliar.

En la siguiente figura N° 53 y N° 54 se observa las áreas de las columnas de todos los pisos, así mismo se procede a diseñar los aceros para cada columna, además se eligen las áreas de los aceros más críticos.

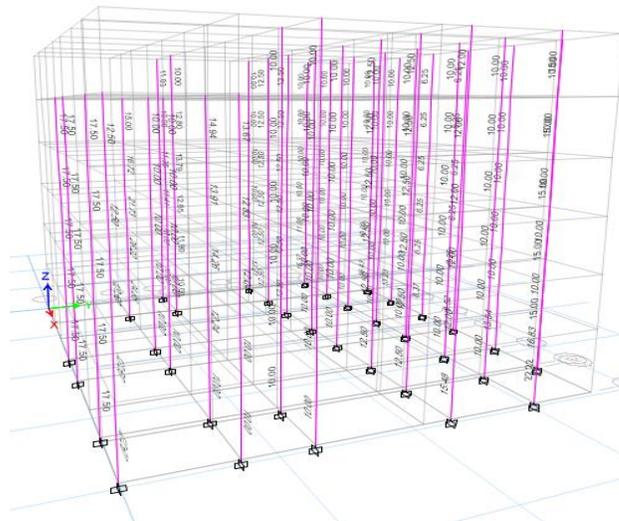


Figura 53: Diseño de acero de columnas.
Fuente: Elaboración propia.

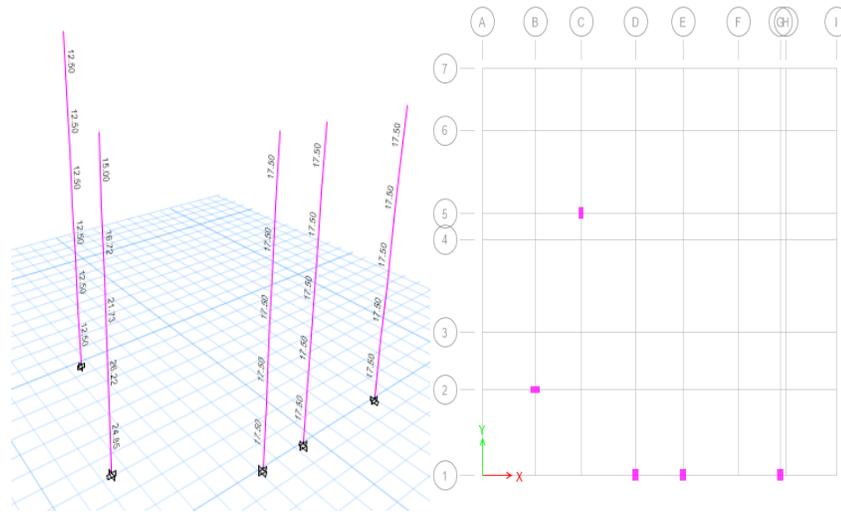


Figura 54: Columnas desfavorables.
Fuente: Elaboración propia.

✓ Columnas y nudos más desfavorables

En la figura N°55 se observa los diagramas de fuerza axial, cortante y momento en el cual Podemos ver que parte de la columna se obtiene resultados más desfavorables.

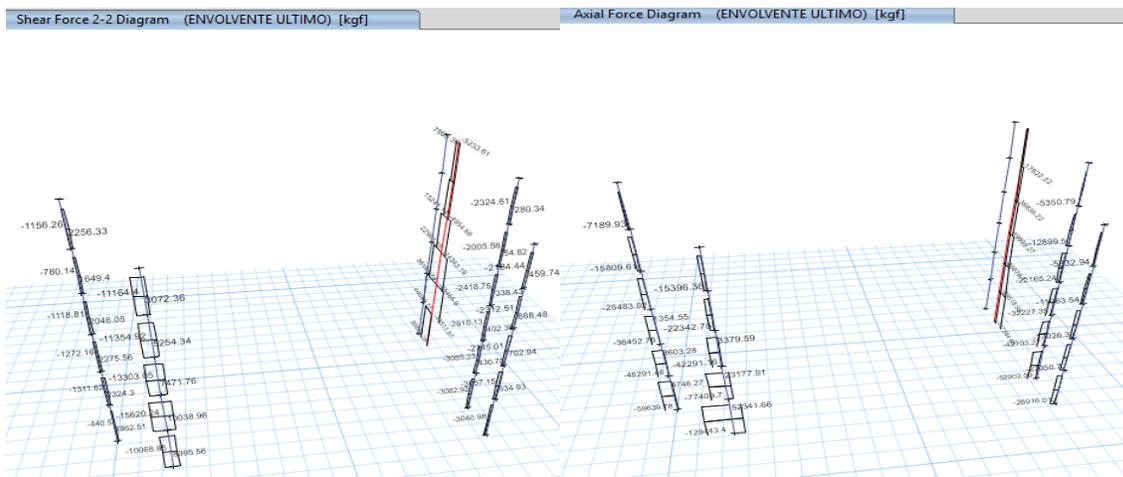


Figura 55: Diagrama de fuerzas axial, cortante y momento.
Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente figura N° 56 y N° 57 se observa el resumen de los resultados obtenido en los Diagramas calculados anteriormente.

Axial Force and Biaxial Moment Design For P_u , M_{u2} , M_{u3}

Design P_u kgf	Design M_{u2} kgf-cm	Design M_{u3} kgf-cm	Minimum M_2 kgf-cm	Minimum M_3 kgf-cm	Rebar % %	Capacity Ratio Unitless
1620.87	-339201.91	294889.95	4415.24	3685.85	1.94	0.686

Axial Force and Biaxial Moment Factors

	C_m Factor Unitless	δ_{ns} Factor Unitless	δ_s Factor Unitless	K Factor Unitless	Effective Length cm
Major Bend(M3)	0.346846	1	1	1	250
Minor Bend(M2)	0.294975	1	1	1	250

Figura 56: Cuadro de diseño por carga axial y flexión.

Fuente: Elaboración propia.

Shear Design for V_{u2} , V_{u3}

	Shear V_u kgf	Shear ΦV_c kgf	Shear ΦV_s kgf	Shear ΦV_p kgf	Rebar A_v/s cm ² /cm
Major, V_{u2}	4067.21	0	4067.21	4067.21	0.0643
Minor, V_{u3}	5030.32	0	5030.32	5030.32	0.0466

Figura 57: Cuadro de diseño por fuerza cortante.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura N° 58 se observa el diagrama de interacción de la columna, así mismo se verifica los momentos que debe permanecer dentro del diagrama de interacción.

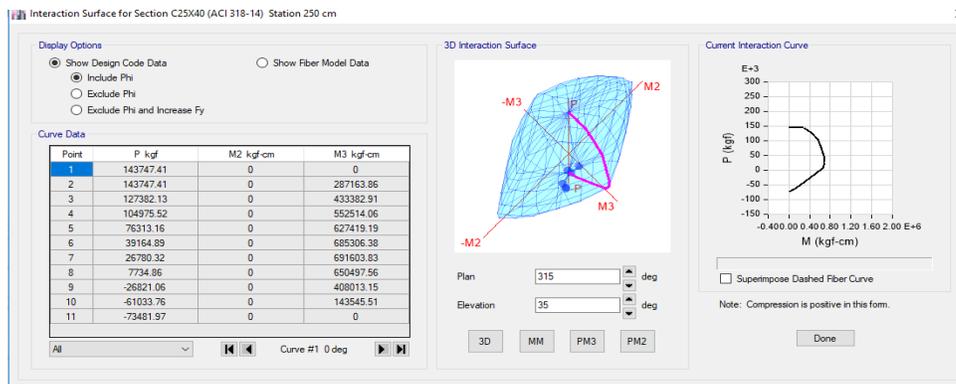


Figura 58: Diagrama de interacción de columna.

Fuente: Elaboración propia.

6.2.3.6.4. Diseño de placas de concreto armado.

Generalmente en los muros los esfuerzos de compresión son bajos dado la gran sección de estos, lo cual con lleva a que en el diagrama de interacción se ubique el punto que indica el par (P_u , M_u) actuante, por debajo del punto que denota la falla balanceada ($P_u < P_b$).

Es usual considerar en el diseño un acero principal concentrado en los extremos y un acero de menor área repartido a lo largo del alma. Dado los esfuerzos elevados que se obtienen en los extremos y con el fin de proveer ductilidad en los núcleos comprimidos (o traccionados).

En el caso de los muros de ductilidad limitada se caracteriza por ser en las direcciones principales muros con espesores reducidos de confinamiento en los extremos, solo se colocan confinamientos en donde se lo necesita.

✓ Diseño por compresión

El diseño de muros de concreto armado sometidos a compresión puede efectuarse a través de dos métodos: el método empírico y el método general de diseño.

El método empírico, consiste en determinar la resistencia a la compresión del muro a través de la siguiente fórmula:

Donde:

$\phi = 0.70$: Factor de reducción de resistencia

$k = 2.0$: Factor de altura efectiva. (muros con apoyos que admite desplazamiento relativo)

L_c : Distancia vertical entre apoyos (cm.)

A_g : Área de la sección transversal del muro (cm²)

t : Sección del muro (cm.)

f'_c : 210 kg/cm²

Método general de diseño de muros, si la carga axial se ubica fuera del tercio central, parte de su sección estará sometida a tracción y, por lo tanto, se diseña siguiendo los criterios del diseño de columna.

✓ Diseño por flexión

Los muros con esfuerzos de flexión debido a la acción de fuerzas coplanares deberán diseñarse de acuerdo a lo siguiente:

1.-Muros esbeltos, cuando $H/L \geq 1$

Serán aplicables los lineamientos generales establecidos para el diseño de elementos en flexo compresión. El refuerzo vertical se distribuirá a lo largo del muro, debiéndose concentrar mayor refuerzo en los extremos.

2.-Muros poco esbeltos, cuando $H/L < 1$

Usualmente estos muros tienen carga axial no significativa, y la distribución de esfuerzos no cumple con los lineamientos establecidos para flexión y/o flexo compresión. El diseño de estos muros es semejante al diseño de vigas pared.

• **Refuerzo vertical por corte**

La cuantía ρ_v del refuerzo vertical por corte será mayor o igual a:

$$\rho_v = (0.0025 + 0.5(2.5 - H/L) (\rho_h - 0.0025)) \geq 0.0025$$

Pero no necesitará ser mayor que el refuerzo horizontal requerido.

El espaciamiento del refuerzo vertical será el menor de:

$L/3$, $3t$, 45cm .

Cuando se tengan muros con espesores mayores a 25 cm. el refuerzo por corte horizontal y vertical tendrá que distribuirse en dos caras.

✓ Diseño de la placa N°2 para los pisos 1 y 2

Para diseñar las placas lo primero que se realiza es seleccionar un tipo de placa por todos los pisos que está comprenda. Para eso seguimos los siguientes pasos: All Stories, seleccionamos la placa, Assign, Shell, Pier label, y colocamos P1 y le damos Apply.

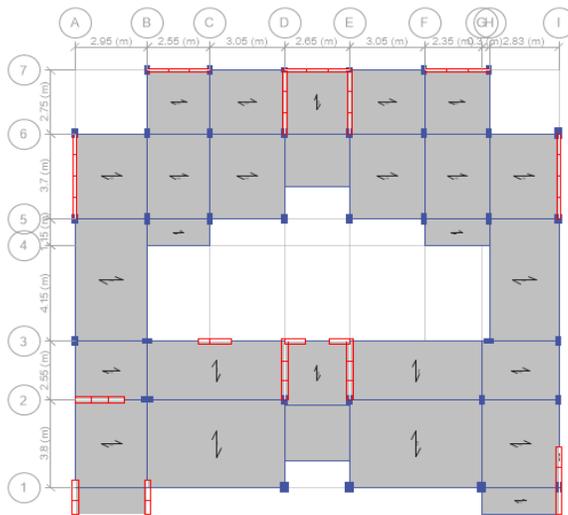


Figura 59: Vista en planta de placas.
Fuente: Elaboración propia.

Seleccionamos el comando View, Show selected objects only, y nos saldrá esta imagen. En el cual se observa el P1 en planta y en 3D.

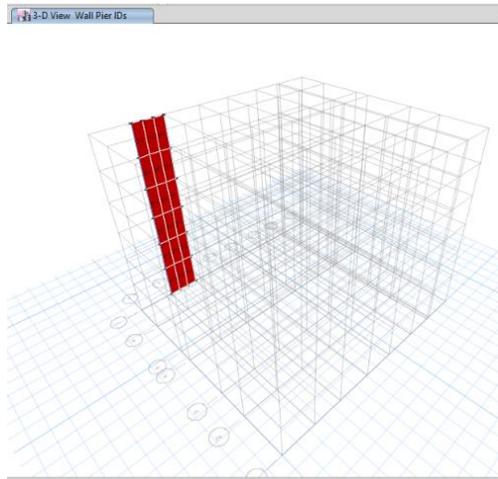


Figura 60: Vista de placa N° 02 en planta y elevación.
Fuente: Elaboración propia.

Seleccionamos Design, Shear wall design, define general pier sections, y nos saldrá esta ventana, colocamos esas opciones y seleccionamos Sections Designer y nos saldrá esta ventana y se empieza a diseñar los aceros para la respectiva placa.

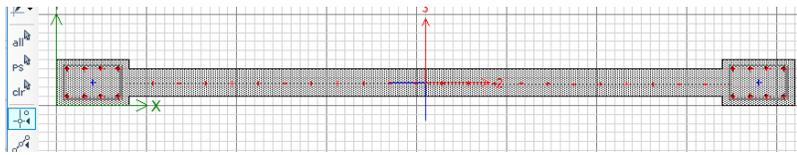


Figura 61: Diseño de acero de la placa.
Fuente: Elaboración propia.

Seleccionamos el primer piso y le damos clic derecho y nos saldrá esta ventana con los siguientes resultados.

Flexural Design for P_u , M_{u2} and M_{u3}

Station Location	Required Rebar Area (m ²)	Required Reinf Ratio	Current Reinf Ratio	Flexural Combo	P_u tonf	M_{u2} tonf-m	M_{u3} tonf-m	Pier A_o m ²
Top	0.002717	0.0067	0.0109	0.9D+CSXD	7.7188	7.8319	49.0617	0.405
Bottom	0.00636	0.0157	0.0109	1.25(D+L)+CSXD	29.2374	-14.34	104.9404	0.405

Shear Design

Station Location	ID	Rebar m ² /m	Shear Combo	P_u tonf	M_u tonf-m	V_u tonf	ΦV_c tonf	ΦV_s tonf
Top	Leg 1	0.00038	1.25(D+L)+CSXD	17.0473	19.0961	17.0199	31.7479	55.9511
Bottom	Leg 1	0.00038	1.25(D+L)+CSXD	10.7809	38.9007	19.7668	30.718	54.9211

Boundary Element Check

Station Location	ID	Edge Length (m)	Governing Combo	P_u tonf	M_u tonf-m	Stress Comp tonf/m ²	Stress Limit tonf/m ²	C Depth m	C Limit m
Top-Left	Leg 1	0	1.25(D+L)+CSXD	41.9389	-19.1635	227.53	420	Not Required	Not Required
Top-Right	Leg 1	0	1.25(D+L)+CSXD	41.9389	19.0961	227.11	420	Not Required	Not Required
Bottom-Left	Leg 1	0	1.25(D+L)+CSXD	37.2121	-25.7577	255.73	420	Not Required	Not Required
Bottom-Right	Leg 1	0	1.25(D+L)+CSXD	37.2121	38.9007	336.58	420	0.15496	0.56667

Figura 62: Cuadro de diseño.
Fuente: Elaboración propia.

En la figura N° 63 se observa los resultados de los momentos que se deben encontrar dentro del diagrama de interacción en la parte top.

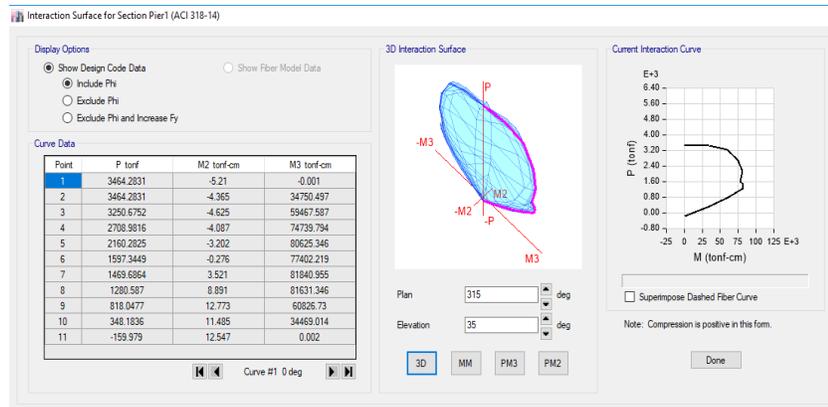


Figura 63: Diagrama de interacción de la placa (top).
Fuente: Elaboración propia.

En la figura N° 64 se observa los resultados de los momentos que se deben encontrar dentro del diagrama de interacción en la parte bottom.

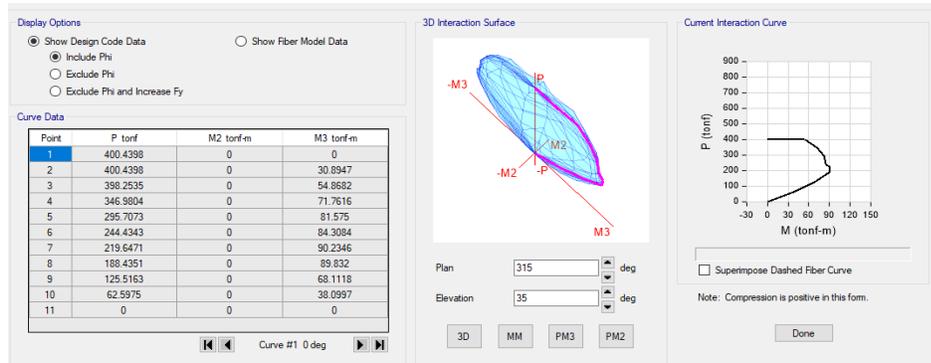


Figura 64: Diagrama de interacción de la plata (botom).
Fuente: Elaboración propia.

6.2.3.6.5. Diseño de acero en escalera.

- DATOS GENERALES

Espesor t (cm) =	15
Ancho b (cm) =	100
Peralte Efectivo d (cm) =	12
Resist Comp f'c (kg/m2) =	210
Punto Fluencia fy (kg/cm2) =	4200

- METRADO DE CARGAS

En las cargas muerta de las escaleras consideramos la altura de de la mitad de un contrapaso mas un contrapaso y eso lo multiplicamos por el concreto que es 2.4 t/m. Carga Muerta de acabados mas baranda es de 0.2t/m y eso multiplicado por el ancho de la escalera. Carga viva considerado 0.2 t/m.

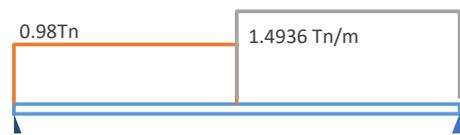
CARGA M		
P.P ESC	0.624	T/M
ACAB Y BAR	0.2	T/M
	0.824	
CARG VIVA		
S/C	0.2	
	0.2	

El peso total de la escalera es: **1.4936 Tn/m**

long	3.9	m
Mmax +	2.840	t/m
factor	0.8,0.9	
Mmax+ fin	2.27	t.m
Mmax-	0.68	t.m

Para obtener el momento máximo es $W_u \cdot \text{long} \cdot \text{long} / 8$. Se considera un factor de 0.8 por que el apoyo es en placa. El momento máximo final es la multiplicación de Mmax. X 0.8. Para Mmax. Es la multiplicación de Mmax+fin x 0.3.

✓ **DETERMINANDO EL MOMENTO ULTIMO:**



CARGA DISTRIBUIDA
EN VIGA
SIMPLEMENTE
APOYADA

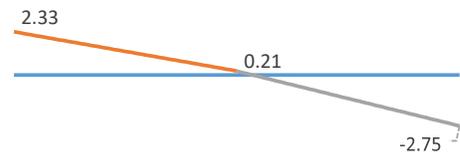


DIAGRAMA DE
FUERZAS CORTANTES

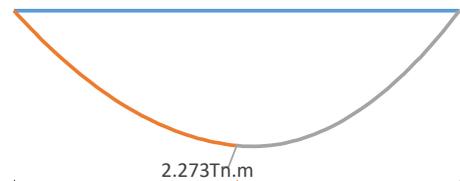


DIAGRAMA DE
MOMENTOS
FLECTORES

El momento máximo ultimo = 2.273 tn-m

El momento máximo negativo ultimo = $0.30 \cdot 2.273 = 0.6819$

- **CÁLCULO DE A_s +(CM2) Y DISTRIBUCIÓN DE REFUERZO.**

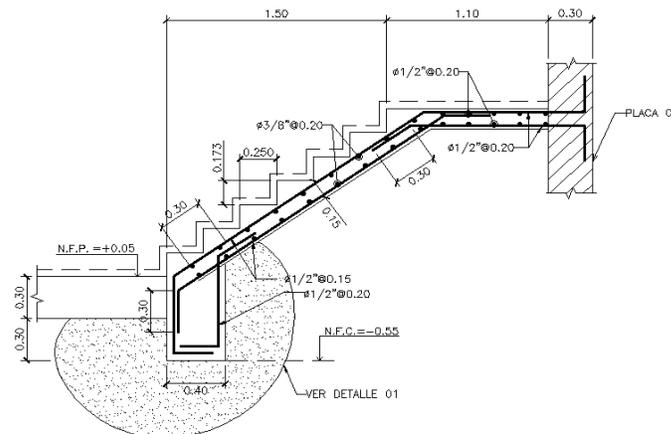
$Mu+$ (t.m) =	2.27	
A_s+ (cm2) =	5.28	
A_s min (cm2) =	1.8	
A_s final (cm2) =	5.28	
ϕ 1/2" @	0.24 m	1/2 @0.20

Consideramos el acero positivo de 1/2" @0.20 cm

- **CÁLCULO DE A_s - (CM2) Y DISTRIBUCIÓN DE REFUERZO**

$Mu-$ (t.m) =	0.68	
A_s - (cm2) =	1.53	
A_s min (cm2) =	1.8	
A_s final (cm2) =	1.80	
ϕ 3/8" @	0.39 m	3/8 @0.20

Consideramos el acero negativo de 3/8" @0.20 cm



TRAMO 1
ESCALERA TIPO 01
S/C=200KG/M2
Esc. 1:25

Figura 65: Detalle de escalera.
Fuente: Elaboración propia.

6.3.1. CIMENTACIÓN SUPERFICIAL

6.3.1.1. Capacidad de carga

Para calcular la capacidad de carga de la edificación mediante el programa Etabs, realizamos los siguientes pasos: damos clip en la ventana de Display, luego clip en

show tables. (Ver figura N° 66).

Unas ves realizadas los pasos anteriores, seleccionamos Analysis, Results, Structure Results, Story Forces.

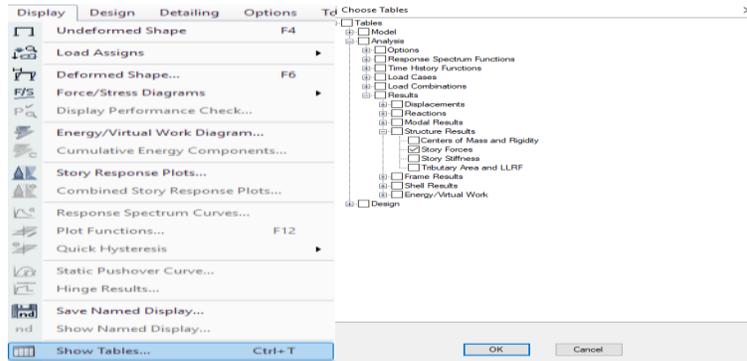


Figura 66: Ventana para obtener la capacidad de carga.

Fuente: Elaboración propia.

Al realizar los pasos mencionados líneas arriba, obtendremos el siguiente cuadro de datos. Donde obtenemos que la capacidad de carga de la edificación es de **1833.3686**

Tn.

Story	Load Case/Combo	Location	P tonf	VX tonf	VY tonf	T tonf-m	MX tonf-m	MY tonf-m
NIV-1	SERV1	Bottom	1833.3686	0	0	0	16696.0455	-18010.8195

Figura 67: Cuadro de capacidad de carga (SERV1 - D+L).

Fuente: Elaboración propia.

6.3.1.2. Asentamiento elástico

En la siguiente figura N° 68 se observa el cálculo de los asentamientos el cual según norma debe ser menor a 1”.

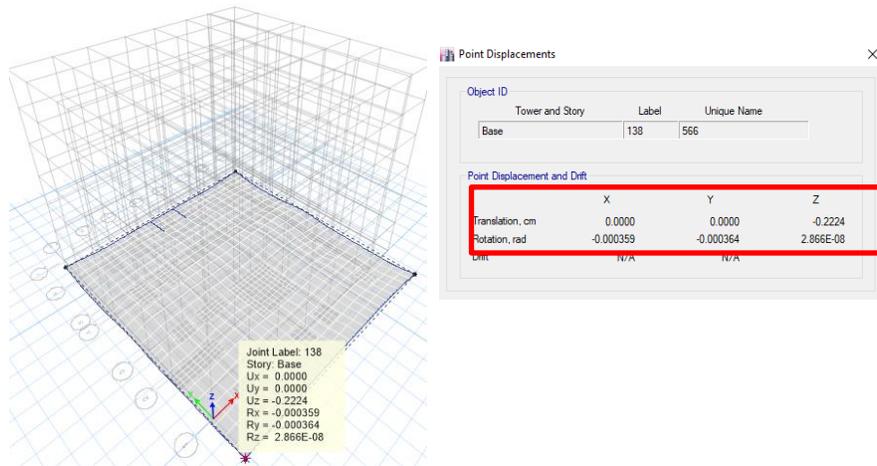


Figura 68: Calculo de Asentamiento.

Fuente: Elaboración propia.

Podemos observar en la figura que el asentamiento de $UZ= 0.2224$ en ese punto de la edificación.

6.3.1.3. Diseño de cimentación

Se propuso losa de cimentación con vigas bajo columnas y muros portantes. El procedimiento de análisis consistió en modelar el suelo como resortes elásticos bajo la losa y analizar el conjunto estructura–cimentación-suelo con un método matricial resuelto en un programa de cómputo, para este caso se empleó el programa Etabs que resuelve la distribución de las presiones, considerando los resortes elásticos en función del módulo de balastro del terreno. Se consideró conservadoramente un módulo de balastro de 2.2 Kg/cm^3 . (ver tabla N° 31).

MODULO DE REACCION DEL SUELO					
Esf. Adm. (Kg/Cm ²)	Winkler (Kg/Cm ³)	Esf. Adm. (Kg/Cm ²)	Winkler (Kg/Cm ³)	Esf. Adm. (Kg/Cm ²)	Winkler (Kg/Cm ³)
0.25	0.65	1.55	3.19	2.85	5.70
0.30	0.78	1.60	3.28	2.90	5.80
0.35	0.91	1.65	3.37	2.95	5.90
0.40	1.04	1.70	3.46	3.00	6.00
0.45	1.17	1.75	3.55	3.05	6.10
0.50	1.30	1.80	3.64	3.10	6.20
0.55	1.39	1.85	3.73	3.15	6.30
0.60	1.48	1.90	3.82	3.20	6.40
0.65	1.57	1.95	3.91	3.25	6.50
0.70	1.66	2.00	4.00	3.30	6.60
0.75	1.75	2.05	4.10	3.35	6.70
0.80	1.84	2.10	4.20	3.40	6.80
0.85	1.93	2.15	4.30	3.45	6.90
0.90	2.02	2.20	4.40	3.50	7.00
0.95	2.11	2.25	4.50	3.55	7.10
1.00	2.20	2.30	4.60	3.60	7.20
1.05	2.29	2.35	4.70	3.65	7.30
1.10	2.38	2.40	4.80	3.70	7.40
1.15	2.47	2.45	4.90	3.75	7.50
1.20	2.56	2.50	5.00	3.80	7.60
1.25	2.65	2.55	5.10	3.85	7.70
1.30	2.74	2.60	5.20	3.90	7.80
1.35	2.83	2.65	5.30	3.95	7.90
1.40	2.92	2.70	5.40	4.00	8.00
1.45	3.01	2.75	5.50		
1.50	3.10	2.80	5.60		

Tabla 31: Cuadro de Modulo de balastro.
Fuente: Elaboración propia.

Se realizó una revisión global de la cimentación, determinando las cargas transmitidas por la estructura y sus puntos de aplicación.

La presión promedio en el suelo (como presión neta igual a la transmitida por la construcción) se comparó a la capacidad portante del suelo, para que este no exceda este promedio. El procedimiento de análisis comprende lo siguiente:

- Se supone una distribución de presiones bajo la losa que sea congruente con el

tipo de suelo de cimentación.

- Con la presión neta supuesta se determina los hundimientos del suelo y se revisa que no excedan los admisibles.
- Se realiza un análisis de retícula que queda en equilibrio global bajo cargas externas. Se despreció la rigidez a flexión de las columnas.

Al realizar el estudio de suelos, obtenemos un esfuerzo admisible de 1.00 kg/cm², por lo tanto, según la tabla obtenemos un módulo de balasto de 2.20 kg/cm².

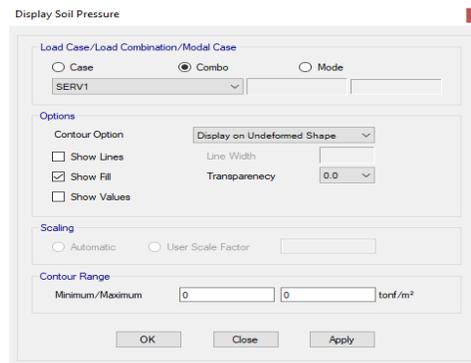


Figura 69: Cálculo de Asentamiento.
Fuente: Elaboración propia.

Resultado de las presiones que actúan en la losa de cimentación mediante las cargas muertas y las cargas vivas.

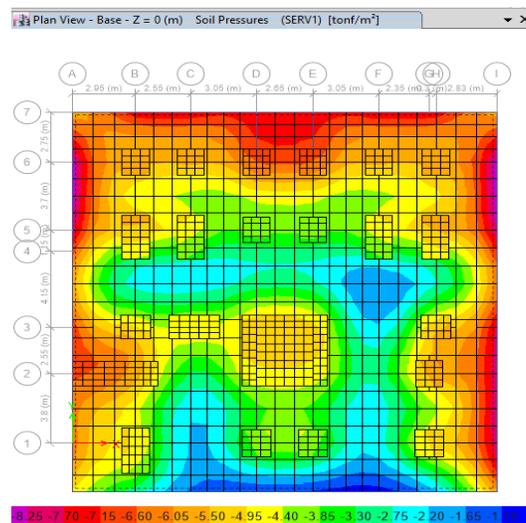


Figura 70: Presiones Actuales del Terreno, Combinación D+L (SERV1).
Fuente: Elaboración propia.

Resultado de las presiones que actúan en la losa de cimentación mediante las cargas muerta y las cargas vivas más las cargas de sismo en X.

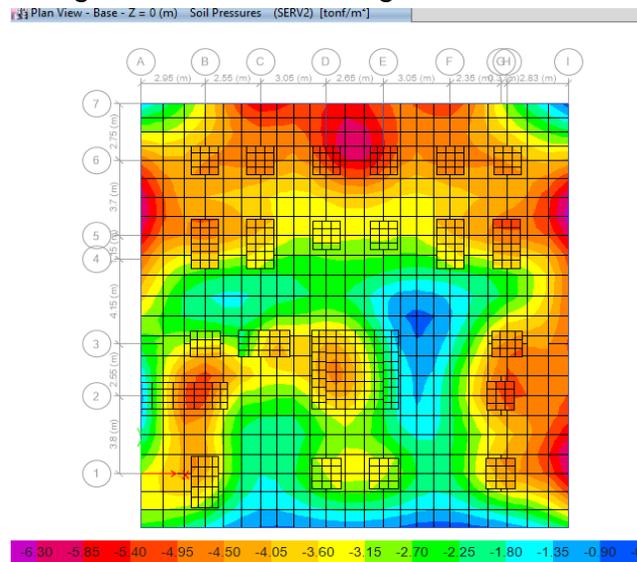


Figura 71: Presiones Actuantes del Terreno, Combinación D+L+0.7SX (SERV2).
Fuente: Elaboración propia.

Resultado de las presiones que actúan en la losa de cimentación mediante las cargas muertas y las cargas vivas más las cargas de sismo en Y.

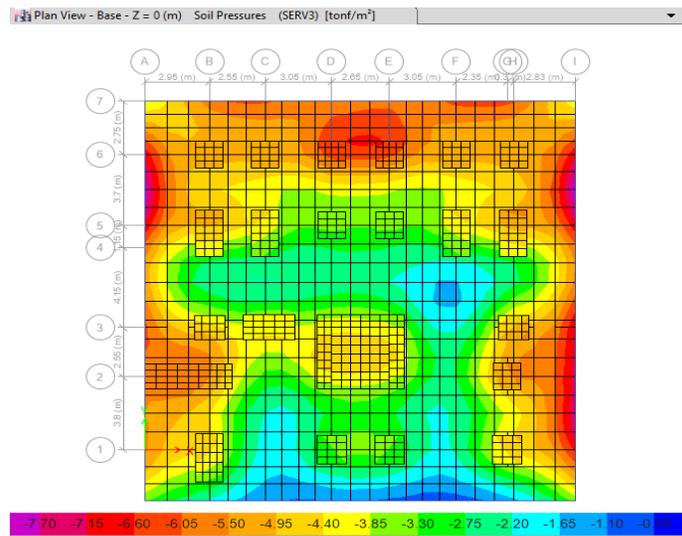


Figura 72: Presiones Actuantes del Terreno, Combinación D+L+0.7SY (SERV3).
Fuente: Elaboración propia.

Esfuerzo máx. Actuante 0.825 kg/cm² <Esfuerzo permisible 1.00 kg/cm².
Combinación de carga crítica =D+L.

6.3.1.4. Análisis Estructural – Losa de Cimentación

Resultado de los diagramas de momento flectores que actúan en la losa de cimentación mediante las cargas muertas y las cargas vivas más las cargas de sismo en x-x.

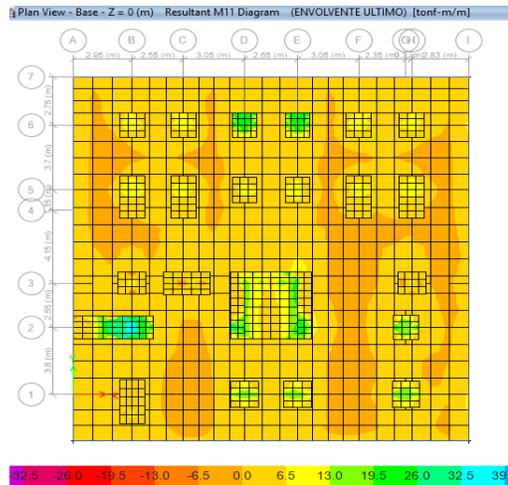


Figura 73: Diagrama Momentos Flectores Dirección.
Fuente: Elaboración propia.

Para calcular los aceros, realizamos los siguientes pasos: Design, Concrete Slab Design, Start Design, para ejecutar los cálculos. Finalmente volvemos a realizar los pasos finales: Design, Concrete Slab Design, Display Flexural Design.

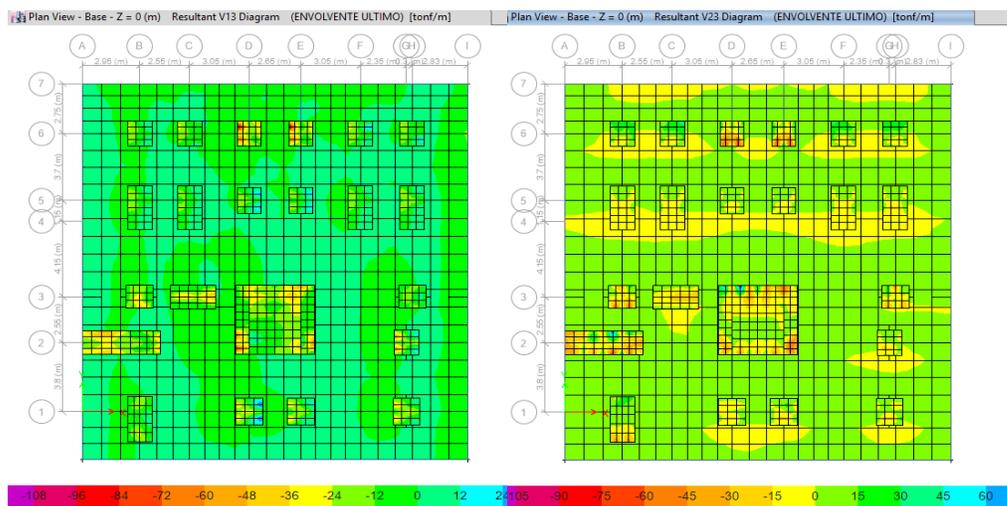


Figura 74: Diagrama de acero de losa (CARA BOTOM Y CARA TOP).
Fuente: Elaboración propia.

✓ DISEÑO DEL ACERO DE LA LOSA

LOSA 30	CANTIDAD	UND
TOP	0.0525	CM2/CM
	5.25	CM2/M
BOTT	0.059	CM2/CM
	5.9	CM2/M

DIAMETRO	AREA	TOP(M)	BOTTOM(M)	REAL TOP	REAL BOTTOM
3/8"	0.71	0.135	0.12		
1/2"	1.27	0.242	0.22	0.20	0.20

El refuerzo en la malla superior (acero negativo) e inferior (acero positivo) será de 1/2" @0.20m.

✓ DISEÑO DE ENSANCHE DE LOSA DE CIMENTACIÓN

Para diseñar el ensanche de losa de cimentación en el programa Etabs, seguiremos los siguientes pasos: define, section properties, slab sections, add new property, y nos aparecerá esta ventana.

Creamos una zapata de dimensión 0.60 cm, como podemos observar en la figura N° 75. A continuación, asignamos la zapata a la edificación, para eso seguiremos los siguientes pasos correspondientes.

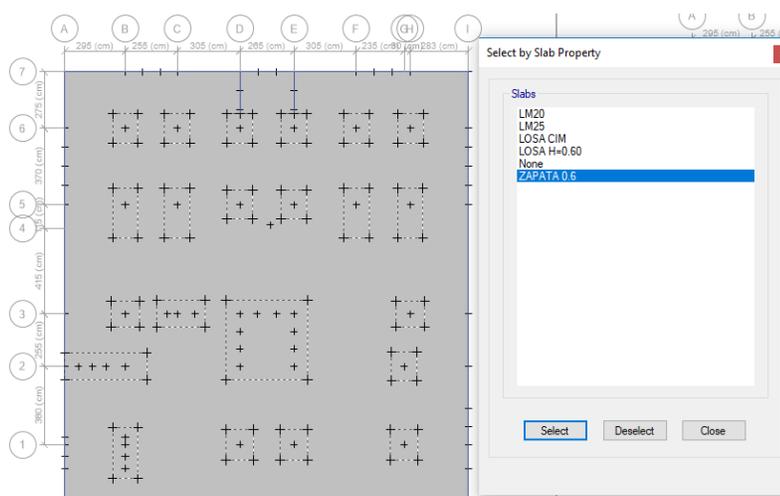


Figura 75: Creación de Zapata.
Fuente: Elaboración propia.

- DISEÑO DEL ACERO DE ZAPATA N°08

Z-01	CANTIDAD	UND
TOP	0.05	CM2/CM
	5	CM2/M
BOTT	0.095	CM2/CM
	95	CM2/M

Diámetro	Area	TOP(m)	BOTTOM(m)	real top	real bottom
3/8"	0.71	0.142	0.07		
1/2"	1.27	0.254	0.13	0.25	
5/8"	1.98	0.396	0.21		0.2

El refuerzo en la malla superior (acero negativo) será de 1/2" @0.25m, mientras que en la malla inferior (acero positivo) el refuerzo será de 5/8" @0.20m.

6.3.1.5. Análisis Estructural – Viga de cimentación

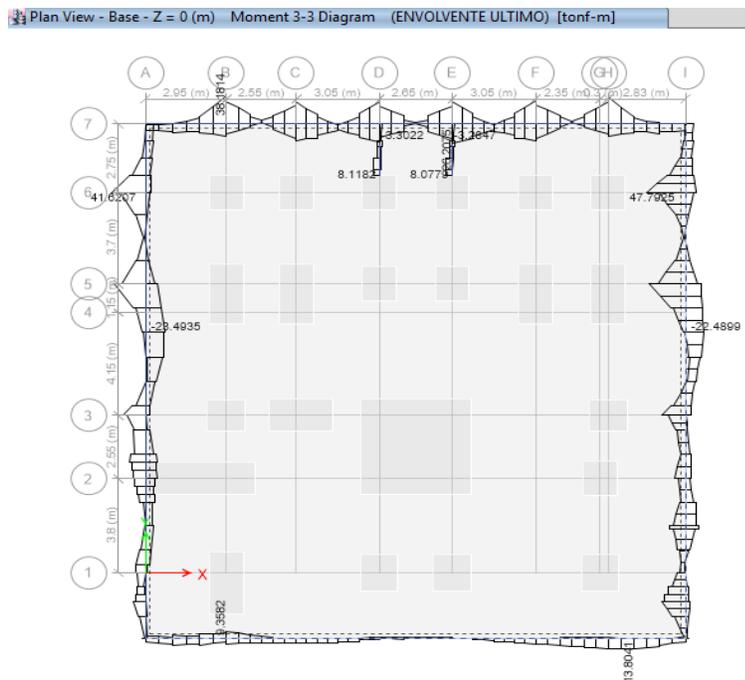


Figura 76: Diagrama Momento Flectores de Vigas.
Fuente: Elaboración propia.

✓ DISEÑO DE ACERO DE VIGA CIMENTACIÓN (40X80)

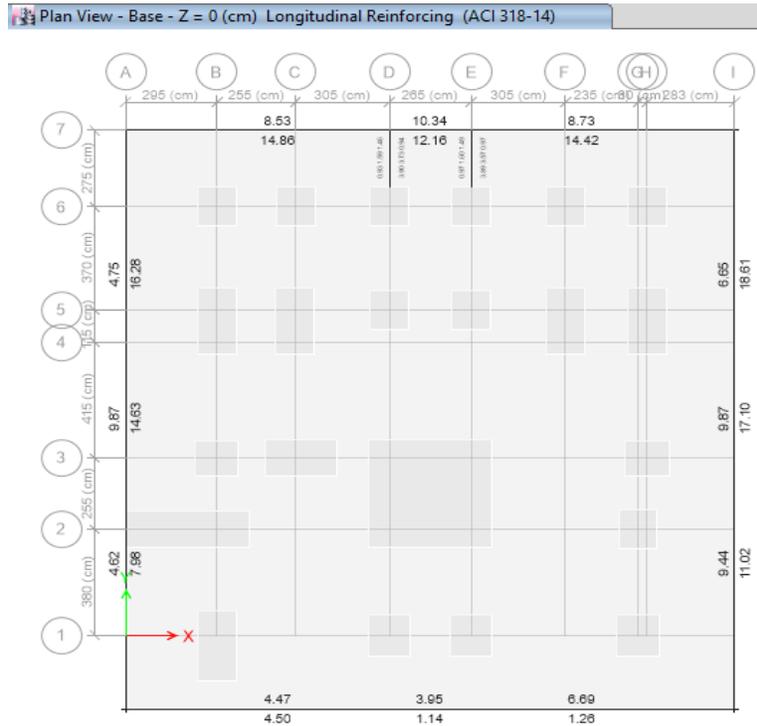


Figura 77: Diagrama Acero de Vigas.
Fuente: Elaboración propia.

6.4.1. Presupuesto

METRADO

PROYECTO: VIVIENDA MULTIFAMILIAR
UBICACIÓN: HUACHO

ITEM	MEDIDA	METRADO	P.U	TOTAL	
ESTRUCTURAS					
CONSTRUCCIONES PROVISIONALES					
TRANSPORTE DE EQUIPO Y HERRAMIENTA	VJE.	8	200	1600	
ACARREO DE MATERIAL	GLB.	1	300	300	
EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL	GLB.	1	4000	4000	
SEGURO SCTR	GLB.	1	2800	2800	
OFICINA DE OBRA 3.6mX3.6m	M2	14	87	1218	
ALMACEN	M2	21	87	1827	
CASETA PARA GARDIANIA	GLB.	1	1000	1000	
CARTEL DE IDENTIFICACION	UND	1	750	750	
EXCAVACIONES					
EXCAVACIONES MASIVAS	M3	464.20	60	27852	
RELLENOS					
RELLENO CON MATERIAL DE PRÉSTAMO	M3	464.20	34	15782.8	
OBRAS DE CONCRETO					
RELLENO DE ESCALERA F'c=140kg/cm2	M3	0.29	31.88	9.1655	
OBRAS DE CONCRETO ARMADO					
LOSA DE CIMENTACION					
CONCRETO F'c=280 kg/cm2	M3	464.20	480	222816	
ACERO CORRUGADO F'y=4200kg/cm2	KG	4799.66	5	23998.3	
VIGA DE CIMENTACION					
CONCRETO F'c=280 kg/cm2	M3	32.80	480	15744	
ACERO CORRUGADO F'y=4200kg/cm2	KG	1923.51	5	9617.55	
ZAPATAS					
CONCRETO F'c=280 kg/cm2	M3	14.86	395	5869.7	
ACERO CORRUGADO F'y=4200kg/cm2	KG	820.72	5	4103.6	
SOBRECIMIENTO					
CONCRETO F'c=280 kg/cm2	M3	12.51	395	4941.45	
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	122.45	5	612.25	
COLUMNAS					
CONCRETO F'c=210 kg/cm2	M3	45.31	480	21747.144	
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	451.57	58	26191.234	
ACERO CORRUGADO F'y=4200kg/cm2	KG	4897.17	5	24485.85	
PLACAS					
CONCRETO F'c=210 kg/cm2	M3	90.59	480	43483.2	
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	421.03	58	24419.74	
ACERO CORRUGADO F'y=4200kg/cm2	KG	15092.90	5	75464.5	
VIGAS					
CONCRETO F'c=210 kg/cm2	M3	86.58	420	36363.6	
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	84.00	58	4872	
ACERO CORRUGADO F'y=4200kg/cm2	KG	8801.53	5	44007.65	
LOSA MACIZA					
CONCRETO F'c=210 kg/cm2	M3	25.26	420	10609.2	
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	126.30	58	7325.4	
ACERO CORRUGADO F'y=4200kg/cm2	KG	2037.65	5	10188.25	
LOSA ALIGERADA					
CONCRETO F'c=210 kg/cm2	M3	222.59	420	93487.8	
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	207.40	48	9955.2	
ACERO CORRUGADO F'y=4200kg/cm2	KG	1847.28	5	9236.375	
LADRILLO DE TECHO	UND	17413.00	3.75	65298.75	
ESCALERAS					
CONCRETO F'c=210 kg/cm2	M3	3.97	420	1667.4	
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	16.12	68	1096.16	
ACERO CORRUGADO F'y=4200kg/cm2	KG	320.67	5	1603.35	
COSTO DIRECTO				S/.	856,344.62
GG. (15%)				S/.	128,451.69
UTILIDAD (10%)				S/.	85,634.46
SUBTOTAL				S/.	1,070,430.77
IGV(18%)				S/.	192,677.54
TOTAL				S/.	1,263,108.31

Figura 78: Presupuesto de obra.
Fuente: Elaboración propia.

6.5.1. Cronograma de Gantt

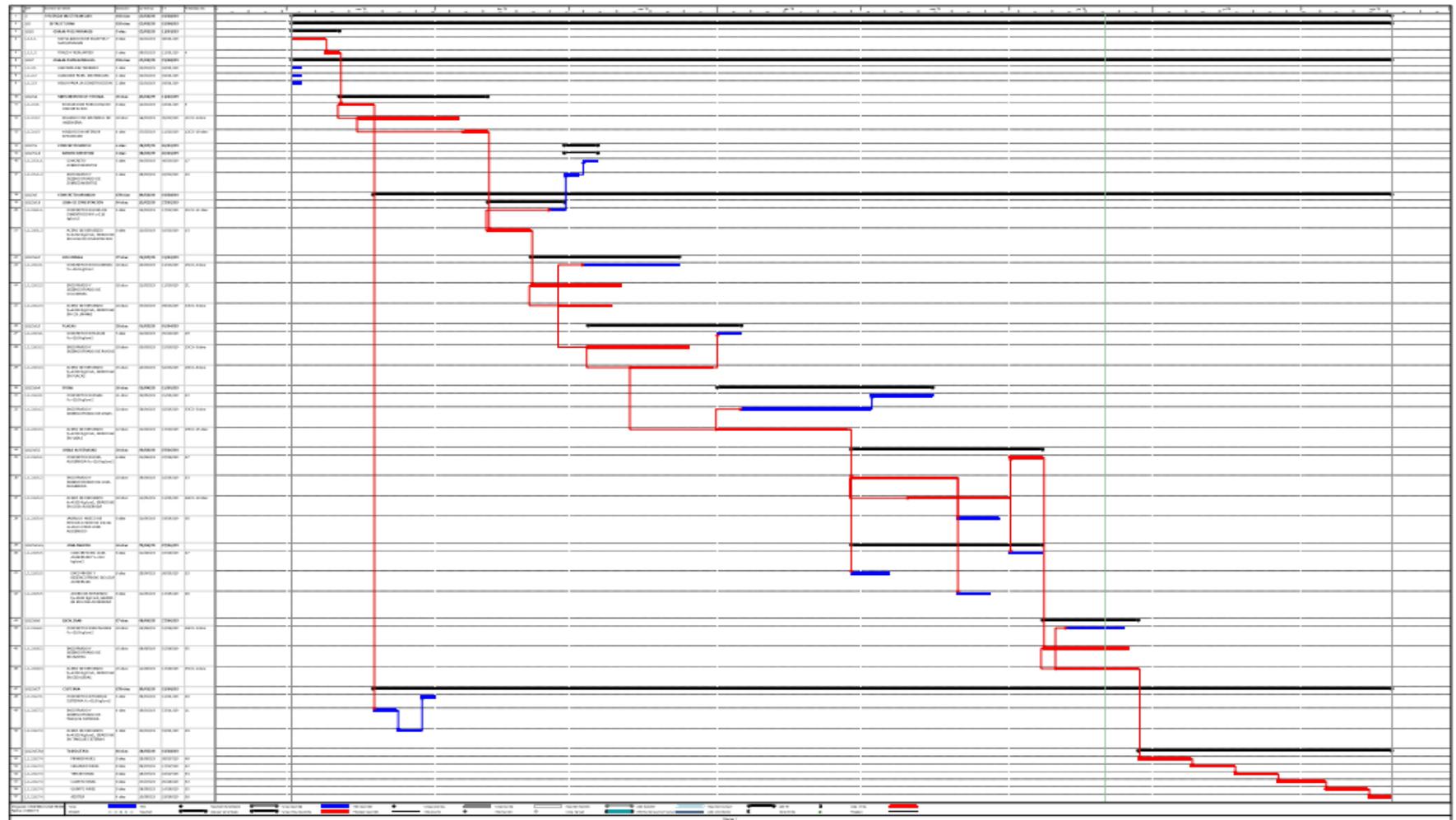


Figura 80: Cronograma de Obra.
Fuente: Elaboración propia.

ANEXO N° 07
ESTUDIO DE SUELO

7.1. Generalidades.

7.1.1. Normatividad.

El estudio de mecánica de suelos ejecutado, está en concordancia con la Norma E-050 de Suelos y Cimentaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones.

7.1.2. Geología de Área de Estudio.

En el reconocimiento del área de estudio se ha comprobado que el material pertenece de la era del cenozoico, sistema cuaternario. La zona se caracteriza por las acumulaciones de arena, limo formados a partir de la carga de fondo del viento.

Tal como indica la zonificación del mapa geológico (23-i Huaral), que comprende esta zona en Depósito Eólicos (Q-e2), característicos de la zona costera, indicando la litoestratigrafía la presencia material de capas de conglomerados, gravas y arenas.

La zona en estudio se encuentra localizada sobre un depósito Eólico, el cual ha sido depositado durante el pleistoceno. Superficialmente se encuentra un relleno de arena limosa. Arena contiene granos gruesos, seguidamente se detecta un lente de arcilla. Subyaciendo a estos suelos se encuentran depósitos de arena mal graduada, arenas con gravas pocos finos o sin finos.

7.2. Consideraciones Sísmicas.

7.2.1. Intensidad.

Según el análisis sismo tectónico, existen en el mundo dos zonas muy importantes de actividad sísmica conocidas como el Círculo Alpino Himalayo y el Círculo Circunpacífico. En esta última donde se encuentra el Perú, han ocurrido el 80% de los eventos sísmicos en el mundo. Por lo tanto, nuestro país está comprendido entre una de las regiones de más alta actividad sísmica.

7.2.2. Zonificación Sísmica.

Dentro del territorio peruano se han establecido diversas zonas, las cuales presentan

diferentes características de acuerdo a la mayor o menor presencia de los sismos. Según el Mapa de Zonificación Sísmica, en la zona de Huacho se encuentra comprendida en la Zona 4, correspondiente a una sismicidad alta.

7.2.3. Tipo de Suelo y periodo predominante.

De acuerdo a la Norma de Diseño Sismo Resistente del Reglamento Nacional de Edificaciones en su versión vigente (E.030 2018), se deberá tomar los siguientes valores:

(a) Factor de Zona $Z = 0.45$ (*)

(b) Condiciones Geotécnicas:

Según Clasificación E-030 S3: Suelo Blandos

(c) $T_P = 1.0$ seg $T_L = 1.6$ seg

(d) Factor de Amplificación de Suelo $S = 1.10$

(*) El área en estudio, corresponde a la Zona 4, el factor de zona se interpreta como la aceleración máxima del terreno con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años.

7.2.4. Fuerza Cortante en la Base.

La fuerza cortante total en la base de la estructura debido a la acción sísmica se determinará mediante la siguiente expresión:

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

Donde:

Z = Factor de Zona

U = Factor de Uso

S = Factor de suelo

C = Coeficiente sísmico

R = Factor de Reducción

P = Peso de la edificación

7.3. Investigación de Campo.

La presente investigación de campo se realizó analizando las calicatas y ensayos ejecutados en la zona de estudio. Con las calicatas no se pudo llegar hasta los -1.50m debido a la presencia del nivel freático, para cumplir con el reglamento E-050, se tuvo que realizar prospecciones mediante equipo DLP hasta los 3m de profundidad como mínimo. Debido a las características del proyecto planteada no ha sido necesario efectuar calicatas de mayor profundidad, si existiera alguna nueva infraestructura que requiera mayor profundidad será necesario completar con nuevos puntos de investigación.

7.3.1. Excavación de Calicatas.

Para determinar las características físicas y mecánicas del suelo, se ha realizado una evaluación de las características de los estratos existentes in situ de los tres (03) puntos de investigación: Excavación de tres (03) calicatas de las que se ha obtenido muestras en suficiente cantidad para la ejecución de los respectivos ensayos de laboratorio, a fin de abarcar toda el área en investigación. La profundidad de las exploraciones han sido las siguientes.

CALICATA	PROFUNDIDAD	NIVEL FREATICO
C-1	1.50 m	0.70 m
C-2	1.50m	0.70 m
C-3	1.50m	0.70 m

ENSAYO DPL	PROFUNDIDAD	NIVEL FREATICO
DPL-1	3.20 m	0.70 m
DPL-2	3.30 m	0.70 m

Tabla 32: Profundidad de ensayo de Calicata y DPL.
Fuente: Elaboración propia.

7.3.2. Suelos.

Los suelos han sido clasificados de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), según se muestra en los certificados de los ensayos de laboratorio. Se encontraron una variedad de tipos de suelos que se han sintetizado de la siguiente forma, siendo la primera la capa más superficial y la última la más profunda, (la

descripción se muestra en los sondajes):

- Material de arcilla Limosa de Mediana plasticidad, Arena Fina (SP- SM).
- Material de limo Arcilloso (orgánico), arena fina (SP-SM).
- Material de arcilla Limosa de Baja Plasticidad, arena fina Limosa

7.3.3. Ensayo de Penetración Dinámica Ligera (DPL).

Los ensayos de penetración dinámica en general, consisten en la introducción de una punta lanza de dimensiones normalizadas por medio de dispositivos de percusión, midiendo el número de golpes realizados para un determinado avance.

El procedimiento del ensayo es un ensayo de registro continuo que consiste en contabilizar el número de golpes N necesarios para hincar tramos de varillaje de 10 o 20 cm de longitud. Los golpes son dados por una masa de peso conocido que cae libremente desde una altura constante.

El principio para el equipo de DPL (Dymanic Probing Light) es el siguiente:

Una vez limpiado el terreno de aplicación del sondaje, se ajusta una tubería a la punta lanza de acero cónica de 60° ángulo en la punta, realizándose la hincada de la punta con el golpeo de una masa de 30 kg de peso, desde una altura de caída constante de 25 cm. Se toman lecturas del número de golpes cada 4" (10 cm), deteniéndose el proceso cuando el Número de Golpes (NDPL) alcanza el rechazo (80 a 100 golpes).

A través de las características del equipo se puede llegar a usar correlaciones del DPL con el equipo de SPT (Ensayo Estándar de Penetración) y así utilizar la investigación de reconocidos profesionales (como Terzaghi y Peck), que correlacionan este valor N_{spt} (N del ensayo estándar de penetración – SPT) con algunas propiedades fundamentales del suelo. Dichas relaciones son las siguientes:

Estas tablas se deben aplicar en forma conservadora ya que existen factores como energía de impacto, longitud de varillaje, dispositivo de golpeo que alteran los valores.

7.3.4. Riesgo de Licuefacción.

El cambio de suelo firme a un fluido denso con la ocurrencia de un sismo se denomina licuación de suelos. El suelo pierde su resistencia cortante, las estructuras se hunden en el suelo y ocurren grandes flujos de tierra. Este fenómeno ocurre en arenas saturadas.

La licuación en los suelos granulares con predominio de arenas, ocurre cuando pierden toda capacidad de soporte, es decir los parámetros de corte se han igual a cero, como consecuencia de elevadas presiones del agua intersticial por efecto de una acción dinámica rápida como la de un sismo. Sin embargo, para que ocurra la licuación, los suelos granulares deben reunir ciertas características como son:

- Densidad relativa inferior a 50%.
- Diámetro de las partículas D₁₀, menores a 0.1mm.
- Coeficiente de uniformidad (C_u) inferior a 5.00.
- Saturado.

7.3.5. Rellenos Controlados de Ingeniería .

Los rellenos controlados son aquellos que se construyen con materiales seleccionados, generalmente de tipo granular. Los métodos empleados en su conformación, compactación y control, dependen principalmente de las propiedades físicas del material. (Ver Norma E-050 Suelos y Cimentaciones).

Los suelos seleccionados con los que se construyen los rellenos controlados, deberán ser compactados de la siguiente manera:

Cuando más del 30% o menos del material es retenido en la malla $\frac{3}{4}$ ".

a) Si se tiene más de 12% de finos, deberá compactarse a una densidad mayor o igual del 90% de la Máxima Densidad seca del Ensayo de Compactación tipo Proctor Modificado (ASTM D 1557). En todo su espesor.

b) Si se tiene menos de 12% de finos, deberá compactarse a una densidad ni menos del 95% de la –máxima Densidad Seca del Ensayo de Compactación tipo Proctor Modificado (ASTM D 1557), en todo su espesor. Cuando más del 30% del material es retenido en la malla $\frac{3}{4}$ "

- c) Si el porcentaje de finos es menor o igual que el 15%, deberá compactarse a una densidad relativa (ASTM D 4254); no menor del 70%.
- d) No será recomendable la utilización de materiales con más de 15% de finos, salvo que se sustente los métodos de compactación y control.
- e) Deberán realizarse controles de compactación en todas las capas compactadas a razón necesariamente de un control por cada 250m² como máximo y a cada 20 cm de espesor compactado.

7.3.6. Descripción de perfil Estratigráfico.

7.3.6.1. Descripción de sondajes realizados.

Se describen las calicatas efectuadas en la zona de estudio, respecto al relieve donde se desarrollará la infraestructura, en el proyecto “VIVIENDA MULTIFAMILIAR”. Se encontraron las siguientes características:

- En la calicata C-1, presenta como primer estrato (CL) de espesor promedio de 0.30 m, relleno Conformado de arcilla Limosa de Mediana plasticidad color beige a gris, consistencia semi blanda a dura. Como segundo estrato (CL) de espesor promedio de 0.60 m. material de Limo Arcilloso de baja Plasticidad color gris oscuro consistencia blanda. Como tercer estrato (SM) de espesor promedio de 0.60 m. arena Fina (SP-SM) color gris a negro saturada consistencia suelta.
- En la calicata C-2, presenta como primer estrato (CL) de espesor promedio de 0.90m, relleno Conformado de Limo Arcilloso (orgánico) color beige a gris húmeda, compacidad semi blanda de baja plasticidad con presencia de vegetación en descomposición. Como segundo estrato (SM) de espesor promedio de 0.30 m. material de Arena fina (SP-SM) color gris a negro, saturada consistencia suelta. Como tercer estrato (SM) de espesor promedio de 0.30 m. Limo color gris saturado, consistencia blanda.
- En la calicata C-3, presenta como primer estrato (CL) de espesor promedio de 0.40m, relleno Conformado de Arcilla Limosa de Baja Plasticidad color beige a gris húmeda, consistencia semi dura. Como segundo estrato (SM) de espesor promedio

de 0.50 m. Arena fina Limosa color gris húmedo, consistencia blanda con presencia de raicillas en descomposición (SM). Como tercer estrato (SM) de espesor promedio de 0.60 m. Arena fina color gris a negro (SP-SM) saturada consistencia suelta.

7.4. Análisis de la cimentación.

El análisis de la cimentación se realiza con la finalidad de calcular la capacidad de carga admisible del terreno, así como los asentamientos producidos por las cargas impuestas al terreno de cimentación. Los valores propuestos deberán ser verificados durante el diseño estructural de acuerdo a las dimensiones de los cimientos que se consideren para la estructura.

7.4.1. Proyecto de Cimentación.

El proyecto de cimentación contempla la ejecución del siguiente proyecto.

- “VIVIENDA MULTIFAMILIAR”, edificación convencional de concreto armado. Las cargas actuantes de servicio están por debajo de las 100 Toneladas puntuales.

7.4.2. Tipo y Profundidad de Cimentación.

La profundidad de desplante recomendada es de $DF=-0.80$. En edificio sin sótano, como la distancia vertical de la superficie del terreno al fondo de la cimentación. Se propone como alternativa constructiva, debido a la presencia del nivel freático, emplear como sistema de fundación una platea de cimentación superficial apoyada sobre una capa de relleno controlado de ingeniería, para ello se deberá de realizar un retiro de todo material arcilloso en un espesor de 60 cm mínimo, reemplazar por una capa de material granular tipo Over compactado en un espesor de 40cm, colocar una capa de geotextil con sellado vulcanizado de impermeabilización para posteriormente colocar una capa de afirmado compactado en un espesor de 30cm que servirá de base para la platea de cimentación.

Para el caso de cimentación superficial consistente en zapatas aisladas conectadas con vigas de cimentación y/o cimientos corridos armados se recomienda una

profundidad de desplante de $D_f = -1.50$ por debajo del nivel del terreno natural, siempre sobre arena limosa (SM) a la cual de ser necesario se deberá llegar mediante sobre excavación y el empleo de falsas zapatas de concreto pobre. Esta alternativa si bien es viable conlleva a gastos excesivos de excavación y control del nivel freático durante todo el proceso constructivo, se recomienda salvo casos extremos el empleo de la primera alternativa.

7.4.3. Cálculo de la Capacidad Portante.

Criterio de Karl Terzaghi – Vesic

La capacidad de carga admisible se ha determinado en base a la fórmula de Terzaghi y Peck (1967), utilizando los parámetros propuestos por Vesic (1973).

$$q_{ult} = c \cdot N_c \cdot S_c + \frac{1}{2} \cdot \gamma_t \cdot B \cdot N_\gamma \cdot S_\gamma + \gamma_f \cdot D_f \cdot N_q \cdot S_q$$

$$q_{adm} = q_{ult} / 3$$

Donde:

q_{ult}	=	Capacidad última de carga
q_{adm}	=	Capacidad admisible de carga
γ_t	=	Peso unitario del suelo bajo la cimentación
γ_f	=	Peso unitario del suelo superficial
B	=	Ancho de zapata
L	=	Largo de la zapata
D_f	=	Profundidad de cimentación
N_c, N_q, N_γ	=	Parámetros en función de ϕ
S_c, S_q, S_γ	=	Factores de forma

A la profundidad considerada, los cimientos se apoyarán sobre arena Limosa (SM), cuyas características de resistencia se han determinado a partir de las características del suelo, así como de la comparación con los resultados de los estudios in situ realizados en el conglomerado de Lima. Utilizándose para efectos de cálculo y de acuerdo a nuestra evaluación los siguientes resultados:

Ángulo de fricción interna: $\phi = 31.30^\circ$

Para el caso de falla local por corte se considera una reducción del valor de ϕ a ϕ' tal como se muestra:

$$\phi' = \tan^{-1}\left(\frac{2}{3} \tan \phi\right)$$

Por lo que de manera conservadora podremos tomar $\phi' = 20.96^\circ$

Cohesión $C = 0.00 \text{ Kg/cm}^2$.

Densidad $\gamma = 1.21 \text{ Tn/m}^3$.

$$Q_u = C \cdot N_c + 0.50 \gamma \cdot B \cdot N_\gamma + \gamma \cdot D_f \cdot N_q$$

Donde:

Profundidad de Cimentación $D_f = -1.50 \text{ m}$

Factores Adimensionales $N_c = 15.78$

$N_q = 7.04$

$N_\gamma = 6.16$

Factor de Seguridad F.S. = 3.00.

$$Q_{ad} = q_{ult}/FS$$

Losa de Cimentación:

Para losa de cimentación, con $B = 1.0$, $D_f = -1.50 \text{ m}$.

$S_c = 1.45$ $S_q = 1.61$ $S_\gamma = 0.60$

B (m)	Df (m)	Qult (Kg/cm ²)	Qadm (Kg/cm ²)
1.00	1.00	1.90	0.63
	1.20	2.27	0.76
	1.50	2.85	0.95
	1.80	3.43	1.14

Tabla 33: Dimensiones profundidad de cimentación.
Fuente: Elaboración propia.

A la dimensión analizada $B = 1.00 \text{ m}$:

$$q_{ult} = 2.85 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_{ad} = 0.95 \text{ kg/cm}^2$$

7.4.4. Cálculo de Asentamiento.

En todo análisis de cimentaciones se distinguen dos clases de asentamientos: totales y diferenciales, de los cuales estos últimos son los que podrían comprometer la seguridad de la estructura si sobrepasan 1 pulgada (2.54 cm), que es el asentamiento máximo tolerable para estructuras convencionales.

El asentamiento de la cimentación sobre material granular se calculará en base a la teoría de elasticidad (Lambe y Whitman, 1969), considerando los tipos de cimentación recomendada. Para el cálculo de asentamientos se asume que los esfuerzos transmitidos por la cimentación serán iguales a las capacidades de carga admisible del terreno.

$$S_e = \Delta q_s \cdot \frac{B(1 - \mu^2)}{E_s} \cdot I_f$$

El asentamiento elástico inicial será:

$$S_{total} = S_e$$

Donde:

S_e = Asentamiento elástico (cm)

S_{total} = Asentamiento total (cm)

Δq_s = Esfuerzo neto transmisible (kg/cm²)

B = Ancho de cimentación (m)

E_s = Módulo de elasticidad (kg/cm²)

μ = Relación de Poisson

I_f = Factor de influencia que depende de la forma y la rigidez de la cimentación (Bowles, 1977)

Luego, el asentamiento diferencial

$$S_{dif} = 0.75 * S_{total} \text{ (Para suelos granulares)}$$

Donde:

S_{dif} = Asentamiento elástico diferencial

Las propiedades elásticas del suelo de cimentación fueron asumidas a partir de tablas y fórmulas publicadas con valores acordes con el tipo de suelo donde se desplantará la cimentación. Los cálculos de asentamiento se han realizado considerando las siguientes condiciones:

- Cimentación flexible
- Los asentamientos se producen en el centro de la cimentación
- Los esfuerzos netos transmitidos por la estructura serán como máximo igual al valor de la capacidad de carga admisible.

En el siguiente cuadro se presentan los resultados de los cálculos de asentamiento diferenciales. En el cuadro se muestra que los asentamientos diferenciales se encuentran dentro del rango permisible ($S_{dif} < 2.54 \text{ cm}$).

Tipo y Ancho de Cimentación (m)	Δq_s (kg/cm ²)	I_f	E est (kg/cm ²)	μ	Stotal (cm)	S Difer.(cm)
Cuadrada B= 1	0.95	1.12	300.00	0.30	0.32	0.24
Rectangular B= 1.0	0.81	1.53	300.00	0.30	0.38	0.28
Cimiento Corrido B= 1.0	0.86	2.10	300.00	0.30	0.55	0.41

Tabla 34: Cálculos de asentamientos.
Fuente: Elaboración propia.

7.5. Resumen de Condiciones de Cimentación.

Tipo de cimentación: Platea

Estrato de Apoyo de cimentación: Relleno mejorado compuesto por capa de afirmado compactado al 100% de la M.D.S. del ensayo Proctor Modificado en un espesor de 25 cm compactado en capas de 20cm cada uno. Geo textil de impermeabilización. Material granular tipo Over en un espesor de 40 cm. Suelo natural

será escarificado y compactado al 95% de la M.D.S. del ensayo Proctor Modificado.

Profundidad de cimentación: A Nivel de Base de Afirmado compactado.

Presión admisible del terreno: Considerando suelo Mejorado:

< 0.7 Kg/cm²

Factor de seguridad al corte: 3

Asentamiento máximo permisible: 2.54 cm

Tipo de Cemento para cimentaciones: Tipo V.

Agresividad del suelo a la cimentación

La agresión que ocasiona el suelo bajo el cual se cimenta la estructura, está en función de la presencia de elementos químicos que actúan sobre el concreto y el acero de refuerzo, causándole efectos nocivos y hasta destructivos sobre las estructuras (sulfatos, cloruros y sales solubles totales).

Los principales elementos químicos a evaluar son los sulfatos, cloruros por su acción química sobre el concreto y el acero de cimiento, respectivamente. A su vez, se evalúa las sales solubles totales que podrían causar pérdida de resistencia mecánica por problema de lixiviación.

Se realizó el análisis químico de una muestra de suelo (Análisis Químico). Según estos resultados se observa que hasta la profundidad de cimentación se presenta una concentración de sulfatos de 1100.00 ppm (calicata C-1: M-3), la cual representa un ataque químico leve al concreto de la cimentación.

Las concentraciones de cloruros arrojan valores de 1340 ppm (calicata C-1: M-3), valores por debajo de los máximos permisibles (6000 ppm).

Las concentraciones de sales solubles totales arrojan valores de 2720 ppm (Calicata C- 1: M-3), valores por debajo de las máximas permisibles (15000 ppm).

Por lo tanto, se concluye que en el área del proyecto se presenta problemas de ataques químicos a la cimentación. Con lo que se recomienda emplear cemento portland Tipo V para las cimentaciones.

7.6. Conclusiones y Recomendaciones

- El presente trabajo resume estudios y ensayos de laboratorio complementarios para el Estudio de Mecánica de Suelos con Fines de Cimentación del proyecto: “VIVIENDA MULTIFAMILIAR”, ubicado en Mz. D Lt. 12, 13 y 14 Huacho, Provincia de Lima. El proyecto contempla la ejecución de un edificio de concreto armado de 5 niveles más azotea. Se esperan valores de carga axial en las zapatas menores a los 100 Tn.
- De acuerdo a las Normas de Diseño Sísmico Resistente (E-030) del RNE y en función a la exploración de campo, el terreno de cimentación corresponde a un tipo de suelo S3 con periodos $TP = 1.00$ seg $TL = 1.60$ seg $S = 1.10$
- Además, el área del proyecto está ubicada en la Zona Sísmica 4 con $Z = 0.45g$
- La Estratigrafía encontrada de acuerdo a los sondajes efectuados muestran la siguiente distribución en el orden de más superficial a más profundo:
 - ✓ Material de relleno arcilla Limosa de Mediana plasticidad, Arena Fina (SP-SM).
 - ✓ Material de limo Arcilloso (orgánico), arena fina (SP-SM).
 - ✓ Material de arcilla Limosa de Baja Plasticidad, arena fina Limos.
- Se recomienda el empleo de cimentación superficial consistente en platea de cimentación sobre relleno controlado de ingeniería el cual consiste en retirar el material arcilloso en un espesor de 60 cm, reemplazar primero por una capa de material granular tipo Over compactado en un espesor de 40 cm, posteriormente a ello colocar una capa de geotextil con sellado vulcanizado de impermeabilización. Finalmente se colocará una capa de afirmado compactado en un espesor de 25 cm que servirá de base para la platea de cimentación. Se deberá de controlar el grado de compactación del relleno el cual deberá siempre no ser menor del 100% de la M.D.S. del ensayo proctor modificado.
 - La capacidad portante bajo esta condición no será mayor a $\sigma = 1.0$ Kg/cm².
 - La capacidad portante del suelo recomendada a esta profundidad para el diseño de las cimentaciones es de:
 $\sigma = 0.95$ Kg/cm² para zapatas $\sigma = 0.86$ Kg/cm² para cimentación corrida
- Los resultados del análisis químico muestran que el suelo presenta

concentraciones agresivas a los materiales de construcción. Se deberá emplear por lo tanto cemento Pórtland Tipo V en la preparación del concreto de los cimientos.

- No debe cimentarse sobre turba, suelo orgánico, tierra vegetal, desmonte, relleno sanitario o relleno artificial y estos materiales inadecuados deberán ser removidos en su totalidad, antes de construir la edificación y ser reemplazados con materiales debidamente compactados.
- El nivel freático se encuentra a 0.70 m del nivel del suelo natural, no se descarta la variación de la misma por cuestiones estacionales.

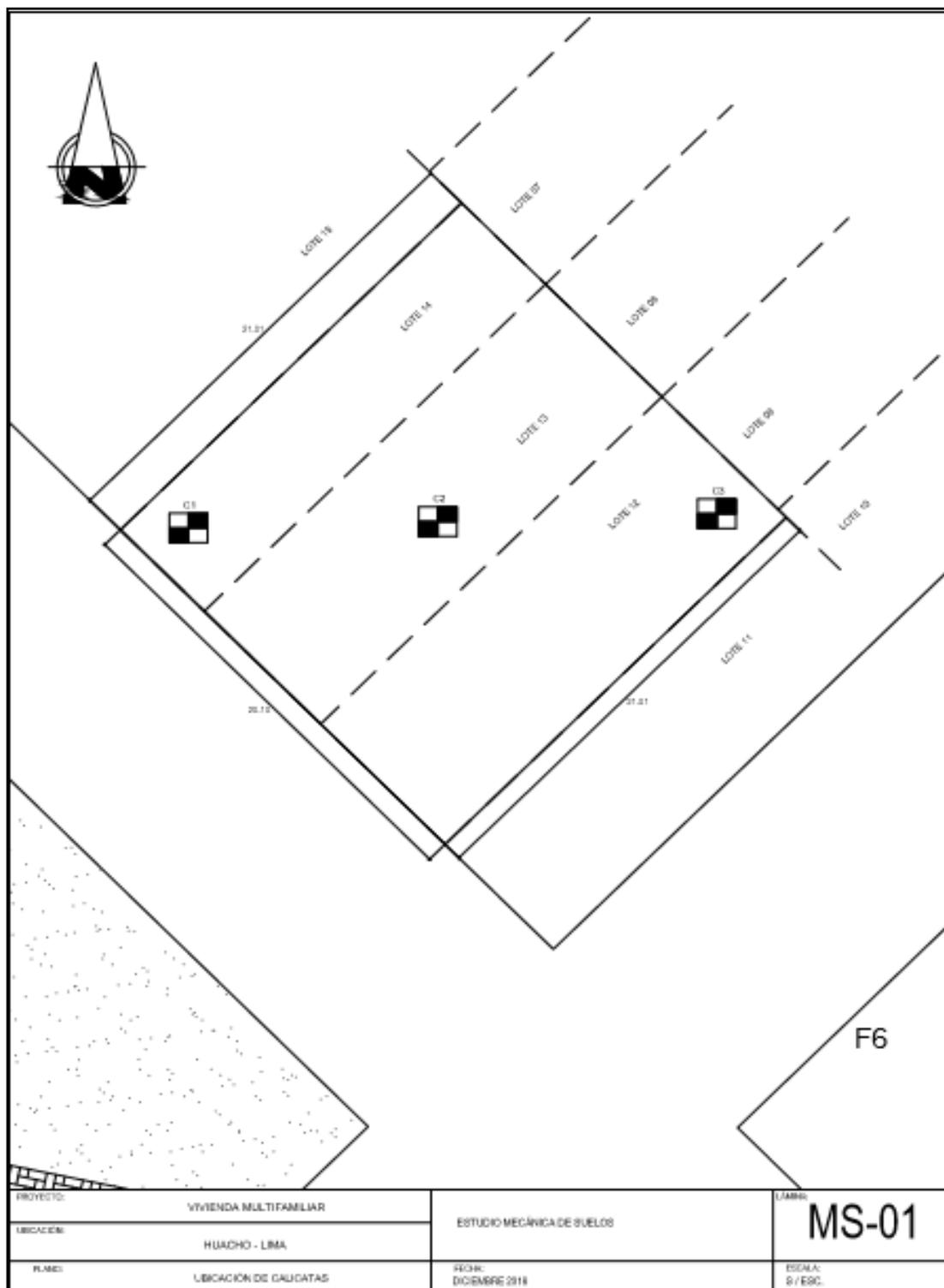


Figura 81: Plano de ubicación de calicatas.
 Fuente: Elaboración propia.

REGISTRO DE EXCAVACIÓN							
PROYECTO		Vivienda multifamiliar					
UBICACIÓN		Mz. D Lt. 12,13 y 14 Km. 115					
CALICATA		C - 1		LUGAR	Huacho-Lima	Fecha	Diciembre - 2018
Prof. Total (m)		1.50					
Prof. N. F. (m)		-0.7					
Prof. (mt.)	Esp. Estr.	Nº de Muest.	Descripción visual del Suelo		Clasif. SUCS	Simbología Gráfica	NOMBRE
			Clasificación técnica; forma del material granular; color, contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compactación / consistencia; Otros: Presencia de oxidaciones, material orgánico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.				
0.30	0.30	M-1	Arcilla Limosa de Mediana plasticidad color beige a gris, consistencia semi blanda a dura.		CL		ARCILLA LIMOSA DE BAJA PLASTICIDAD CON ARENA
0.70	0.60	M-2	Material de Limo Arcilloso de baja Plasticidad color gris oscuro consistencia blanda.		CL		ARCILLA LIMOSA DE BAJA PLASTICIDAD CON ARENA
0.90	0.60	M-3	Arena Fina (SP-SM) color gris a negro saturada consistencia suelta.		SM		ARENA LIMOSA
1.50							
Ubicación:				Foto : Superficial			

Figura 82: Ensayo estratigráfico C-1.
Fuente: Elaboración propia.

REGISTRO DE EXCAVACIÓN							
PROYECTO		Vivienda multifamiliar					
UBICACIÓN		Mz. D Lt. 12,13 y 14 Km. 115					
CALICATA		C - 2		LUGAR	Huacho-Lima	Fecha	Diciembre - 2018
Prof. Total (m)		1.50					
Prof. N. F. (m)		-0.7					
Prof. (mt.)	Esp. Estr.	Nº de Muest.	Descripción visual del Suelo		Clasif. SUCS	Simbología Gráfica	NOMBRE
			Clasificación técnica; forma del material granular; color, contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compactación / consistencia; Otros: Presencia de oxidaciones, material orgánico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.				
0.70	0.90	M-1	Limo Arcilloso (organico) color beige a gris humeda, compacidad semi blanda de baja plasticidad con presencia de vegetacion en descomposicion.		CL		ARCILLA LIMOSA DE BAJA PLASTICIDAD CON ARENA
0.90	0.30	M-2	Arena fina (SP-SM) color gris a negro, saturada consistencia suelta.		SM		ARENA LIMOSA
1.20	0.30	M-3	Limo color gris saturado, consistencia blanda		SM		ARENA LIMOSA
1.50							
Ubicación:				Foto : Superficial			

Figura 83: Ensayo estratigráfico C-2.
Fuente: Elaboración propia.

REGISTRO DE EXCAVACIÓN						
PROYECTO		Vivienda multifamiliar				
UBICACIÓN		Mz. D Lt. 12,13 y 14 Km. 115				
CALICATA		C - 3		Fecha		Diciembre - 2018
Prof. Total (m)		1.50		LUGAR		Huacho-Lima
Prof. N. F. (m)		-0.7				
Prof. (m.)	Esp. Estr.	Nº de Muest.	Descripción visual del Suelo	Clasif. SUCS	Simbología Gráfica	NOMBRE
<small>Clasificación técnica; forma del material granular; color, contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compactación / consistencia; Otros: Presencia de oxidaciones, material orgánico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.</small>						
0.40	0.40	M-1	Arcilla Limosa de Baja Plasticidad color beige a gris húmeda, consistencia semi dura.	CL		ARCILLA LIMOSA DE BAJA PLASTICIDAD CON ARENA
0.70	0.50	M-2	Arena fina Limosa color gris húmeda, consistencia blanda con presencia de raicillas en descomposición (SM).	SM		ARENA LIMOSA
0.90	0.60	M-3	Arena fina color gris a negro (SP-SM) saturada consistencia suelta.	SM		ARENA LIMOSA
1.50						
Ubicación:						
			Foto : Superficial 			

Figura 84: Ensayo estratigráfico C-3.

Fuente: Elaboración propia.

**DENSIDADES MINIMA Y MAXIMA
A.S.T.M. D-4254**

PROYECTO : Vivienda multifamiliar
 UBICACIÓN : Mz. D Lt. 12,13 y 14 Km. 115
 FECHA : Diciembre - 2018

Wm+b - 1

5834.00 Con chuzado

Volumen

3450.00

CALICATA	C - 1	C - 2		
MUESTRA	M - 1	M - 1		
MAXIMAS				
Ws+m+b (1)	10382.00	10298.00		
Ws+m+b (2)	10341.00	10274.00		
MINIMAS				
Ws+m+b (1)	10013.00	9945.00		
Ws+m+b (2)	10033.00	10002.00		
Dmaxima (1)	1.32	1.29		
Dmaxima (2)	1.31	1.29		
Dmínima (1)	1.21	1.19		
Dmínima (2)	1.22	1.21		
DENS MAXIMA	1.32	1.29		
DENS MINIMA	1.21	1.19		

Figura 85: Ensayo de densidad.

Fuente: Elaboración propia.

ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM - D 3080

PROYECTO : Vivienda multifamiliar
UBICACIÓN : Mz. D Lt. 12,13 y 14 Km. 115
Sector :
Sondeo : C - 1 **Fecha** : Dic-18
Muestra : M - 3
Profundidad : 0.90 - 1.50 mts **Clasificación SUCS** : SM
Diámetro : 6.26 cm **Peso Suelo Seco** : 92.18 g
Altura : 2.10 cm **Contenido Humedad** : 30.60 %
Área : 30.78 cm² **Densidad Húmeda** : 2.13 g/cm³
Volumen : 64.63 cm³ **Densidad Seca** : 1.63 g/cm³
Estado : Remoldeado (Material <Tamiz N°4), Densidad de remoldeo 1.63 g/cm³

Nro.	Deform Hz. (mm)	% Desplaz.Hz.	I (0.50 kg/cm ²)		II (1.00 kg/cm ²)		III (2.00 kg/cm ²)	
			Lectura de dial de carga	Esfuerzo Cortante (Kg/cm ²)	Lectura de dial de carga	Esfuerzo Cortante (Kg/cm ²)	Lectura de dial de carga	Esfuerzo Cortante (Kg/cm ²)
1	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	5	0.05	25.70	0.12	27.60	0.12	42.50	0.19
3	10	0.10	28.00	0.13	30.60	0.14	55.50	0.25
4	25	0.25	30.30	0.14	38.60	0.17	105.90	0.48
5	50	0.50	36.10	0.16	51.30	0.23	131.50	0.60
6	75	0.75	39.10	0.18	63.70	0.29	151.90	0.69
7	100	1.00	43.00	0.20	72.30	0.33	166.20	0.76
8	125	1.25	46.90	0.22	78.70	0.36	180.00	0.83
9	150	1.50	52.00	0.24	86.30	0.40	187.40	0.86
10	200	2.00	54.60	0.25	95.00	0.44	198.80	0.92
11	250	2.50	59.20	0.28	103.30	0.48	208.30	0.97
12	300	3.00	63.00	0.30	109.90	0.52	212.60	1.00
13	350	3.50	62.40	0.29	113.00	0.53	216.80	1.02
14	400	4.00	62.10	0.29	114.40	0.54	220.80	1.05
15	450	4.50	61.40	0.29	115.40	0.55	223.40	1.07
16	500	5.00	61.00	0.29	114.80	0.55	227.20	1.09
17	600	6.00	61.30	0.30	113.90	0.56	231.70	1.13
18	700	7.00	61.10	0.30	114.40	0.56	234.30	1.16
19	800	8.00	61.10	0.31	113.90	0.57	233.70	1.17
20	900	9.00	60.80	0.31	113.40	0.58	231.70	1.18
21	1000	10.00	60.30	0.31	112.40	0.58	229.70	1.18
22	1100	11.00	60.00	0.31	112.40	0.59	228.40	1.19
23	1200	12.00	59.60	0.32	112.10	0.59	226.20	1.20
24	1300	13.00	58.00	0.31	111.30	0.60	224.30	1.20
25	1400	14.00	56.80	0.31	110.90	0.60	223.60	1.22
26	1500	15.00	54.50	0.30	109.80	0.61	219.70	1.21

Carga Normal : 15.5 Kg 30.8 Kg 61.5 Kg
Constante del Anillo : 0.139
ESFUERZOS
Esfuerzo Normal : 0.50 Kg/cm² 1.00 Kg/cm² 2.00 Kg/cm²
Esfuerzo Cortante Máximo : 0.30 Kg/cm² 0.61 Kg/cm² 1.21 Kg/cm²
RESULTADOS
Ángulo de Fricción Interna : 31.3 Grados
Cohesión : 0.00 kg/cm²

Figura 86: Ensayo de corte directo.
 Fuente: Elaboración propia.

ANÁLISIS QUÍMICO DE SUELOS
N.T.P 339.152, 339.177, 339.178, 339.176

PROYECTO : Vivienda multifamiliar
UBICACIÓN : Mz. D Lt. 12,13 y 14 Km. 115
FECHA : Diciembre - 2018

N° Muestra	Descripción	S.S.T. (ppm)	Cl ⁻ (ppm)	SO ₄ ⁻ (ppm)	pH
C - 1 M - 3 Prof.: 0.90 - 1.50 mt.	SM Arena limosa	2720.00	1340.00	1100.00	7.48

TABLAS NORMATIVAS

**CUADRO COMPARATIVO DE CONTENIDO DE SULFATOS Y SU GRADO DE AGRESIVIDAD AL CONCRETO
SEGÚN DIFERENTES NORMAS Y REGLAMENTOS**
(Valores expresados en ppm)

ACI - 201.2R.77			BRS DIGEST (SEGUNDA SERIE) 90 (inglesa)		DIN 4030 (Alemana)	R.N.C. (Peruana)
Grado de Ataque	Sulfatos en el suelo	Sulfatos en el Agua	Sulfatos en el Suelo	Sulfatos en el Agua	Sulfatos	Sulfatos
Leve	0-1,000	0-150	<2,400	<360	0 - 600	50
Moderado	1,000-2,000	150-1,500	2,400-6,000	360-1440	600 - 3,000	--
Severo	2,000-20,000	1,500-10,000	6,000-24,000	1,440-6,000	>3,000	--
Muy Severo	>20,000	>10,000	>24,000	>6,000	--	--

Los valores máximos tolerables recomendados en nuestro medio, en comparación con los del agua potable,
expresados en partes por millón (ppm)

Sustancia	Referencias		
	MTC	RIVVA 5	Agua Potable
Cloruros	300	300	250
Sulfatos	300	50	50
Sales Solubles Totales	1 500	300	300
Sales en Magnesio	--	125	125
Sólidos en Suspensión	1 000	10	10
pH	< de 7	> de 8	10.5
Mat. Orgánica expres. en Oxígeno	16	0.001	0.001

* Para concretos que han de estar expuestos a ataques por sulfatos

Figura 87: Ensayo químico de suelo.
Fuente: Elaboración propia.

ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA LIGERA (DIN - 4094)

PROYECTO : Vivienda Multifamiliar
UBICACION : Mz. D Lt. 12,13 y 14 Km. 115
FECHA : Diciembre - 2018

DPL N° : **01**
SECTOR : ---

PROFUNDIDAD TOTAL (m): **3.20**

REGISTRO DE PENETRACIÓN

Prof.	N
0.00	0
0.10	7
0.20	6
0.30	7
0.40	16
0.50	23
0.60	16
0.70	9
0.80	5
0.90	2
1.00	10
1.10	11
1.20	26
1.30	25
1.40	21
1.50	6
1.60	8
1.70	14
1.80	30
1.90	35
2.00	32
2.10	36
2.20	32
2.30	29
2.40	31
2.50	33
2.60	38
2.70	38
2.80	40
2.90	42
3.00	42
3.10	43
3.20	46
3.30	
3.40	
3.50	
3.60	
3.70	
3.80	
3.90	
4.00	

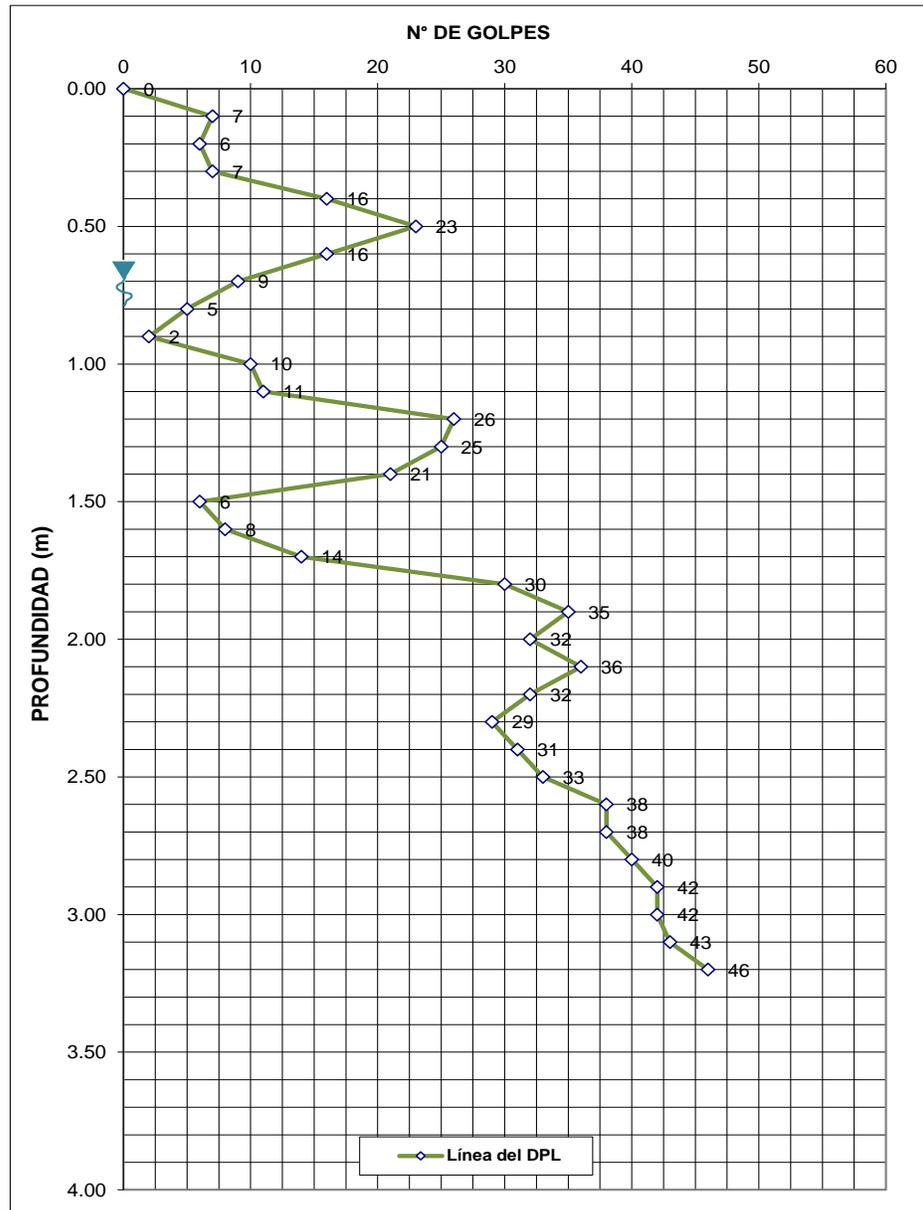


Figura 88: Ensayo de Penetración 01.
 Fuente: Elaboración propia.

ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA LIGERA (DIN - 4094)

PROYECTO : Vivienda Multifamiliar
UBICACIÓN : Mz. D Lt. 12,13 y 14 Km. 115
FECHA : Diciembre - 2018
DPL N° : **02**
SECTOR : ---

PROFUNDIDAD TOTAL (m): **3.30**

REGISTRO DE PENETRACIÓN

Prof.	N
0.00	0
0.10	6
0.20	5
0.30	5
0.40	6
0.50	7
0.60	5
0.70	3
0.80	3
0.90	2
1.00	3
1.10	15
1.20	11
1.30	9
1.40	16
1.50	38
1.60	38
1.70	32
1.80	29
1.90	27
2.00	30
2.10	24
2.20	29
2.30	30
2.40	33
2.50	33
2.60	31
2.70	30
2.80	34
2.90	38
3.00	41
3.10	40
3.20	40
3.30	45
3.40	
3.50	
3.60	
3.70	
3.80	
3.90	
4.00	

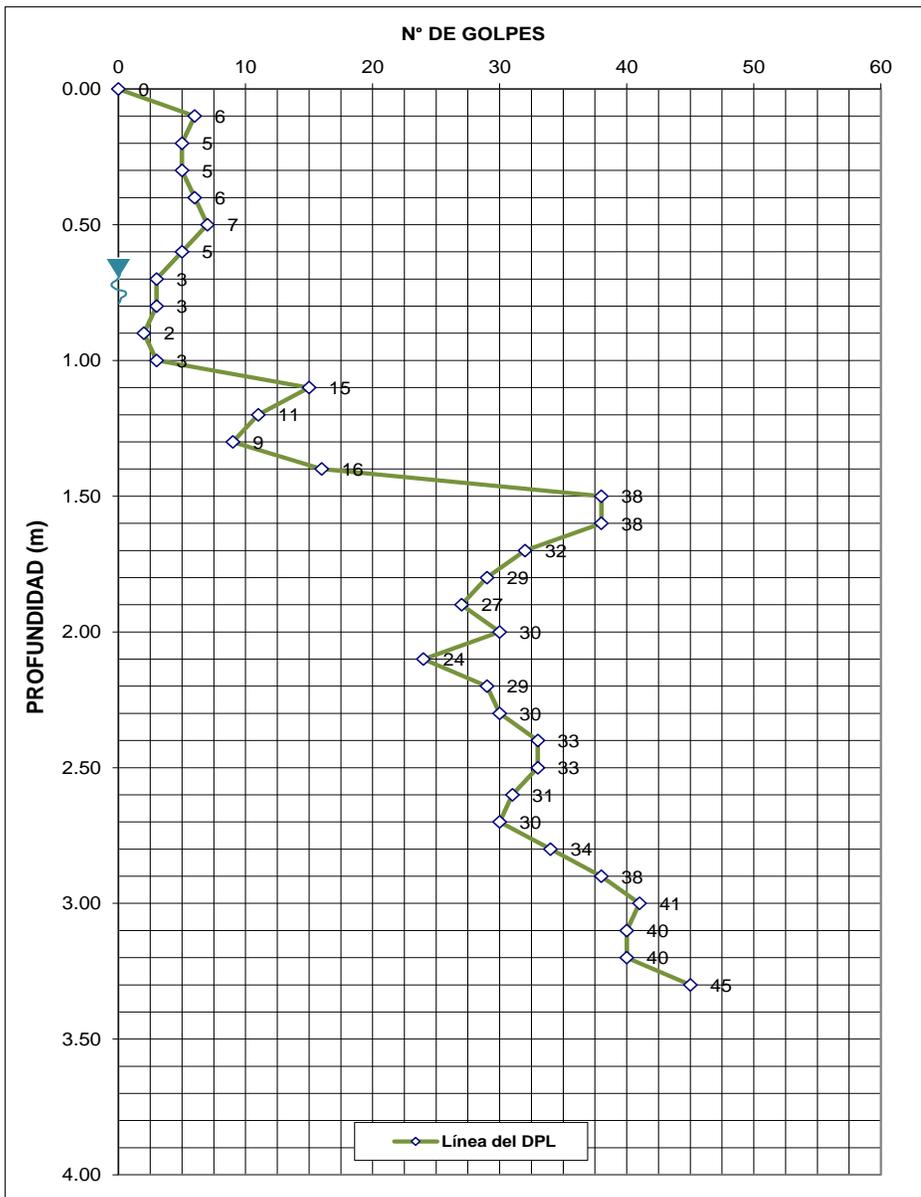


Figura 89: Ensayo de Penetración 02.
 Fuente: Elaboración propia.

Df=		1											
Tipo y Profundidad de Cimentación			Ángulo de Fricción	Cohesión (Kg/cm2)	Factores de Carga	Factores de Forma	Factores de Profundidad	γ	q (ton/m2)	Último y Qadmisible (kg/cm2)			
Cuadrada	B= 1.0 L= 1.0 Df= 1.0	$\emptyset = 31.30$ $\emptyset = 20.96$	C= 0.00 C'= 0.00	Nq= 7.04 Nc= 15.78 Ny= 6.16	Sq= 1.61 Sc= 1.45 Sy= 0.60	dq= 1.22 dc= 1.31 dy= 1.00	1.21	1.21	Qúlt.= 1.90 Qadm.= 0.63				
Rectangular	B= 1.0 L= 2.0 Df= 1.0	$\emptyset = 31.30$ $\emptyset = 20.96$	C= 0.00 C'= 0.00	Nq= 7.04 Nc= 15.78 Ny= 6.16	Sq= 1.30 Sc= 1.22 Sy= 0.80	dq= 1.22 dc= 1.31 dy= 1.00	1.21	1.21	Qúlt.= 1.65 Qadm.= 0.55				
Cimiento Corrido	B= 1.0 Df= 1.0	$\emptyset = 31.30$ $\emptyset = 20.96$	C= 0.00 C'= 0.00	Nq= 7.04 Nc= 15.78 Ny= 6.16	Sq= 1.61 Sc= 1.45 Sy= 0.60	dq= 1.22 dc= 1.31 dy= 1.00	1.21	1.21	Qúlt.= 1.90 Qadm.= 0.63				

Df=		1.2											
Tipo y Profundidad de Cimentación			Ángulo de Fricción	Cohesión (Kg/cm2)	Factores de Carga	Factores de Forma	Factores de Profundidad	γ	q (ton/m2)	Último y Qadmisible (kg/cm2)			
Cuadrada	B= 1.0 L= 1.0 Df= 1.2	$\emptyset = 31.30$ $\emptyset = 20.96$	C= 0.00 C'= 0.00	Nq= 7.04 Nc= 15.78 Ny= 6.16	Sq= 1.61 Sc= 1.45 Sy= 0.60	dq= 1.25 dc= 1.35 dy= 1.00	1.21	1.452	Qúlt.= 2.27 Qadm.= 0.76				
Rectangular	B= 1.0 L= 2.0 Df= 1.2	$\emptyset = 31.30$ $\emptyset = 20.96$	C= 0.00 C'= 0.00	Nq= 7.04 Nc= 15.78 Ny= 6.16	Sq= 1.30 Sc= 1.22 Sy= 0.80	dq= 1.25 dc= 1.35 dy= 1.00	1.21	1.452	Qúlt.= 1.96 Qadm.= 0.65				
Cimiento Corrido	B= 1.0 Df= 1.2	$\emptyset = 31.30$ $\emptyset = 20.96$	C= 0.00 C'= 0.00	Nq= 7.04 Nc= 15.78 Ny= 6.16	Sq= 1.51 Sc= 1.37 Sy= 0.67	dq= 1.25 dc= 1.35 dy= 1.00	1.21	1.452	Qúlt.= 2.17 Qadm.= 0.72				

Df=		1.5											
Tipo y Profundidad de Cimentación			Ángulo de Fricción	Cohesión (Kg/cm2)	Factores de Carga	Factores de Forma	Factores de Profundidad	γ	q (ton/m2)	Último y Qadmisible (kg/cm2)			
Cuadrada	B= 1.0 L= 1.0 Df= 1.5	$\emptyset = 31.30$ $\emptyset = 20.96$	C= 0.00 C'= 0.00	Nq= 7.04 Nc= 15.78 Ny= 6.16	Sq= 1.61 Sc= 1.45 Sy= 0.60	dq= 1.28 dc= 1.39 dy= 1.00	1.21	1.815	Qúlt.= 2.85 Qadm.= 0.95				
Rectangular	B= 1.0 L= 2.0 Df= 1.5	$\emptyset = 31.30$ $\emptyset = 20.96$	C= 0.00 C'= 0.00	Nq= 7.04 Nc= 15.78 Ny= 6.16	Sq= 1.30 Sc= 1.22 Sy= 0.80	dq= 1.28 dc= 1.39 dy= 1.00	1.21	1.815	Qúlt.= 2.43 Qadm.= 0.81				
Cimiento Corrido	B= 1.0 Df= 1.5	$\emptyset = 31.30$ $\emptyset = 20.96$	C= 0.00 C'= 0.00	Nq= 7.04 Nc= 15.78 Ny= 6.16	Sq= 1.41 Sc= 1.30 Sy= 0.73	dq= 1.28 dc= 1.39 dy= 1.00	1.21	1.815	Qúlt.= 2.57 Qadm.= 0.86				

Df=		1.8											
Tipo y Profundidad de Cimentación			Ángulo de Fricción	Cohesión (Kg/cm2)	Factores de Carga	Factores de Forma	Factores de Profundidad	γ	q (ton/m2)	Último y Qadmisible (kg/cm2)			
Cuadrada	B= 1.0 L= 1.0 Df= 1.8	$\emptyset = 31.30$ $\emptyset = 20.96$	C= 0.00 C'= 0.00	Nq= 7.04 Nc= 15.78 Ny= 6.16	Sq= 1.61 Sc= 1.45 Sy= 0.60	dq= 1.30 dc= 1.43 dy= 1.00	1.21	2.178	Qúlt.= 3.43 Qadm.= 1.14				
Rectangular	B= 1.0 L= 2.0 Df= 1.8	$\emptyset = 31.30$ $\emptyset = 20.96$	C= 0.00 C'= 0.00	Nq= 7.04 Nc= 15.78 Ny= 6.16	Sq= 1.30 Sc= 1.22 Sy= 0.80	dq= 1.30 dc= 1.43 dy= 1.00	1.21	2.178	Qúlt.= 2.90 Qadm.= 0.97				
Cimiento Corrido	B= 1.0 Df= 1.8	$\emptyset = 31.30$ $\emptyset = 20.96$	C= 0.00 C'= 0.00	Nq= 7.04 Nc= 15.78 Ny= 6.16	Sq= 1.34 Sc= 1.25 Sy= 0.78	dq= 1.30 dc= 1.43 dy= 1.00	1.21	2.178	Qúlt.= 2.96 Qadm.= 0.99				

Cuadrada	B=1.0	L=1.0
Df	Capacidad de Carga Última Qult (Kg/cm2)	
1	1.90	
1.2	2.27	
1.5	2.85	
1.8	3.43	
Df	Capacidad de Carga Admisible Qadm (Kg/cm2)	
1	0.63	
1.2	0.76	
1.5	0.95	
1.8	1.14	

Cimiento Corrido	B=1
Df	Capacidad de Carga Última Qult (Kg/cm2)
1	1.90
1.2	2.17
1.5	2.57
1.8	2.96
Df	Capacidad de Carga Admisible Qadm (Kg/cm2)
1	0.63
1.2	0.72
1.5	0.86
1.8	0.99

Figura 90: Capacidad de carga admisible para cada tipo de cimentación.
Fuente: Elaboración propia.

Tipo y Ancho de Cimentación (m)	Δq_s (kg/cm ²)	I_f	E est (kg/cm ²)	μ	Stotal (cm)	S Difer.(cm)
Cuadrada B= 1	0.95	1.12	300.00	0.30	0.32	0.24
Rectangular B= 1.0	0.81	1.53	300.00	0.30	0.38	0.28
Cimiento Corrido B= 1.0	0.86	2.10	300.00	0.30	0.55	0.41

Figura 91: Asentamiento diferenciales.
Fuente: Elaboración propia.

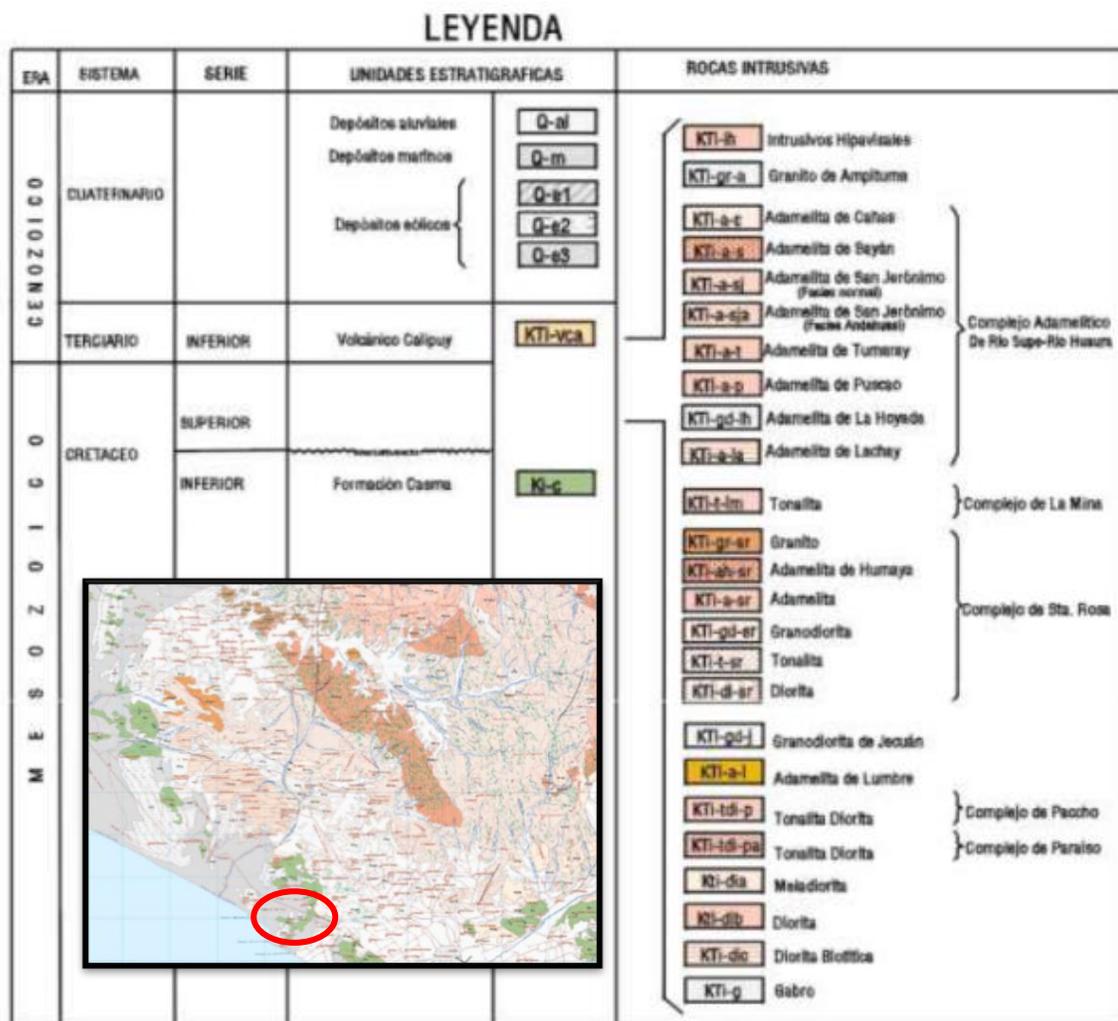


Figura 92: Geografía Regional de la zona de estudio.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 93: Ubicación de calicata C-1.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 94: Ubicación de calicata C-2.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 95: Ubicación de calicata C-3.
Fuente: Elaboración propia.

ANEXO N° 08
PLANOS

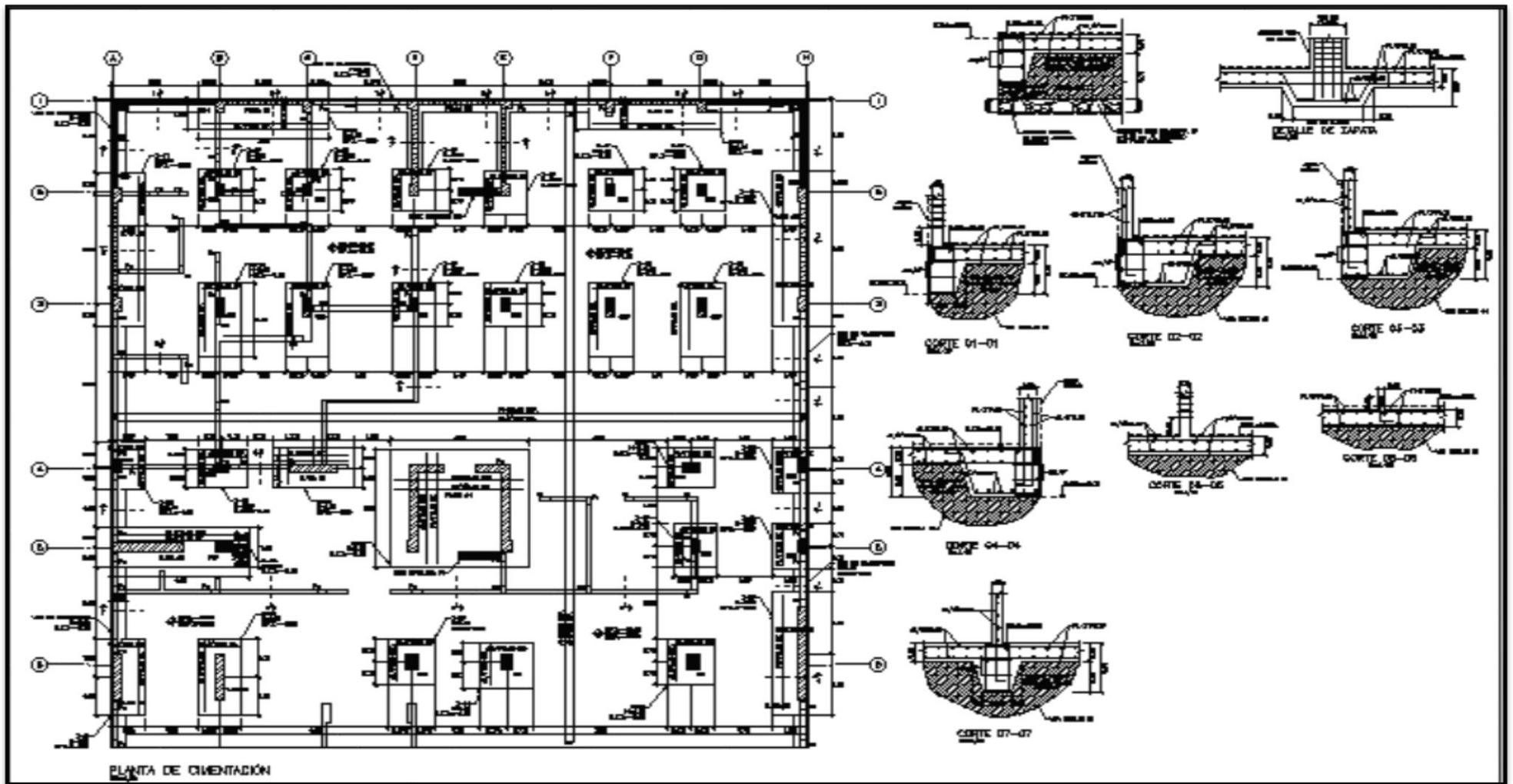


Figura 96: Plano de cimentación.
Fuente: Elaboración propia.

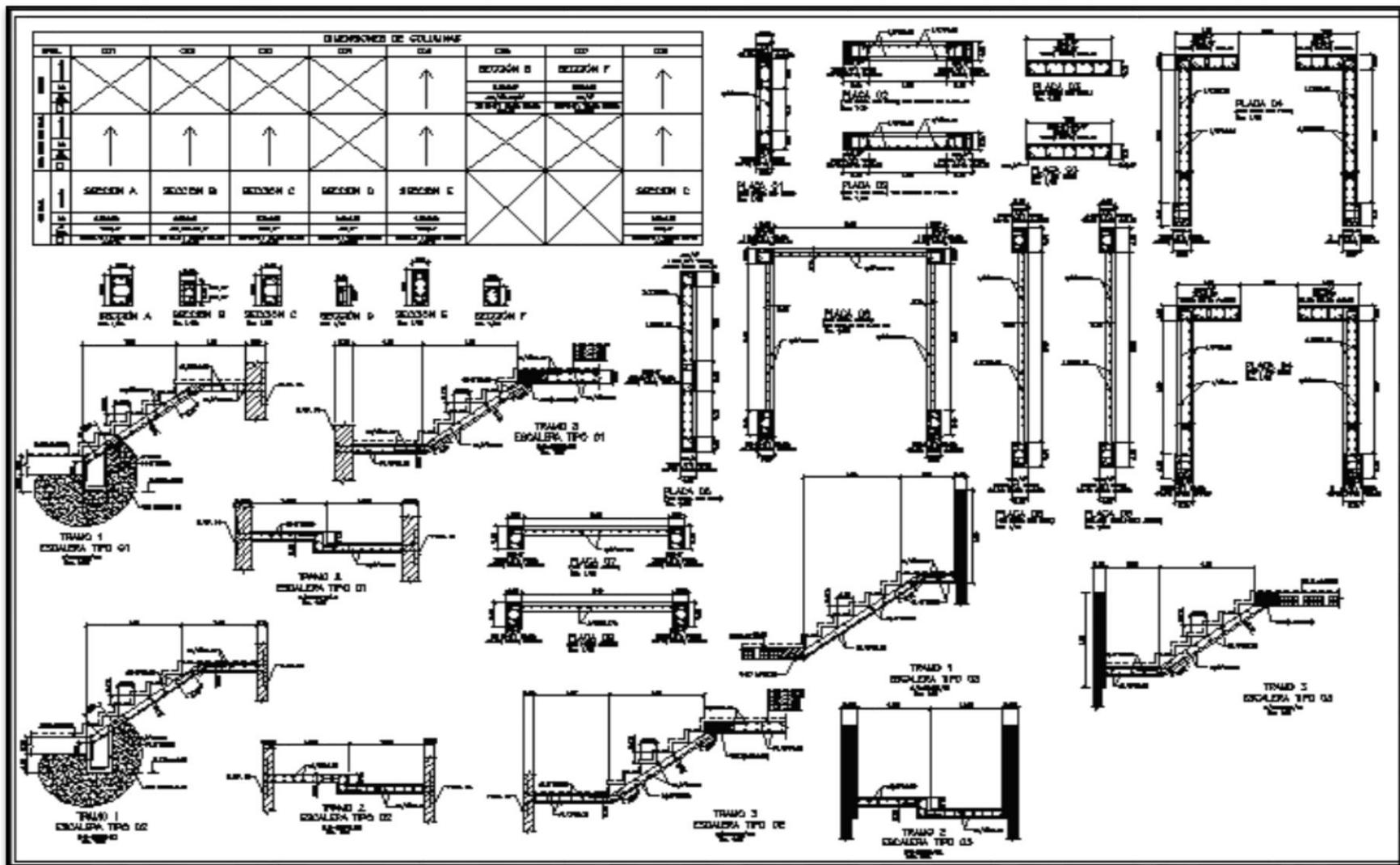


Figura 97: Plano de cuadro de columnas y corte de cimentación.
Fuente: Elaboración propia.

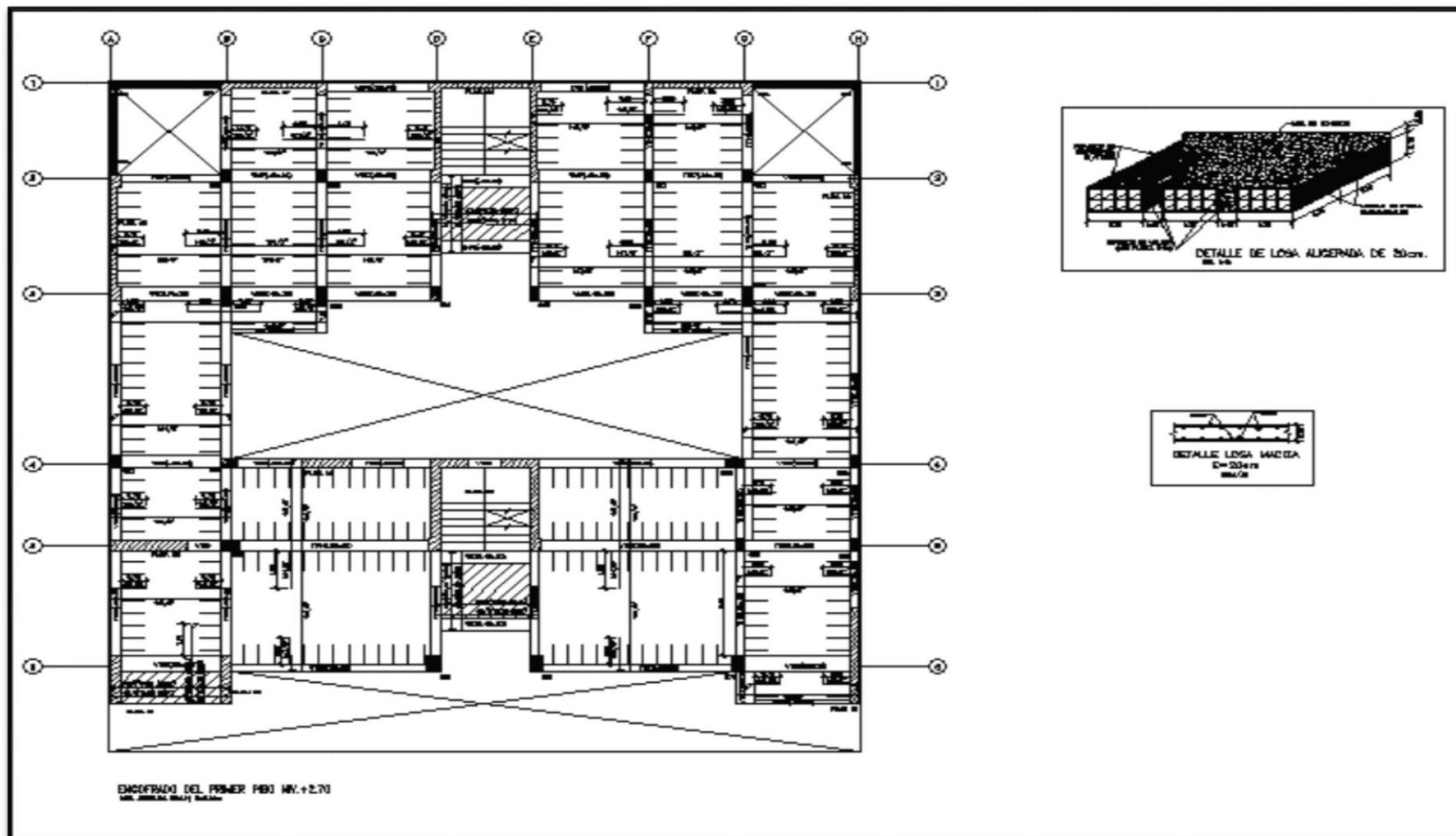


Figura 98: Plano de encofrado 1° Nivel.
Fuente: Elaboración propia.

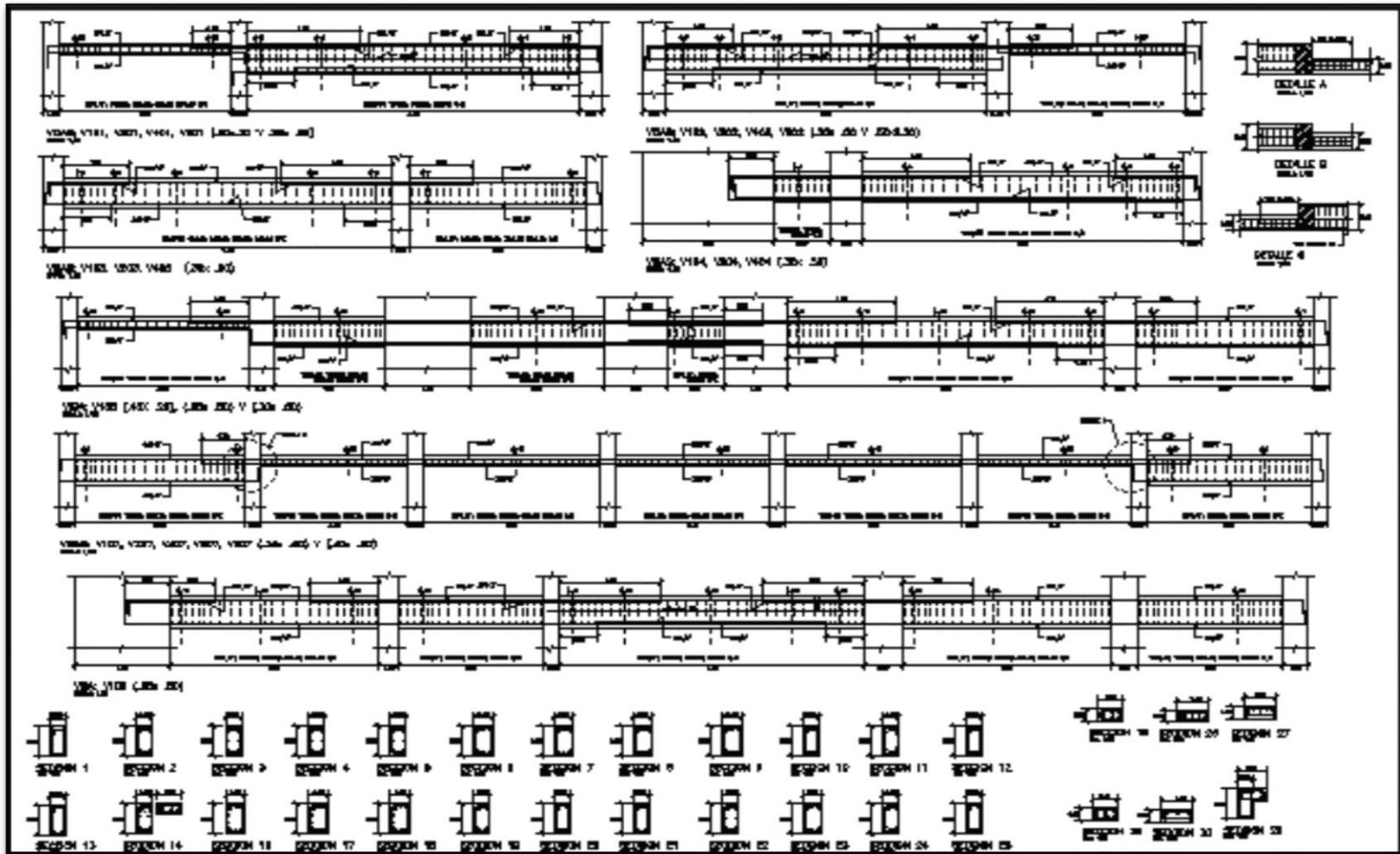


Figura 99: Plano de desarrollo de viga.
Fuente: Elaboración propia.

**ANEXO N° 09
AUTORIZACION**



Calle A. Pardo Figueroa N° 110-112
Urb. San Miguelito, Lima 32
Tel. 715-1253
www.edincosac.com

edincosac

Lima, 30 de Noviembre de 2018

Señores.

Universidad Privada Telesup

Presente.-

Atención: Dr. Anaximandro Perales Sánchez
Vicerrector Académico

De nuestra mayor consideración

EDINCO SAC identificado con RUC 20511301549 con domicilio Cal. Agustín Pardo Figueroa Nro. 110 Dpto. 102 Urbanización San Miguelito - San Miguel, presentado por su Jefe de Proyectos Ricardo Alex Toledo Gonzalez con DNI 08887515, expreso lo siguiente:

Damos consentimiento para que la Srta. Pantoja Huayhua Shirley Nathaly, identificada con DNI, 48162701 pueda obtener información de nuestra empresa para el desarrollo de su tesis.

Sin otro caso particular.

Atentamente,


EDINCO SAC
Ricardo A. Toledo Gonzalez
REPRESENTANTE LEGAL
Ricardo A. Toledo Gonzalez
Ingeniero Civil
(C.I.P. 79976)
Proyectos EDINCO SAC