

**UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSE FAUSTINO SANCHEZ CARRIÓN.**

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE UNA EDIFICACIÓN DE CONCRETO
ARMADO DE 4 PISOS EN LA CIUDAD DE HUACHO - 2019**

PRESENTADO POR:

BACH. SANCHEZ VERAMENDI ANDERSON HAROLD

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

ASESOR:

ING. CHINGA CAMPOS MARCO LUIS

HUACHO-2022

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE UNA EDIFICACIÓN DE CONCRETO ARMADO DE 4 PISOS EN LA CIUDAD DE HUACHO - 2019

INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

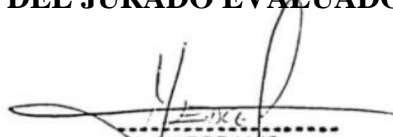
FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unjfsc.edu.pe Fuente de Internet	9%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
3	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
5	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	1%
7	Submitted to Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion Trabajo del estudiante	1%
8	1library.co Fuente de Internet	<1%

The logo of the Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrion Huacho is a circular emblem. It features a central yellow figure that is a stylized representation of a person or deity, possibly a sun god, with a crown and a staff. The figure is set against a light blue background. The text "UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRION" is written in a circular path around the central figure, and "HUACHO" is written at the bottom of the circle. The entire logo is rendered in a light, semi-transparent yellow color.

**“ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE UNA EDIFICACIÓN
DE CONCRETO ARMADO DE 4 PISOS EN LA CIUDAD DE HUACHO –
2019”**

MIEMBROS DEL JURADO EVALUADOR Y ASESOR



MARCO LUIS
CHINGA CAMPOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIR N° 212119

Ing. Marco Luis Chinga Campos

ASESOR



M(o). Cristian Milton Mendoza Flores

PRESIDENTE

M(o). Hector Alexis Herrera Vega

SECRETARIO

M(o). Carlos Francisco Goñy Ameri

VOCAL



DEDICATORIA

El estudio está dedicada a mis padres por la comprensión y la motivación para conseguir lo que estoy logrando, por siempre brindarme su consejo y apoyo, con lo que forjaron a lo que soy y a mis hermanos y familia por acompañarme en este largo camino profesional y por ser motivo de mis logros.

AGRADECIMIENTO

Un sincero agradecimiento a toda mi familia que siempre están ahí para mí y por su apoyo constante, a la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, en especial a los docentes de la Escuela de Ingeniería Civil que me brindaron muchos conocimientos y experiencia para forjarme una carrera de categoría, a mis amigos que a lo largo de esta carrera profesional se mantuvo un apoyo recíproco.

Anderson Harold Sanchez Veramendi



ÍNDICE

RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN.....	xv
CAPÍTULO I.....	16
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	16
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	16
1.2. Formulación del problema.....	17
1.2.1. Problema general.....	17
1.2.2. Problemas específicos	17
1.3. Objetivos de la investigación.....	18
1.3.1 Objetivos generales	18
1.3.2 Objetivo específicos	18
1.4. Justificación de la investigación.....	18
1.4.1. Justificación por su conveniencia.....	18
1.4.2. Justificación practica.....	18
1.4.3. Justificación teórica.....	19
1.4.4. Justificación Metodológica.	19
1.5. Delimitaciones de la investigación.....	19
1.6. Viabilidad del estudio.....	19
CAPÍTULO II.....	21
MARCO TEÓRICO	21
2.1. Antecedentes de la investigación.	21
2.1.1. Internacionales.	21

2.1.2 Nacionales.....	22
2.2 Bases teóricas.....	24
2.2.1 Vulnerabilidad Sísmica:.....	24
2.2.1.1 Sismicidad de la zona:.....	24
2.2.1.2 Daño Sísmico:.....	31
2.2.1.3. Vulnerabilidad estructural:.....	33
2.2.1.4. Filosofía y principios del diseño sismorresistente:.....	36
2.3. Bases filosóficas.....	37
2.4. Definiciones conceptuales.....	37
2.5. Formulación de hipótesis.....	39
2.6. Operacionalización de variables e indicadores.....	40
CAPÍTULO III.....	41
METODOLOGÍA.....	41
3.1 Diseño metodológico.....	41
3.1.1 Nivel de investigación.....	41
3.1.2 Diseño de investigación.....	41
3.1.3 Tipo de investigación.....	41
3.1.4 Enfoque.....	42
3.2 Población y muestra.....	42
3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	42
3.3.1 Técnicas a emplear.....	42
3.3.2 Descripción de instrumentos.....	43
3.3.2.1 Documentos.....	43
3.3.2.2 Planos.....	43
3.4 Técnicas para el procesamiento de la información.....	43

CAPÍTULO IV	44
ANÁLISIS Y RESULTADOS	44
4.1. Ubicación de la zona de estudio	44
4.2. Sismicidad de la zona	44
4.3. Diseño sismorresistente	45
4.4. Configuración estructural	50
4.4.1. Configuración en planta	50
4.4.2. Configuración en altura	51
4.5. Análisis estructural	52
4.5.1. Análisis estático	52
4.5.2. Análisis dinámico modal espectral	54
4.6. Daño Sísmico	59
4.7. Filosofía y principios del diseño sismorresistente	68
4.8. Contrastación de hipótesis	69
4.8.1. Hipótesis general	69
CAPÍTULO V	71
DISCUSIÓN	71
5.1. Discusión	71
CAPÍTULO VI	72
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	72
6.1. Conclusiones	72
6.2. Recomendaciones	73
FUENTES DE INFORMACIÓN	74
Fuentes bibliográficas	74
Fuentes hemerográficas	74

Fuentes electrónicas.....	75
ANEXOS.....	77
ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	78
ANEXO 2: PLANO DE UBICACIÓN	79
ANEXO 3: PARÁMETROS DE EDIFICACIÓN	80
ANEXO 4: DETALLE DE ARQUITECTURA 1.....	81
ANEXO 5: DETALLE DE ARQUITECTURA 2.....	82
ANEXO 6: DETALLE ALIGERADO 1.....	83
ANEXO 7: DETALLE DE ALIGERADO 2	84
ANEXO 7: DETALLE DE CIMENTACIÓN 1.....	85
ANEXO 8: DETALLE DE CIMENTACIÓN 2.....	86



INDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Escala de Intensidad de Mercalli modificada	28
Tabla N° 2: Distribución de elementos estructurales y no estructurales en respuesta a un desplazamiento	32
Tabla N° 3: Operacionalización de variables	40
Tabla N° 4: Zona sísmica donde está ubicada la edificación	46
Tabla N° 5: Factor de suelo	47
Tabla N° 6: Periodos TP y TL	47
Tabla N° 7: Categoría de las edificaciones y factor U	49
Tabla N° 8: Categoría de las edificaciones y factor U	53
Tabla N° 9: Categoría de las edificaciones y factor U	53
Tabla N° 10: Calculo de la cortante basal	54
Tabla N° 11: Modos de vibración de la estructura	55
Tabla N° 12: Cálculo de cortantes según NTP E.030	58
Tabla N° 13: Derivas de entrepiso en la dirección X	59
Tabla N° 14: Derivas de entrepiso en la dirección Y	59
Tabla N° 15: Verificación de refuerzo en columnas del primer piso	66

INDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Distribución geográfica de epicentros provocados por sismos en el Perú	25
Figura N° 2: Representación del proceso de subducción	26
Figura N° 3: Representación del cinturón del fuego del Pacífico	27
Figura N° 4: Se ubica el foco y demás ondas sísmicas	29
Figura N° 5: Ondas P.....	30
Figura N° 6: Ondas S.....	30
Figura N° 7: Ondas Love.....	31
Figura N° 8: Ondas Rayleigh	31
Figura N° 9: Distribución y concentración de masas	34
Figura N° 10: Falla en esquina de una estructura de concreto armado	35
Figura N° 11: La ubicación de los muros estructurales como prevención de momentos de torsión y volteo	35
Figura N° 12: Ubicación de la provincia de Huaura	44
Figura N° 13: La distribución geográfica de los epicentros ocurridos en el país hasta el 2017	45
Figura N° 14: Distribución de zonas sísmicas (Z).....	46
Figura N° 15: Formulas para el cálculo del factor de amplificación sísmica (C)	48
Figura N° 16: Vista en planta de la edificación.....	50
Figura N° 17: Vista frontal de la edificación en altura.....	51
Figura N° 18: Vista lateral de la edificación en altura	51
Figura N° 19: Vista en 3D de la edificación.....	52
Figura N° 20: Formulas para el cálculo del factor de amplificación sísmica (C)	54
Figura N° 21: Fórmulas para calcular el factor de amplificación sísmica (C)	55
Figura N° 22: Primer modo de vibración	56

Figura N° 23: Segundo modo de vibración	56
Figura N° 24: Tercer modo de vibración.....	57
Figura N° 25: Cuarto modo de vibración	57
Figura N° 26: Quinto modo de vibración	58
Figura N° 27: Sección de viga a analizar	60
Figura N° 28: Distribución de aceros en viga en el plano.....	60
Figura N° 29: Diagrama de momento flector.....	61
Figura N° 30: Cálculo de acero en vigas para el M1 (-).....	62
Figura N° 31: Cálculo de acero en vigas para el M2 (+).....	63
Figura N° 32: Cálculo de acero en vigas para el M3 (-).....	64
Figura N° 33: Relación de la capacidad-demanda en columnas primer piso	65
Figura N° 34: Escala de daños posibles de acuerdo a las distorsiones de entrepisos.....	67
Figura N° 35: Comparación de la distorsión calculada en el eje x.....	67
Figura N° 36: Comparación de la distorsión calculada en el eje y.....	68

RESUMEN

El objetivo del estudio es dar a conocer sobre si los resultados con respecto a la vulnerabilidad estructural de una edificación de concreto armado con 4 pisos a fin de poder predecir y saber sobre cómo se comporta dicha infraestructura en un sismo de diseño que nos proporciona la NTP E030 mediante el software ETABS 2016 el cual nos dará resultados de cálculos con respecto a los elementos estructurales, también se determinará qué tan eficiente es el análisis estructural de dicha estructura la cual fue diseñada por un personal técnico y no un profesional.

Para los elementos estructurales se verificará por diseño de momento a flexión para vigas y el diseño a flexocompresión para columnas lo cual podremos determinar si la cuantía de acero es la indicada para dichos esfuerzos y si fuera necesario refuerzos en aceros longitudinales, se determinará si la distorsión de la estructura cumple con los parámetros dados por la NTP E030 en la que nos denota que toda estructura debe cumplir con ser un diseño sismorresistente.

Palabras clave: Edificación, sismo, vulnerabilidad estructural, diseño sismorresistente.

ABSTRACT

The objective of the study is to make known if the results regarding the structural vulnerability of a reinforced concrete building with 4 floors in order to predict and know how this infrastructure behaves in a design earthquake provided by the NTP E030 through the ETABS 2016 software which will give us results of calculations regarding the structural elements, it will also determine how efficient is the structural analysis of the structure which was designed by a technical staff and not a professional.

For the structural elements, it will be verified by bending moment design for beams and the flexo-compression design for columns, which will be able to determine if the amount of steel is indicated for said efforts and if reinforcement is necessary in longitudinal steels, it will be determined if the distortion of the structure complies with the parameters given by the NTP E030 in which it denotes that every structure must comply with being an earthquake resistant design.

Keywords: Building, earthquake, structural vulnerability, earthquake resistant design.

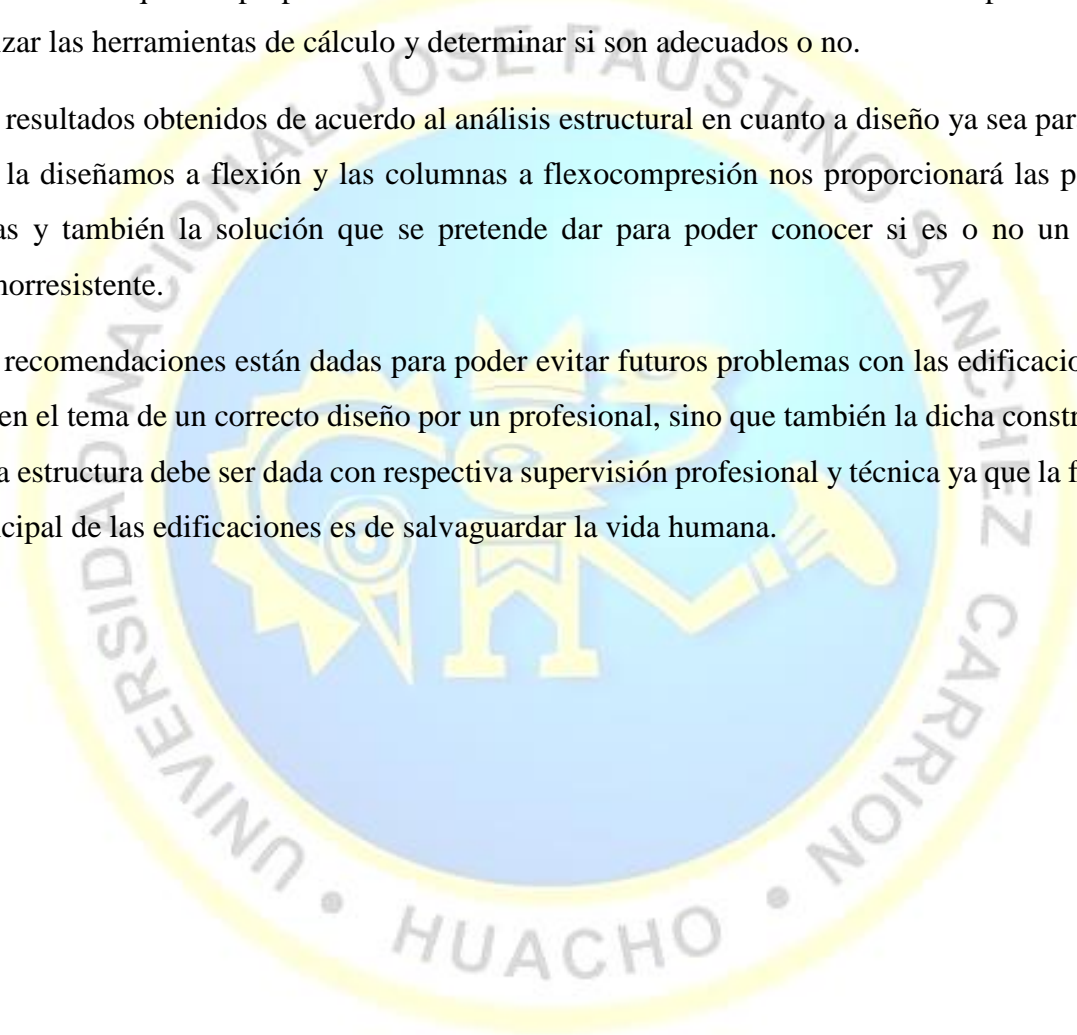
INTRODUCCIÓN

El estudio tuvo el objetivo de analizar la estructural de la edificación basándonos en los parámetros dados por la NTP E030 con la cual podemos determinar si el diseño es o no un diseño sismorresistente.

Se tiene en cuenta para poder determinar la respuesta de la estructura se utilizó el software ETABS 2016 que nos proporciona datos en cuanto a los elementos estructurales para así poder utilizar las herramientas de cálculo y determinar si son adecuados o no.

Los resultados obtenidos de acuerdo al análisis estructural en cuanto a diseño ya sea para vigas que la diseñamos a flexión y las columnas a flexocompresión nos proporcionará las posibles fallas y también la solución que se pretende dar para poder conocer si es o no un diseño sismorresistente.

Las recomendaciones están dadas para poder evitar futuros problemas con las edificaciones ya sea en el tema de un correcto diseño por un profesional, sino que también la dicha construcción de la estructura debe ser dada con respectiva supervisión profesional y técnica ya que la función principal de las edificaciones es de salvaguardar la vida humana.



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

En la actualidad, Huacho presenta diferentes tipos de edificaciones las cuales no todas se rigieron a un correcto diseño y proceso constructivo según norma. Existe un gran problema con la informalidad que representa un mal para la sociedad, afecta y está muy acentuada en el subdesarrollo y la falta de capacidad del gobierno para responder a demandas específicas de una realidad cambiante y de un país en pleno desarrollo. En el país, un número significativo de la población no tienen con los recursos necesarios para contratar a especialistas en construcción, por ende, optan por las construcciones informales para construir sus casas mediante la técnica común de albañilería confinada. Existe una falta de supervisión especializada de un profesional en ingeniería para garantizar la calidad de la construcción y el desconocimiento del encargado de la obra en materia normativa del Reglamento Nacional de Edificaciones (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018), la gran parte de casas presentan serios problemas en estructura, motivo por el cual son altamente vulnerables por sismos. El aumento poblacional está reflejado por la cantidad de casas construidas en la informalidad están situadas por las laderas de los cerros, motivo por el cual el estudio se centra en el análisis de factores estructurales de viviendas edificadas empíricamente o con un mal diseño y que se relacionan el grado de vulnerabilidad. La población en la ciudad de Huacho no es consciente de los peligros por no contar con especialistas técnicos en construcción de viviendas, por el hecho de pensar en economizar se puede causar riesgos a futuro ya que el diseño de las mismas no están de acuerdo a los parámetros establecidos por la normativa vigente. Los albañiles y jefes de proyecto directamente a cargo de las obras no están capacitados y no conocen las reglas de construcción necesarias establecidas en el Reglamento Nacional de Edificaciones (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018). El reglamento en mención abarca los requisitos mínimos en construcción de casas con diversos materiales y mediante diversos procesos de construcción; asimismo, evidencia las normas básicas

para que se construya una casa sismorresistente, el cual representa un concepto fundamental en la construcción de casas a nivel nacional.

Damos a conocer sobre estos problemas en la ciudad en la presente investigación las cuales se detallan en cuanto a los elementos y factores estructurales como también los factores arquitectónicos que presentan las dichas viviendas y así poder darles una buena y óptima solución para evitar problemas y daños a futuro. Lo que se propone es realizar diferentes tipos de capacitaciones en cuanto a los trabajadores de la construcción para llevar a cabo un correcto proceso constructivo y a los propietarios en conocer que para un proyecto de vivienda se realiza un buen y correcto estudio en base al suelo y los cálculos estructurales que lo hace una persona con los conocimientos técnicos en el campo de acción, que las municipalidades tanto distritales como provinciales den un apoyo en cuanto a supervisión y revisión de estas edificaciones para un correcto diseño sismorresistente y cumplir con el objetivo principal que consiste en resguardar la vida de los pobladores y evitar problemas para el futuro y así mejorar la calidad de vida humana.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general.

¿Cuáles son los indicadores obtenidos en el análisis de vulnerabilidad sísmica de una edificación de concreto armado de 4 pisos en la ciudad de Huacho - 2019?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál la probabilidad en cuanto a la sismicidad de la zona que existe en la edificación de concreto armado de 4 pisos en la ciudad de Huacho-2019?
- ¿Cuál es el daño causado por un sismo en la edificación de concreto armado de 4 pisos en la ciudad de Huacho-2019?
- ¿Cuál es la vulnerabilidad estructural que presenta la edificación de concreto armado de 4 pisos en la ciudad de Huacho-2019?
- ¿Se cumple con la filosofía y principios del diseño sismorresistente en la edificación de concreto armado de 4 pisos en la ciudad de Huacho-2019?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivos generales

Determinar los indicadores obtenidos en el análisis de vulnerabilidad sísmica de una edificación de concreto armado de 4 pisos en la ciudad de Huacho – 2019.

1.3.2 Objetivo específicos

- Determinar la probabilidad en cuanto a la sismicidad de la zona que existe en la edificación de concreto armado de 4 pisos en la ciudad de Huacho-2019.
- Identificar el daño causado por un sismo en la edificación de concreto armado de 4 pisos en la ciudad de Huacho-2019.
- Determinar la vulnerabilidad estructural que presenta la edificación de concreto armado de 4 pisos en la ciudad de Huacho-2019.
- Determinar si se cumple con la filosofía y principios del diseño sismorresistente en la edificación de concreto armado de 4 pisos en la ciudad de Huacho-2019.

1.4. Justificación de la investigación

1.4.1. Justificación por su conveniencia

Con esta investigación se determina la vulnerabilidad sísmica presente en Huacho en respuesta frente a un sismo y así buscar una solución para las construcciones futuras de las edificaciones y tener la debida precaución al momento de solicitar un servicio de diseño estructural y evitar daños a futuro.

1.4.2. Justificación practica

Este estudio dará a conocer si el funcionamiento estructural de las edificaciones es correcto y también la vulnerabilidad sísmica que presenta con la cual se darán unos parámetros para solucionar este grave problema y tener la tener la respectiva precaución de estas edificaciones a futuro.

1.4.3. Justificación teórica.

El estudio dará a conocer como es un diseño estructural de una edificación con los respectivos parámetros y cuantificar la vulnerabilidad sísmica para poder reforzar y solucionar estos errores para poder salvaguardar las vidas que habitan estas edificaciones lo cual es el principal objetivo.

1.4.4. Justificación Metodológica.

La vulnerabilidad sísmica es muy determinante en cuanto al diseño estructural de las edificaciones y en esta investigación los conceptos dados serán valiosos para poder determinar una solución a este problema en la ciudad de Huacho y evitar daños colaterales a futuro.

1.5. Delimitaciones de la investigación

Espacial

La edificación a investigar se encuentra ubicada en la Urbanización Lever Pacocha Manz. G-Lot. 15 del distrito de Huacho.

Temporal

La investigación se desarrolla desde marzo 2019.

Social

La presente investigación brinda como beneficio una forma de concientizar a los ciudadanos de la ciudad de Huacho.

1.6. Viabilidad del estudio

Técnica

La tesis es de carácter profesional porque se aplica conocimientos técnicos sobre análisis y diseño de estructuras que son desarrolladas por ingenieros civiles.

Operativa

Es viable ya que existen los recursos para poder ejecutar siempre y cuando se realiza de acuerdo a las recomendaciones dadas en esta investigación.

Financiera

Los costos que se necesitan para realizar esta investigación pueden ser asumidos por el tesista.



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación.

Para realizar la fundamentación del estudio es esencial conocer y saber brevemente sobre los diferentes estudios científicos realizados en cuanto al tema de la evaluación de vulnerabilidad sísmica de una edificación de concreto armado de 4 pisos.

2.1.1. Internacionales.

Arteaga, (2016). Desarrolló su investigación: “Estudio de Vulnerabilidades sísmicas, rehabilitaciones y evaluaciones de índices de daños de las edificaciones pertenecientes al patrimonio central edificado en la ciudad de Cuenca-Ecuador”, en la Universidad de Cuenca de Ecuador. Con el que obtuvo el título profesional de Ingeniero Civil. Formuló como objetivo general:

Analizar las edificaciones ubicadas en Cuenca la cual se sabe que es una zona altamente sísmica y por esto es el desarrollo de la evaluación, para ser exactos se estudió las edificaciones que fueron construidas antes de promulgar el primer código de construcción en Ecuador ya que gracias a este análisis se llegó a determinar que dichas estructuras de adobe, arcilla y demás materiales necesitan un reforzamiento estructural por ser vulnerables frente a un sismo, como el centro histórico de la ciudad que cuenta con 9,932 construcciones que se realizaron el periodo colonial (1557-1820), estas edificaciones son las que necesitan de elementos estructurales para una adecuada respuesta ya que no fueron hechas con un diseño sismorresistente. Por lo tanto, para poder preservar edificaciones con calidad de patrimonio cultural se precisa que se tome en cuenta los índices de vulnerabilidad de edificaciones que fueron analizadas y poder ejecutar el reforzamiento estructural para poder preservar dichos patrimonios.

Gutiérrez, (2018). En su tesis: “Vulnerabilidades sísmicas en la estructura de la edificación indispensable en Santiago de Cali”, en la Universidad Militar Nueva Granada con el cual se tituló como Ingeniero Civil. Formuló su objetivo principal en:

Evaluar las edificaciones principales según normativas de Colombia en la construcción y el diseño sismorresistente del 2010 ya que hay edificaciones esenciales que fueron construidas mucho antes de poner en práctica este código de diseño para las estructuras. De acuerdo al análisis se expuso las principales vulnerabilidades de éstas en caso de que se dé un sismo, dado que Santiago de Cali es una zona altamente sísmica ya que Colombia pertenece al cinturón de fuego y por tanto está dentro de esos posibles daños que deja un sismo, se dio a conocer las fallas en elementos estructurales visibles de las edificaciones esenciales las cuales son los hospitales y clínicas que son aproximadamente 576 en dicha ciudad y que estas son importantes en su correcta funcionalidad. Entonces el reto es demostrar que hay estructuras indispensables que de acuerdo a un análisis estructural merecen un reforzamiento para poder mitigar posibles catástrofes y darle la principal función de las estructuras la cual es de salvaguardar la vida de las personas.

2.1.2 Nacionales.

Alva, (2016). Realizó un estudio: “Evaluación de la relación de los factores estructurales en la vulnerabilidad sísmica de viviendas en laderas de la Urbanización Tahuantinsuyo del Distrito de Independencia, Lima”, de la Universidad Privada del Norte con el que pudo obtener la titulación de Ingeniero Civil. Denotó un objetivo muy importante que es:

Realizar el análisis de los comportamientos sísmicos en las construcciones del complejo Tahuantinsuyo, se logró demostrar que si hay correlación con los factores estructurales de la edificación y la vulnerabilidad que produce un sismo y la cual podría en un futuro provocar una enorme catástrofe a nivel de población. Se utilizó el enfoque cuantitativo porque se utilizó parámetros estructurales de la norma técnica peruana los cuales se calcularon para saber el diseño de dichas

estructuras y también las debidas fotografías para dar a conocer los posibles errores arquitectónicos de las edificaciones, se realizó una encuesta a unas 40 edificaciones de viviendas unifamiliares y multifamiliares en la zona 16 del Tahuantinsuyo las cuales se utilizaron unas fichas técnicas para detallar todo sobre la estructura a encuestar, se detalló que solo el 7.5% de las edificaciones tienen vulnerabilidad alta por lo tanto esto si es solucionable y para ello sería bueno que las entidades públicas intervinieran para dar a conocer estos problemas y que con esta investigación las edificaciones con índice de vulnerabilidad alta realizaran un sistema de reforzamiento estructural para evitar posibles daños a futuro.

Laucata, (2013). En su investigación: “Análisis de las Vulnerabilidades Sísmicas en las Viviendas Informales en el pueblo de Trujillo”, de la Pontificia Universidad Católica del Perú para obtener el título profesional de Ingeniero Civil. Formuló un objetivo principal en su investigación que es:

Conocer la peligrosidad sísmica en las viviendas informales sería un grave daño para la población ya que este problema se basa en el proceso constructivo de dichas viviendas que fueron construidas por las mismas personas de la zona y no tuvieron asistencia técnica para un buen desarrollo de construcción, los recursos de materiales que fueron utilizados no tenían la calidad adecuada y por esto no cumplen los factores y parámetros de diseños estructurales y arquitectónicos, tuvo como factor principal el suelo ya que este según sus propiedades y capacidad portante se hace el diseño por esto es que no debe haber informalidad al proceso de construir viviendas sin tener un buen estudio. El estudio fue cuantitativa porque se utilizó formulas y parámetros estructurales y arquitectónicas en base la norma técnica peruana, la zona que se estudió fueron 2 distritos El Porvenir y Víctor Larco Herrera que pertenecen a la provincia de Trujillo, se elaboró una encuesta y fichas técnicas a 30 viviendas las cuales fueron 15 en los respectivos distritos mencionados, debido al estudio mencionado en cuanto a las viviendas informales y calculo en base al tipo de suelo y la sismicidad que la representa se lleva a cabo que la vulnerabilidad a las dichas edificaciones es muy alta por realizar la

autoconstrucción que no es recomendable, para esto la solución más factible es hacer el dicho reforzamiento estructural a todas las viviendas y hacer capacitaciones a los trabajadores y personas que realizan las construcciones para poder evitar deficiencia en el proceso constructivo y que los propietarios sepan de lo cual vulnerable se encuentran si no hay un estudio debido para un proyecto de edificación.

2.2 Bases teóricas.

2.2.1 Vulnerabilidad Sísmica:

Para Alonso, (2014) la vulnerabilidad se refiere a:

La acción que dispone la naturaleza al momento ocurrir un sismo influye mucho en el comportamiento estructural de las edificaciones existentes, la vulnerabilidad sísmica refiere al momento de superar el límite de reacción frente a un sismo y provocar los daños ya sean a los componentes estructurales y no estructurales. La vulnerabilidad tiene una combinación de factores y parámetros que la originan y lo conforman: el factor del suelo, factor del sistema constructivo, factor socio económico y los factores estructurales. Así se podrá reconocer donde se producen los daños en las edificaciones y como analizar su vulnerabilidad estructural. (p.40).

Según Bozzo,L. & Barbat,A, (2004) la peligrosidad sísmica es:

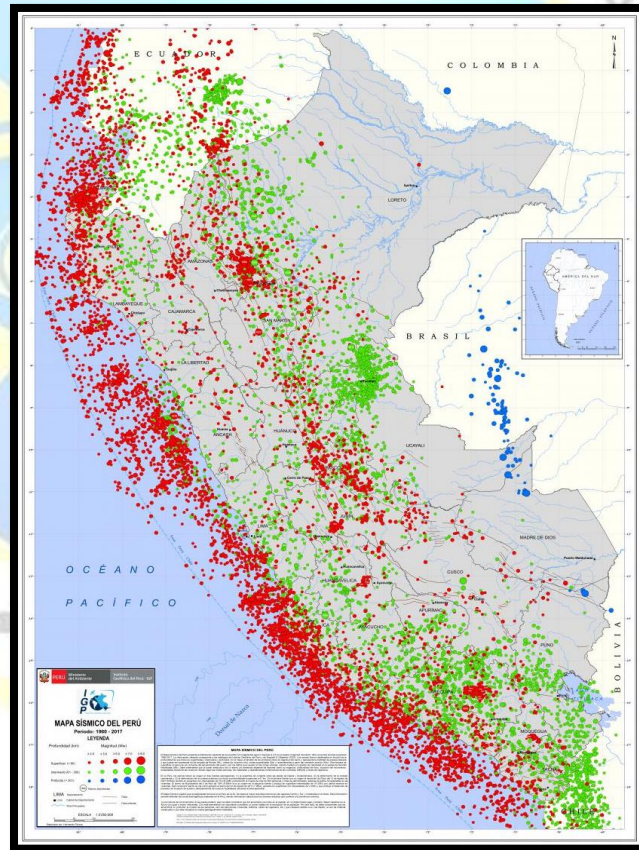
El nivel de vulnerabilidad que origina el sismo en cuanto a la zona geográfica en la cual se encuentra ubicada, se sabe que se puede representar mediante la velocidad, la aceleración o también el desplazamiento de la estructura en el suelo. En un sismo se conoce que libera energía en formas de ondas sísmicas en cuanto al suelo y esta se ve reflejada en el movimiento de la estructura construida, entonces este nivel movimiento en el suelo es lo que estudia la ingeniería estructural en base a cálculos para obtener parámetros diseño. (p.11).

2.2.1.1 Sismicidad de la zona:

Según Bozzo,L. & Barbat,A, (2004) la sismicidad es:

La sismicidad es conocida como el registro de los terremotos ocurridos en un espacio-tiempo los cuales quedan registrados y son llamados como catálogos sísmicos, debido a la geología y las características fisiográficas de las zonas se puede conocer la actividad sísmica ya que este registro mostrara de acuerdo a los epicentros de los sismos cuales son las zonas más activas sísmicamente en la geografía de la Tierra. Como bien se sabe estos sismos generan destrucción y gracias a estos estudios y registros se podrá calcular aproximadamente si el daño es de gran magnitud con respecto a las zonas urbanas que esten mas cerca o lejos de estos. (p.7-8).

Figura N° 1: Distribución geográfica de epicentros provocados por sismos en el Perú



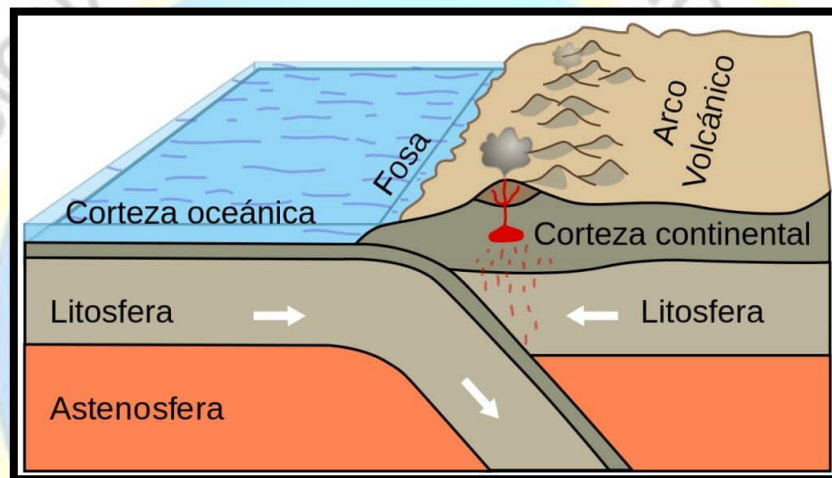
Fuente: IGP, 2017

a) Ubicación sísmica:

Según Sanchez, (2003) la ubicación sísmica se debe a:

El Perú se encuentra ubicado en la orilla del Occidente de America del Sur la cual se considera como una region muy activa a nivel mundial en cuanto a sismos. Entonces el motivo de los sismos provocados a nivel nacional es dado por el desarrollo de la Subduccion en la Placa oceanica de Nazca bajo la Placa continental de Sudamerica lo cual origina con frecuencia los sismos de gran magnitud.

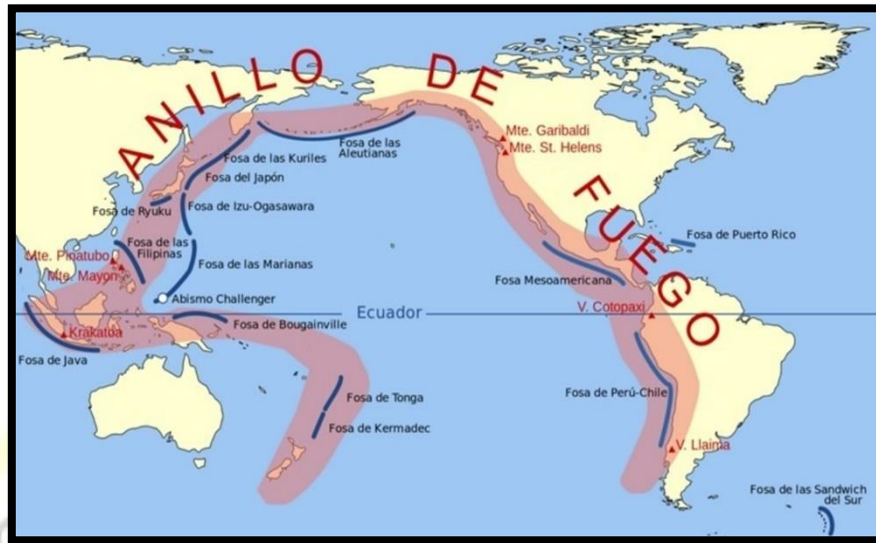
Figura N° 2: Representación del proceso de subducción



Fuente: Sanchez, (2003, p.15)

Y otro factor importante por lo cual se originan los terremotos en Perú es porque esta situada bajo el Cinturón de Fuego del Pacifico en la que esta relacionada con el fenomeno de subduccion debido a ser una zona de gran actividad volcanica. (p.15)

Figura N° 3: Representación del cinturón del fuego del Pacífico



Fuente: Sanchez, (2003, p.15)

b) Magnitud:

Según Bozzo, L. & Barbat, A. (2004) la magnitud está definida:

Como la energía que ha sido liberada del terremoto que resume la sumatoria de energía que se propaga mediante las ondas sísmicas, también las disipadas a través de diversos fenómenos la cual se mide mediante sismógrafos, esto es estudiado en forma de calor ya que se habla de energía. Este concepto se dio a conocer gracias a Richter y es por esto que para saber cuánto es la magnitud de un terremoto se considera que la amplitud alcanzada por las ondas sísmicas es la energía total liberada en un sismo. En la siguiente relación se establece para una magnitud local M_L

$$M_L = \log A (mm) + 3 \log (8\Delta t_{s-p}(s)) - 2.92$$

De esta ecuación A es la amplitud máxima en mm que se da desde que empiezan las ondas P hasta que comienzan las ondas S y $3 \log (8\Delta t_{s-p}(s)) - 2.92$ es la constante ya determinada debido al estudio de los sismos y la composición del suelo. (p.4)

c) Intensidad:

Según Bozzo,L. & Barbat,A, (2004) la intensidad se explica cómo:

La descripción de los daños ocasionados por un sismo en las estructuras y edificaciones a nivel de la apreciación personal que estos producen en una zona determinada, esta intensidad varía de acuerdo a la zona ya que los factores tales como el epicentro, la profundidad, la composición del suelo y el tipo de construcciones que exista ya sea en la zona local donde ocurre el sismo o las zonas alejadas a ella y la repercusión que tiene. Para determinar el daño que se produce en un sismo se elaboró la escala de Mercalli modificada (MMI), se formulara encuestas a las personas que se encontraban ubicadas en la zona afecta por un sismo y se evalúa de acuerdo a la escala anteriormente mencionada para poder determinar la intensidad del sismo. (p.5-6)

Tabla N° 1: Escala de Intensidad de Mercalli modificada

Tabla 1 Escala de intensidad de Mercalli modificada	
I	No sentido, excepto por algunas personas bajo circunstancias especialmente favorables.
II	Sentido sólo por unas pocas personas en reposo, especialmente en los pisos elevados de los edificios.
III	Sentido con bastante nitidez en los interiores, especialmente en los pisos superiores de los edificios, pero muchas personas no lo reconocen como un terremoto.
IV	Durante el día, sentido en interiores de edificios por muchas personas, en los exteriores por muy pocas. Sensación de que un camión pesado haya chocado contra el edificio.
V	Sentido por casi todo el mundo, muchos se despiertan. A veces se observan cambios en los árboles, los postes y otros objetos altos.
VI	Sentido por todos; muchos se asustan y salen a la calle. Algunos muebles pesados se mueven; pocos casos de paredes caídas o chimeneas dañadas. Poco daño.
VII	Todo el mundo corre a la calle. Daño despreciable en los edificios de diseño y construcción buenos; de ligero a moderado en las estructuras de construcción ordinaria; considerable en los edificios pobres o con estructuras mal diseñadas.
VIII	Daño ligero en estructuras especialmente diseñadas; considerable en edificios sustanciales ordinarios con derrumbamiento parcial; grande en estructuras mal construidas (caída de chimeneas, columnas, monumentos, muros).
IX	Daño considerable en estructuras especialmente diseñadas. Los edificios son desplazados de sus cimientos. Se abren grietas en el suelo.
X	Se destruyen algunas estructuras de madera bien construidas. La mayoría de las estructuras de albañilería y madera se destruyen. Se abren muchísimas grietas en el terreno.
XI	Quedan de pie muy pocas estructuras, si queda alguna. Se destruyen los puentes; grandes fisuras en el terreno.
XII	Daño total. Se ven ondas en el suelo. Los objetos son lanzados al aire.

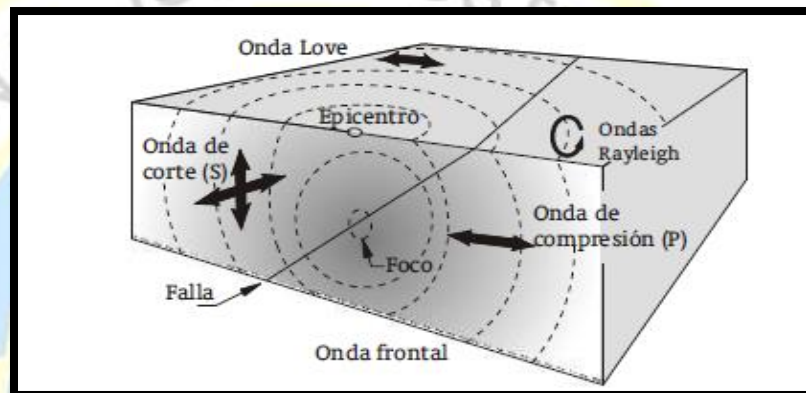
Fuente: Alonso, (2014, p.25)

d) Ondas Sísmicas:

Según Alonso, (2014) las ondas sísmicas se expresan como que:

Al momento de ocurrir un sismo este tiene un punto en el suelo donde se inicia toda la liberación de energía el cual es llamado foco o hipocentro y esta se manifiesta como ondas sísmicas, se sabe que el epicentro es llamado al punto se encuentra en la superficie terrestre que esta sobre el foco.

Figura N° 4: Se ubica el foco y demás ondas sísmicas



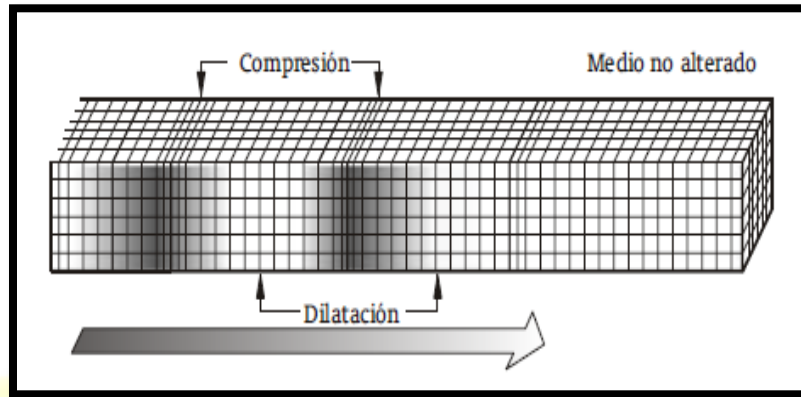
Fuente: Alonso, (2014, p.15)

Existen dos clases de ondas, la onda superficial y la onda corpórea.

La onda corpórea es dada en la parte interna del planeta Tierra, las cuales son:

- Las ondas P, son las ondas primarias que se transmiten y se comprimen en la dirección de la onda tal así es comparado como la propagación del sonido (p.15).

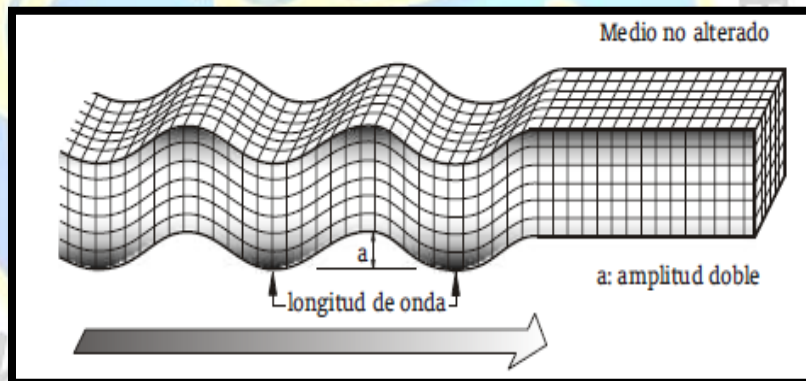
Figura N° 5: Ondas P



Fuente: Alonso, (2014, p.15)

- Las ondas S, son las ondas secundarias que se mueven y se propagan de forma perpendicular y transversal a la dirección de la propagación. (p.16)

Figura N° 6: Ondas S

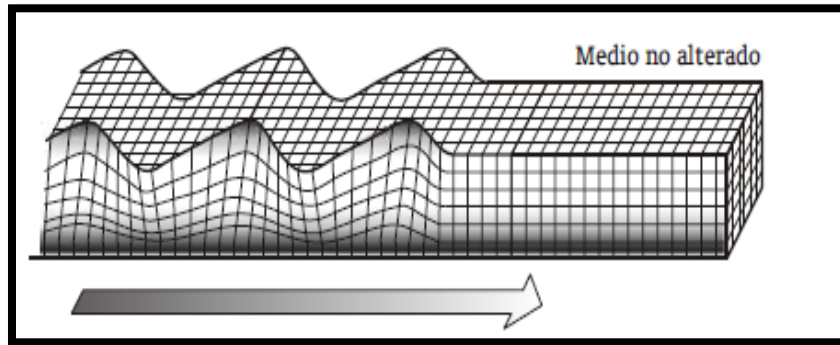


Fuente: Alonso, (2014, p.15)

En la superficie de la Tierra se desplazan las siguientes ondas:

- Ondas Love, estas ondas superficiales que se desplazan de forma perpendicular y horizontal en dirección a la propagación las cuales fomentan deterioros considerables a las edificaciones (p.16).

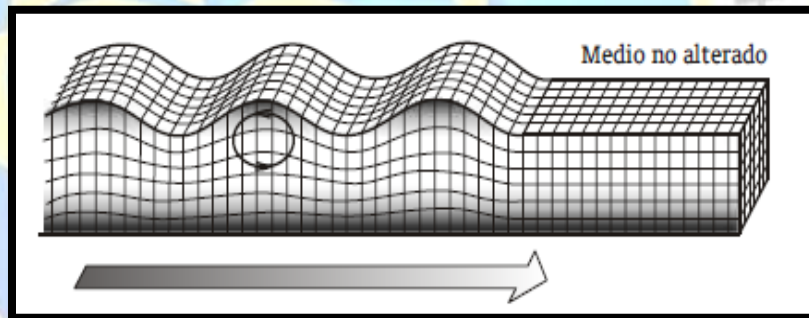
Figura N° 7: Ondas Love



Fuente: Alonso, (2014, p.16)

- Ondas Rayleigh, estas ondas se desplazan de forma elíptica y también retrógrada, se le compara con el movimiento de las olas de mar. (p.16)

Figura N° 8: Ondas Rayleigh



Fuente: Alonso, (2014, p.16)

2.2.1.2 Daño Sísmico:

De acuerdo a Bonnett, (2003) el daño sísmico es:

El rango donde se ve afectado un sistema organizado de las personas en el ámbito económico y social, con respecto a las edificaciones el daño sísmico se refiere a los desplazamientos y deformaciones de elementos estructurales como también se ve afectado los elementos de la arquitectura y las instalaciones que se encuentran en dichas edificaciones. (p.20)

Ahora como se sabe para los elementos estructurales uno de los principales influyentes en sus deformaciones son las derivas (desplazamientos) y esto se muestra mucho en el entrepiso mientras que para los elementos no estructurales se les puede clasificar dependiendo de que indicador influye en su respuesta a un sismo. (p.21)

Tabla N° 2: Distribución de elementos estructurales y no estructurales en respuesta a un desplazamiento

Tipo	Item	Sensible a la deriva	Sensible a la
Arquitectónico	Particiones	●	○
	Parapetos		●
	Paneles exteriores	●	○
	Ornamentos		●
Mecánico y Electrico	Mecanismos generales		●
	Sistemas de tuberías	○	●
	Elevadores	○	●
Contenido	Electricidad en general	○	●
	Archivadores		●
	Equipo de oficina		●
	Equipos informáticos		●
	Equipo no permanente		●
	Objetos de arte y valor		●

Los puntos sólidos indican la primera causa de daño, mientras que los vacíos corresponden a la causa secundaria.

Fuente: Bonnet, (2003, p.21)

Para conocer más se presenta una escala de daño estructural frente a un sismo y el estado en que se encuentra el mismo de manera física y observada:

- Sin daño: la estructura en el caso extremo levemente presentara fisuras pequeñas en el concreto armado. (p.23)
- Moderado: los elementos estructurales presentaran un mínimo de daño hasta un leve desprendimiento de concreto, y en cuanto a elementos no estructurales son daños relativamente considerables por esto es que la estructura se deja de habitar durante 3 meses para dar solución a esto y es riesgo de vidas humanas es mínimo. (p.23)

- Severo: se denota que en los elementos estructurales hay un daño muy considerable al punto de apreciar deformaciones y la pérdida de concreto en los recubrimientos de dichos elementos, cabe la posibilidad de estar cerrada por un largo tiempo la estructura y el índice de pérdidas humanas puede ser muy alto. (p.23)
- Total-Colapso o muy severo: se observa que los daños en la estructura no tienen reparación y debe ser demolida, es mucho más alto el índice de pérdidas humanas. (p.23)

2.2.1.3. Vulnerabilidad estructural:

Para Alonso, (2014) la vulnerabilidad estructural es definido:

Como el indicador donde se manifiesta las respuestas de las estructuras en un terremoto y los posibles daños y pérdidas que estas generan, entonces las edificaciones debido a un riesgo sísmico se deben de evaluar mucho antes de la construcción y tomar en cuenta su respuesta para poder evitar pérdidas humanas o materiales en futuros sismos. (p.39)

a) La configuración de la estructura:

Para Canales, (1998) esta configuración comprende que:

En una edificación lo más relevante e importante es la respuesta sísmica por la cual se desempeñará y tendremos los siguientes indicadores influyentes:

- Altura:

Se sabe que una edificación en el aspecto de diseño se logra definir como distribución de masas las cuales tienen su propia rigidez la cual conforme más altura mucho más periodo, esto influye de manera significativa en las deformaciones y desplazamientos de la estructura.

- Tamaño horizontal:

En el plano horizontal cuando nos referimos a longitud cuanto mayor sea modifica la respuesta frente a cargas en las cuales aumentará la distancia y disminuirá la propia rigidez de la estructura.

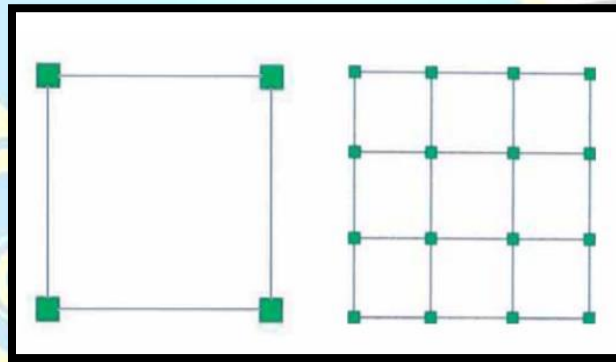
- Simetría:

En la estructura cuando el centro presenta rigidez y son más concurrentes se dice que es simétrico puesto a que la distribución de cargas al momento de ocurrir un sismo se distribuyen correctamente los esfuerzos y se disminuye la posibilidad de torsión.

- Distribución y concentración:

Para lograr obtener una buena respuesta estructural en cuanto a un sismo se prefiere una buena distribución y concentración de masas para lograr que la relación de rigidez y masa sea la correcta y evitar esfuerzos.

Figura N° 9: Distribución y concentración de masas



Fuente: Canales, (1998, p.7)

- En planta la densidad de estructura:

Es la zona total conformada por componentes estructurales ya sean columnas, arriostres y muros que está segmentada en la zona bruta de los pisos.

- Esquinas:

En una edificación las esquinas deben diseñar de manera muy detallada en cuanto a cargas ya que esta puede ser más afectada frente a un sismo.

Figura N° 10: Falla en esquina de una estructura de concreto armado

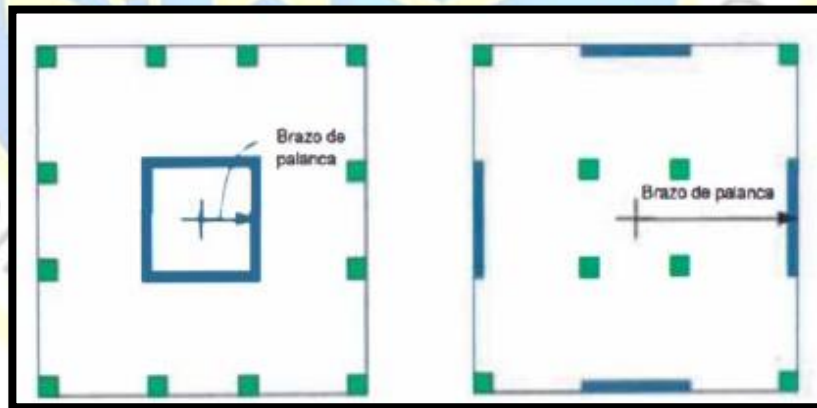


Fuente: Canales, (1998, p.8)

- Resistencia perimetral:

Se sabe que los desplazamientos deben ser aminorados y evitados en una estructura por lo que se utilizan los elementos en los lados del perímetro de forma equitativa para evitar la excentricidad.

Figura N° 11: La ubicación de los muros estructurales como prevención de momentos de torsión y volteo



Fuente: Canales, (1998, p.9)

b) Análisis estructural:

De acuerdo a Wilson, (2004). El análisis estructural debe tener los parámetros que se mencionan a continuación:

Se debe conocer el uso que se le dará al diseño y por el cual se determinara el comportamiento y las deformaciones, desplazamientos, esfuerzos y momentos de los elementos estructurales, para esto las condiciones necesarias es verificar y aminorar los efectos de desplazamiento de la estructura para que cumplan según norma, la geometría y los materiales que conformaran los elementos estructurales deben ser especificados correctamente.

- **Análisis estático:**

Es el análisis por el cual determinamos la resistencia de la estructura sometida a una fuerza estática constante en el tiempo denominado cortante basal, esta estará distribuida de manera proporcional a la altura y peso de la estructura que nos dará las deformaciones de la estructura.

- **Análisis dinámico:**

En la estructura este análisis se refiere a tomar en cuenta los modos de vibración que produce dichas oscilaciones, y para determinar la respuesta frente a esta se trabaja mediante un sistema de ecuaciones lineales como la del movimiento donde podremos conocer aceleraciones, desplazamientos y demás factores que se ven en un sismo

2.2.1.4. Filosofía y principios de diseño sismorresistente:

En el Reglamento Nacional de Edificaciones (2018). Se establece la siguiente filosofía:

a) **Impedir pérdidas humanas:**

No deben existir pérdidas humanas por causas del colapso de la estructura, aunque no se garantiza totalmente en un movimiento sísmico severo que la norma sea la que se libre de esto, pueden ocurrir daños sumamente importantes, pero evitar el colapso de la misma, en pocas palabras debe de presentar ductilidad la estructura. (p.5)

b) **Garantizar que se continúe con los servicios básicos:**

Para una estructura correctamente diseñada debe de responder considerablemente a un movimiento del suelo creado por el sismo y que los

daños y deformaciones puedan tener la posibilidad de ser reparados ya que debe encontrarse dentro los límites aceptables. (p.5)

c) Reducir en las propiedades los daños:

Según la clasificación que nos da la norma E.030 las edificaciones esenciales a pesar de un sismo de movimiento severo esta no debe perturbar sus funciones y debe estar en condiciones operativas frente a un sismo. (p.5)

2.3. Bases filosóficas.

Esta investigación es orientada en base a la corriente filosófica positivista, ya que la veracidad de la investigación se da con el método experimental de las ciencias y no acepta los conceptos referidos a la teología y metafísica.

Nos referimos también al método científico ya que lo verdadero es lo real y este es el objeto de estudio al cual se aplican los conocimientos. (Guamán Chacha, K. A., Hernández Ramos, E. L., & Lloay Sánchez, S. I., 2020)

2.4. Definiciones conceptuales.

1) Aceleración:

Es la variación de la velocidad en un tiempo determinado (Real Academia Española, 2019).

2) Arriostre:

Es aquel componente ya sea horizontal o vertical que impide el desplazamiento del muro (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2018).

3) Colapsar:

De acuerdo a la Real Academia Española, (2019) se entiende como una pérdida de estabilidad y resistencia que provoca destrucción.

4) Deformación:

Según Russell C., (2011) se define como la respuesta del cuerpo frente a una fuerza la cual esta tiende a cambiar su estado de forma y tamaño, esto visualmente puede ser muy perceptible o como también imperceptible.

- 5) Deriva:
Es el límite de distorsión de acuerdo al número de pisos en una estructura (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2018).
- 6) Ductilidad:
Es la propiedad de fácilmente deformarse sin afectar la propia resistencia de dicho elemento (Real Academia Española, 2019).
- 7) Epicentro:
Según Alonso, (2014) se define como el punto ubicado en la superficie que está sobre el foco o hipocentro de manera perpendicular a ella.
- 8) Estructura:
Según Delgado, (2011) se define como la agrupación de elementos capaces de resistir entre sí cargas y fuerzas la cual debe ser capaz de mantener el equilibrio como respuesta.
- 9) Placas tectónicas:
Son la participación presente en la litósfera en la que cada una presenta diferentes extensiones y propiedades, el movimiento que se genera cuando interactúan entre sí provoca en algunos casos desastres (Tavera, 2012).
- 10) Rigidez:
Según Aranzabal, W. & Arroyo, J, (2015) se define como la propiedad del elemento o elementos que es capaz de oponerse a deformaciones frente a cargas y fuerzas.
- 11) Sismo:
Es un fenómeno natural que provoca un movimiento violento en la corteza que es causado por las fuerzas internas en la Tierra (Real Academia Española, 2019).
- 12) Subducción:
Es el fenómeno por el cual una placa de la litósfera se desliza por debajo de la otra (Real Academia Española, 2019).
- 13) Torsión:
Según Delgado, (2011) se define como cuando el cuerpo está sometido a giros perpendiculares llamados momentos en función a su eje longitudinal.
- 14) Vibración:

Corresponde al movimiento tembloroso de manera oscilante de acuerdo a su posición de equilibrio (Real Academia Española, 2019).

2.5. Formulación de hipótesis.

2.5.1 Hipótesis general.

Los indicadores obtenidos en el análisis de vulnerabilidad sísmica son favorables en una edificación de concreto armado de 4 pisos en la ciudad de Huacho-2019.

2.5.2 Hipótesis específica.

- La probabilidad en cuanto a la sismicidad de la zona que existe es favorable en la edificación de concreto armado de 4 pisos en la ciudad de Huacho-2019.
- El daño causado por un sismo será bajo en la edificación de concreto armado de 4 pisos en la ciudad de Huacho-2019.
- La vulnerabilidad estructural que presenta es favorable en la edificación de concreto armado de 4 pisos en la ciudad de Huacho-2019.
- La filosofía y principios del diseño sismorresistente se está cumpliendo en la edificación de concreto armado de 4 pisos en la ciudad de Huacho-2019.

2.6. Operacionalización de variables e indicadores.

Tabla N° 3: Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS
Análisis de vulnerabilidad sísmica	Alonso, (2014). La acción que dispone la naturaleza al momento ocurrir un sismo influye mucho en el comportamiento estructural de las edificaciones existentes, la vulnerabilidad sísmica refiere al momento de superar el límite de reacción frente a un sismo y provocar los daños ya sean por componentes estructurales y no estructurales. La vulnerabilidad tiene una combinación de factores y parámetros que la originan y están conformadas por: el factor suelo, factor de sistema constructivo, factor socio económico y los factores estructurales. Así se podrá reconocer donde se producen los daños en las edificaciones y como analizar su vulnerabilidad estructural (p.40).	Sismicidad de la zona	Ubicación del sismo	1-5
			Magnitud	
			Intensidad	
		Daño sísmico	Leve	6-10
			Moderado	
Vulnerabilidad estructural	Severo	11-14		
	Total-Colapso o muy severo			
Filosofía y principios del diseño sismorresistente.	Configuración estructural	15-18		
	Análisis estructural			
	Impedir pérdidas humanas			
Asegurar la continuidad de los servicios básicos	Minimizar los daños a la propiedad			

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

El diseño de la investigación vincula los conceptos del desarrollo del estudio tales como el planteamiento de la problemática, los criterios teóricos e hipótesis en las siguientes etapas cuyas propiedades son operativas.

3.1.1 Nivel de investigación.

Sustancialmente en las investigaciones descriptivas se detallan todos los elementos y factores que originan un fenómeno, y para esto se hace las respectivas mediciones y estudios de los fenómenos (Behar, 2008).

De nivel descriptivo ya que para determinar los factores y componentes se describen mediante un estudio en un determinado espacio tiempo.

3.1.2 Diseño de investigación.

Con respecto a las variables estas no se manipulan ni se alteran, este análisis determinado al fenómeno se hace un tiempo determinado y esto se le denomina no experimentales (Palella, S. & Martins, F, 2012).

De diseño no experimental, corte transversal ya que la variable escogida no fue manipulada de manera intencional y el análisis se realizó en tiempo en concreto.

3.1.3 Tipo de investigación.

En relación al objetivo de la investigación, es aplicada porque utiliza un marco teórico para demostrar las causas que se originan en la investigación y poder resolverlas en un momento determinado (Behar, 2008).

De tipo aplicada ya que empleó los conocimientos del marco teórico el cual estos ya fueron demostrados y de información fidedigna para poder determinar soluciones a las circunstancias en las que se da.

3.1.4 Enfoque.

El estudio cuantitativo mediante una variable encontrada recopila datos de forma numérica, además no se permite saltarse o ignorar fases del proceso ya que esta nos permitirá lograr nuestro objetivo y determinar la conclusión (Hernández, R. Fernández, C. & Baptista, M, 2014).

De enfoque cuantitativo ya que se recopiló datos y se ejecutó un proceso con la cual se determinará las conclusiones y poder brindar recomendaciones.

3.2 Población y muestra

Un estudio tiene que considerar todos los aspectos de la agrupación de medidas, objetos e individuos por el que se les atribuye como población y el subgrupo de esta es llamada muestra (Wigodski, 2010).

La población fue la edificación de concreto armado de 4 pisos en la ciudad de Huacho, se determina con respecto a la definición de Wigodski, (2010) que la muestra coincide con la población.

3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.3.1 Técnicas a emplear

- ✓ El permiso otorgado por el dueño de la propiedad para que puede acreditar la viabilidad de recopilación de datos e información necesaria para esta investigación.
- ✓ Los datos necesarios se procesaron con respecto a los documentos y planos que nos proporcionara el propietario de la edificación.
- ✓ La inspección visual se realizó en cómo se encuentra el estado de la edificación en el presente lo cual será importante detallar todo lo encontrado.

- ✓ Una vez terminado la recolección de los datos, se determinó con relación al procesamiento y análisis de información obtenida para poder realizar las respectivas conclusiones y recomendaciones.

3.3.2 Descripción de instrumentos

3.3.2.1 Documentos

El documento a considerar fue el de licencia de construcción por el cual el Municipio aprobó y permitió que dicha edificación sea construida.

3.3.2.2 Planos

Los planos especificaron todo sobre cómo está la distribución en arquitectura, estructuras y también como están ubicadas las instalaciones sanitarias y eléctricas.

3.4 Técnicas para el procesamiento de la información

A continuación, se presentan las fases:

- La primera fase comprendió en hacer la recopilación de todos los conocimientos y teorías basados en libros, revistas, tesis en repositorios oficiales de las universidades y estudios de fuente fidedigna para poder guiarnos y realizar un estudio fehaciente de la presente investigación.
- La segunda fase comprendió en tener el permiso otorgado por el propietario para poder recopilar la información necesaria que se realizará en este estudio.
- La tercera fase comprendió en utilizar nuestros instrumentos obtenidos mediante la inspección visual y los planos, una vez recopilado estos datos se procederá hacer el análisis utilizando el software de ingeniería llamado ETABS 2016 y así conocer los resultados para poder definir las conclusiones y recomendaciones que se realizó en el desarrollo del estudio.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y RESULTADOS

4.1. Ubicación de la zona de estudio

La edificación de concreto armado de 4 pisos es una vivienda multifamiliar que se encuentra ubicada en la Urbanización Lever Pacocha Manz. G-Lot. 15 del distrito de Huacho.

4.2. Sismicidad de la zona

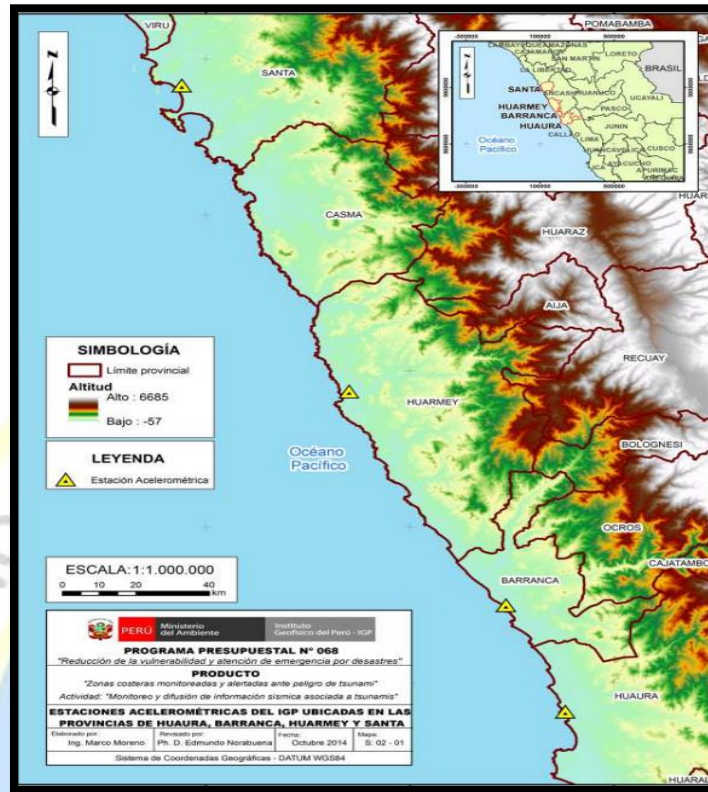
Huacho es una ciudad ubicada en la costa del Perú donde pertenece al cinturón de fuego el cual representa un lugar con niveles altos de riesgo por sismos, tiene coordenadas geográficas de -11.1072 latitud y -77.610311° $6'$ longitud, la edificación a tratar está expuesta a este factor sísmico de ubicación ya que hay muchos antecedentes de sismos, el IGP cuenta con un total de 70 estaciones de red acelerométrica la cual nos proporciona un registro de aceleraciones que es importante para un diseño sísmico de una estructura, la ciudad de Huacho cuenta con una estación ubicada en la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión que registro el ultimo sismo ocurrido en Huacho de magnitud de 3.7 con fecha 28/05/2019, debido a que el sismo fue de una magnitud menor no se registraron grandes daños en las edificaciones.

Figura N° 12: Ubicación de la provincia de Huaura



Fuente: IGP (2014)

Figura N° 13: La distribución geográfica de los epicentros ocurridos en el país hasta el 2017



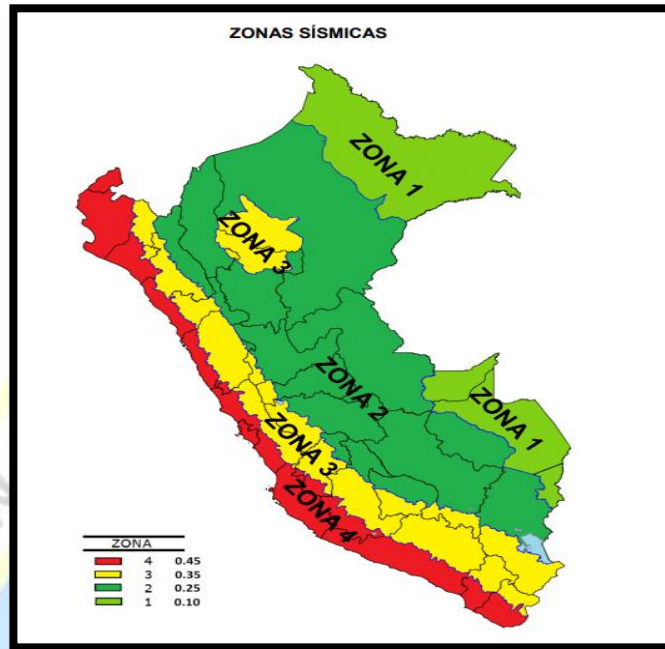
Fuente: IGP (2017)

4.3. Diseño sismorresistente

Con respecto al diseño sismorresistente nos referiremos a la norma E.030 que se encuentra dentro del Reglamento Nacional de Edificaciones, (2018) que brinda todos los parámetros sísmicos que corresponden al diseño y que se explican en los siguientes procesos:

El territorio nacional del Perú está dividido en 4 zonas debido a un estudio de sismicidad en un determinado tiempo y espacio, entonces debido al tipo de zona ubicado se tendrá un valor representado en el suelo rígido como una aceleración máxima horizontal con un análisis probabilístico del 10% al ser incrementada en 50 años.

Figura N° 14: Distribución de zonas sísmicas (Z)



Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones (2018)

Ahora especificaremos donde se encuentra el factor de la zona de estudio

Tabla N° 4: Zona sísmica donde está ubicada la edificación

REGION (DPTO)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SISMICA	AMBITO
		CHECRAS		
		LEONCIO PRADC	3	CUATRO DISTRITOS
		PACCHO		
		SANTA LEONOR		
		AMBAR		
		CALETA DE		
LIMA	HUAURA	CARQUIN		
		HUACHO		
		HUALMAY	4	OCHO DISTRITOS
		HUAURA		
		SANTA MARIA		
		SAYAN		
		VEGUETA		

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones (2018)

Entonces el factor para zonificar la zona de estudio será $Z=0.45$ ya que encuentra en la zona 4 según lo estipulado en la norma E.030 en la que se refiere a todo sobre el Diseño sismorresistente.

Ahora de acuerdo a la norma E.030 establecido en el Reglamento Nacional de Edificaciones con respecto a la condición geotécnica de la zona de estudio tienen como característica un perfil del suelo tipo S_2 (suelos intermedios) donde la transmisión de ondas de corte \bar{V}_s esta entre 180 m/s y 500 m/s. El factor del suelo a utilizar tendrá como valor $S_2 = 1.05$, además tenemos los periodos según el suelo el cual son $T_P(s) = 0.60$ (es el periodo que precisa la zona del factor C) y $T_L(s) = 2.00$ (es el periodo que determina el comienzo de la zona de factor C mediante el desplazamiento continuo).

Tabla N° 5: Factor de suelo

FACTOR DE SUELO "S"				
ZONA (SUELO)	S0	S1	S2	S3
Z4	0.80	1.00	1.05 ←	1.10
Z3	0.80	1.00	1.15	1.20
Z2	0.80	1.00	1.20	1.40
Z1	0.80	1.00	1.60	2.00

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones (2018)

Tabla N° 6: Periodos T_P y T_L

	PERIODOS "Tp" Y "Tl"			
	Perfil de suelo			
	S0	S1	S2	S3
$T_P(S)$	0.3	0.4	0.6 ←	1.0
$T_L(S)$	3.0	2.5	2.00 ←	1.6

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones (2018)

Para el factor de amplificación sísmica (C) donde se calculará siguiendo las fórmulas que se verán en la figura, este factor representa la amplificación de aceleración de estructuras en relación a la aceleración provocada en el suelo.

Figura N° 15: Fórmulas para calcular el factor de amplificación sísmica (C)

$$\begin{array}{l} T < T_p \quad C = 2,5 \\ T_p < T < T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right) \\ T > T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2}\right) \end{array}$$

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones (2018)

Según las categorías de edificación se define el factor de empleo según la estructura es de categoría "C" (edificación común), entonces, el factor de uso será $U = 1.00$.

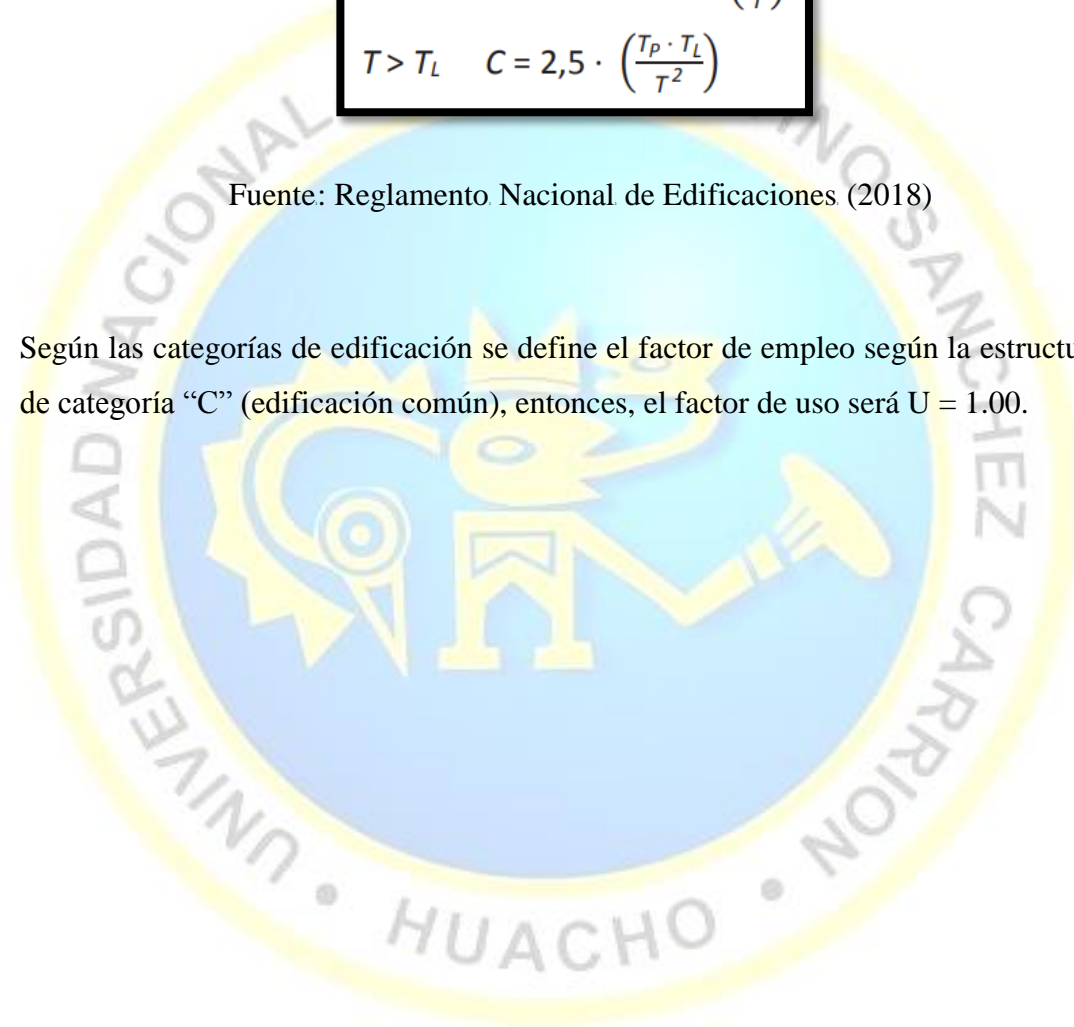


Tabla N° 7: Categoría de las edificaciones y factor U

CATEGORIA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR "U"		
CATEGORIA	DESCRIPCION	FACTOR U
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas. También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	1.3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	→ 1.0
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2

Nota 1: Las nuevas edificaciones de categoría A1 tendrán aislamiento sísmico en la base cuando se encuentren en las zonas sísmicas 4 y 3. En las zonas sísmicas 1 y 2, la entidad responsable podrá decidir si usa o no aislamiento sísmico. Si no se utiliza aislamiento sísmico en las zonas sísmicas 1 y 2, el valor de U será como mínimo 1,5.

Nota 2: En estas edificaciones deberá proveerse resistencia y rigidez adecuadas para acciones laterales, a criterio del proyectista.

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones, (2018)

El coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas (R) será calculado como:

$$R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p$$

Donde:

R_0 : Coeficiente principal de disminución de las fuerzas sísmicas que según la edificación que está en investigación es la estructura de concreto armado, entonces, tomara el valor de 8.

I_a : Factor de irregularidad estructural en la altura que según la edificación que está en estudio es una estructura regular y en conclusión tomara el valor de 1.

I_p : Factor de irregularidad estructural en la planta que según la edificación que está en estudio es una estructura regular y en conclusión tomara el valor de 1.

Entonces una vez reemplazado los valores ya mencionados tendremos como resultado al coeficiente de reducción como el valor de $R=8$.

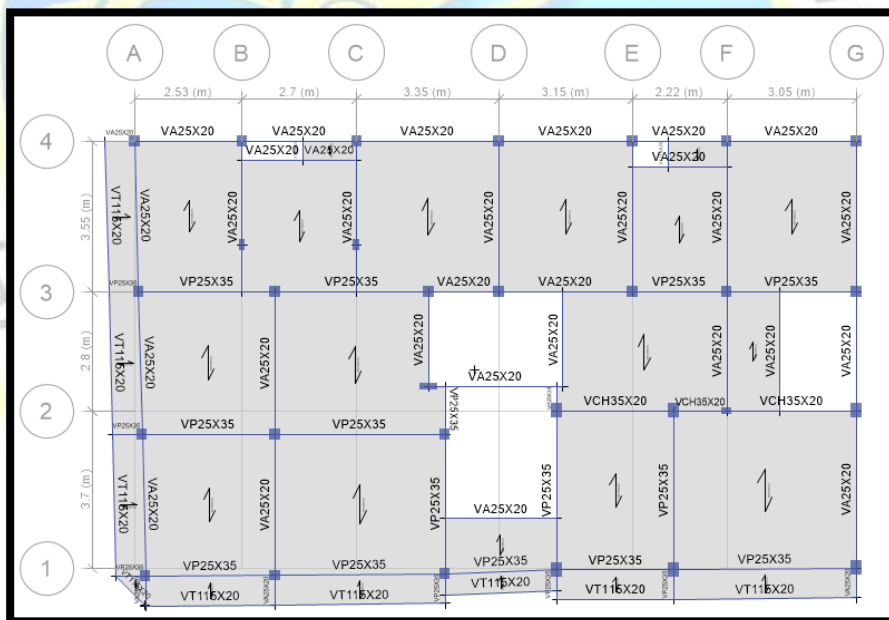
4.4. Configuración estructural

Una vez recopilado toda la información mediante la inspección y verificación de los planos, se procederán a especificar todos los aspectos de manera estructural de la edificación estudiada.

4.4.1. Configuración en planta

Según los planos de distribución obtenidos con el permiso del propietario se pudo analizar y determinar que era una estructura aporticada debido a que resaltaba los elementos estructurales de columna, viga y losa aligerada. La estructura es regular y de distribución simétrica.

Figura N° 16: Vista en planta de la edificación

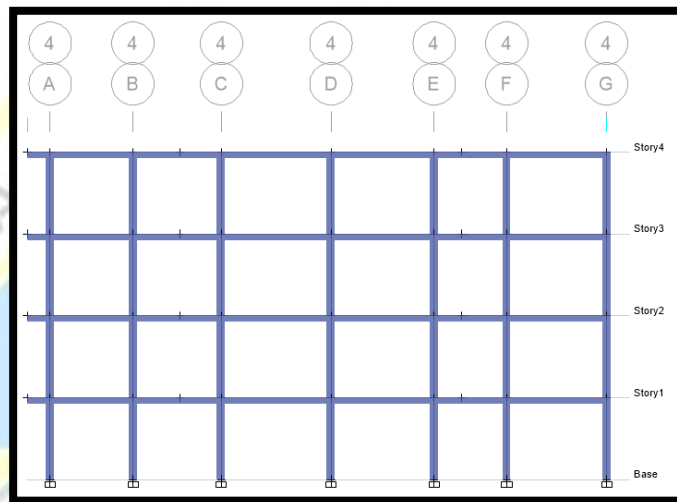


Fuente: Elaboración propia

4.4.2. Configuración en altura

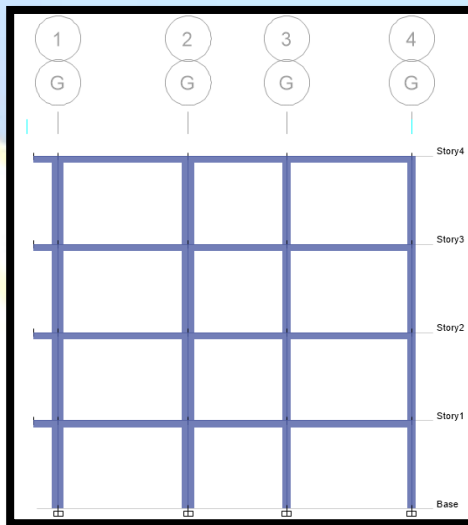
Como podemos apreciar en la configuración de la estructura con respecto a su altura es simétrico tanto en la sección frontal como también en la sección lateral.

Figura N° 17: Vista frontal de la edificación en altura



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 18: Vista lateral de la edificación en altura



Fuente: Elaboración propia

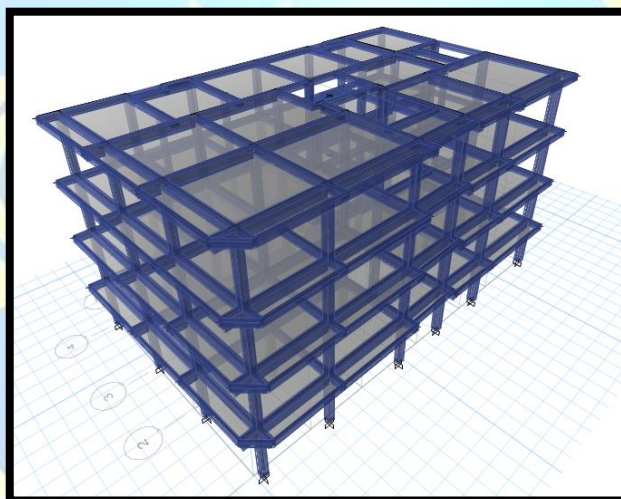
4.5. Análisis estructural

Este análisis comprende el modelamiento de la estructura en el programa ETABS 2016 en el cual podremos definir diferentes parámetros de diseño, en cuanto al metrado de cargas se basará en la NTE E.020 (2018) definiremos a la edificación como una vivienda en la cual se le considera con sobrecarga o también llamada carga viva con 250 kg/m² y 100 kg/m² en el último piso.

4.5.1. Análisis estático

El análisis estático será basado por el Diseño Sismorresistente de la NTE E.030 (2018). La vivienda está realizada con concreto armado que cuenta con 4 niveles.

Figura N° 19: Vista en 3D de la edificación



Fuente: Elaboración propia

Entonces definiremos los parámetros de sitio de la edificación

Tabla N° 8: Categoría de las edificaciones

ITEM	FACTOR
Zona	4
Categoría	C
Suelo	S2
Tp	0.6
Tl	2
T(edif)	0.943
Ro	8
Ip	1
Ia	1

Fuente: Elaboración propia

Entonces los valores para calcular la cortante basal son:

Tabla N° 9: Categoría de las edificaciones y factor U

ITEM	FACTOR
Z	0.45
U	1.00
S	1.05
R	8.00
C	1.5907
ZUCS/R=	0.0939
C/R ≥ 0.125	0.1988
K	1.2215

Fuente: Elaboración propia

Según estos valores introducidos en ETABS 2016 calcularemos la cortante basal estático en nuestra hoja de Excel la cual mostrara la tabla de resultados, debido a que es una estructura regular, la cortante es la misma para el eje x y el eje y.

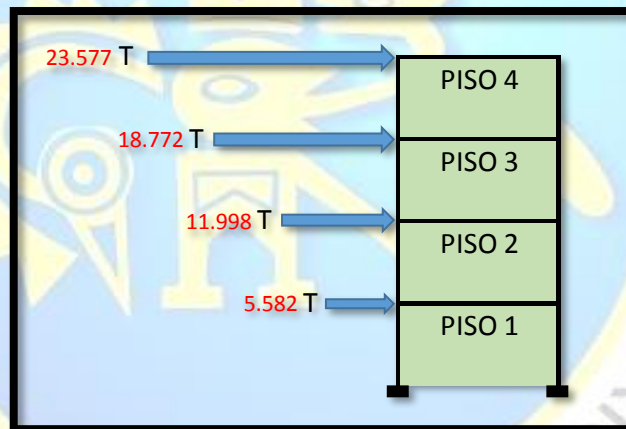
Tabla N° 10: Cálculo de la cortante basal

N° de Pisos	Peso(Tn)	Hi	Pi*(hi)k	α_i	Fi
Piso 4	148.9861	10.0000	1892.9793	0.3934	23.5770
Piso 3	162.9649	7.5000	1507.1681	0.3132	18.7717
Piso 2	162.9649	5.0000	963.2898	0.2002	11.9978
Piso 1	162.9649	2.5000	448.1463	0.0931	5.5817
TOTAL	637.8808	$\sum P_i*(h_i)k$	4811.5835		
V_{basal(x)}		59.9282 Tn			
V_{basal(y)}		59.9282 Tn			

Fuente: Elaboración propia

Se representará gráficamente las fuerzas actuantes en cada nivel de la estructura.

Figura N° 20: Formulas para el cálculo del factor de amplificación sísmica (C)



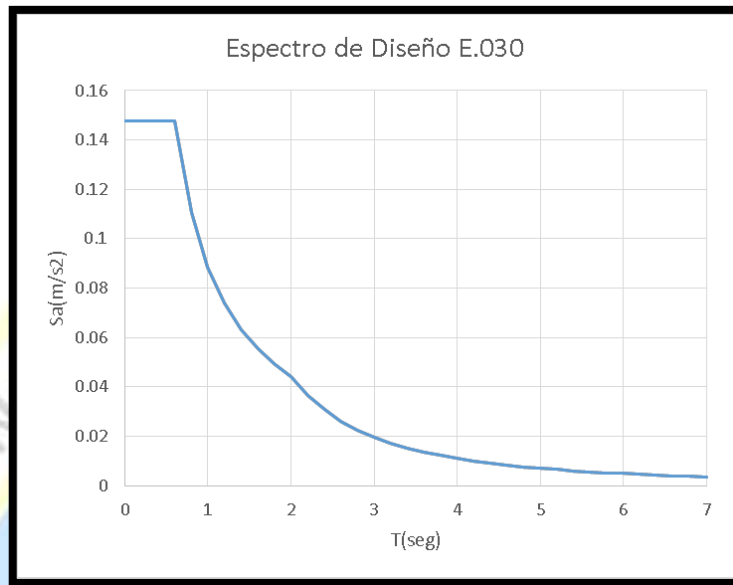
Fuente: Elaboración propia

4.5.2. Análisis dinámico modal espectral

Está basado en el Diseño Sismorresistente de la NTE E.030 (2018). La vivienda está realizada con concreto armado que cuenta con 4 niveles.

Se definirá el espectro de diseño según los parámetros que ya anteriormente fueron calculados.

Figura N° 21: Fórmulas para calcular el factor de amplificación sísmica (C)



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al análisis modal espectral se determinó el modo de vibración de las estructuras, se considera que sumatoria de las masas efectivas en las direcciones será mayor al 90% de la masa total de dicha estructura.

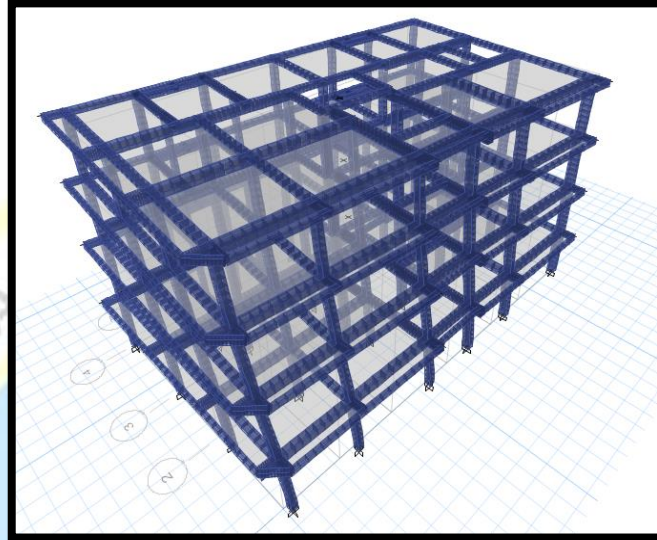
Tabla N° 11: Modos de vibración de la estructura

Modos de Vibración					
Modo	Periodo	UX	UY	SUM UX	SUM UY
1	0.943	0.0048	0.5913	0.0048	0.5913
2	0.826	0.1033	0.227	0.1082	0.8183
3	0.788	0.7455	0.0131	0.8536	0.8314
4	0.297	0.0004	0.0713	0.8541	0.9028
5	0.258	0.0934	0.0055	0.9475	0.9083
6	0.252	0.0084	0.0359	0.9559	0.9441

Fuente: Elaboración propia

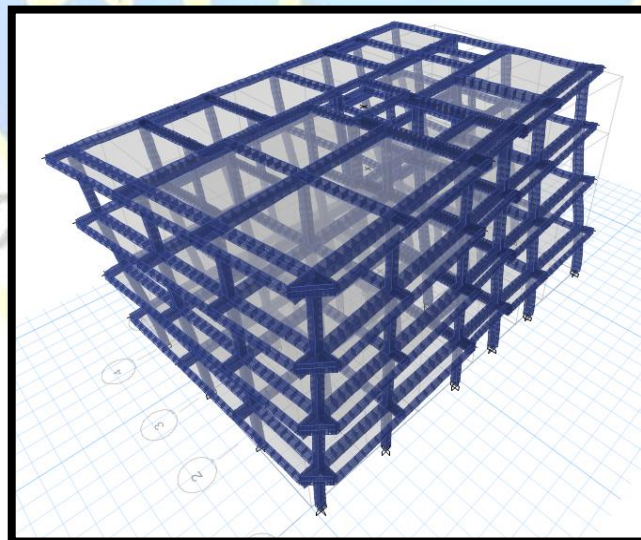
Se muestra los siguientes gráficos de los modos de vibración de la estructura.

Figura N° 22: Primer modo de vibración



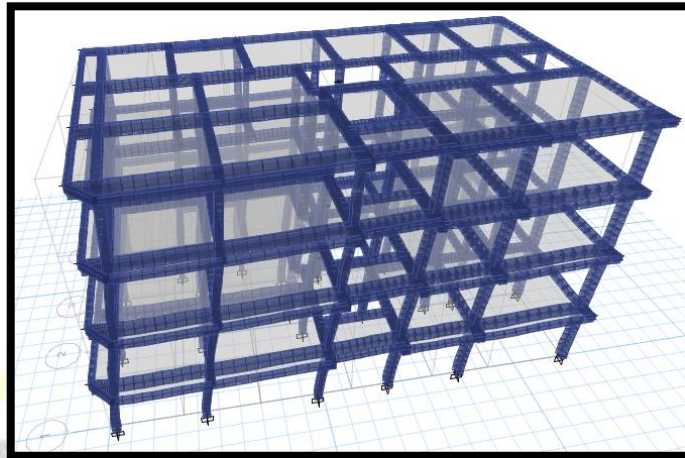
Fuente: Elaboración propia

Figura N° 23: Segundo modo de vibración



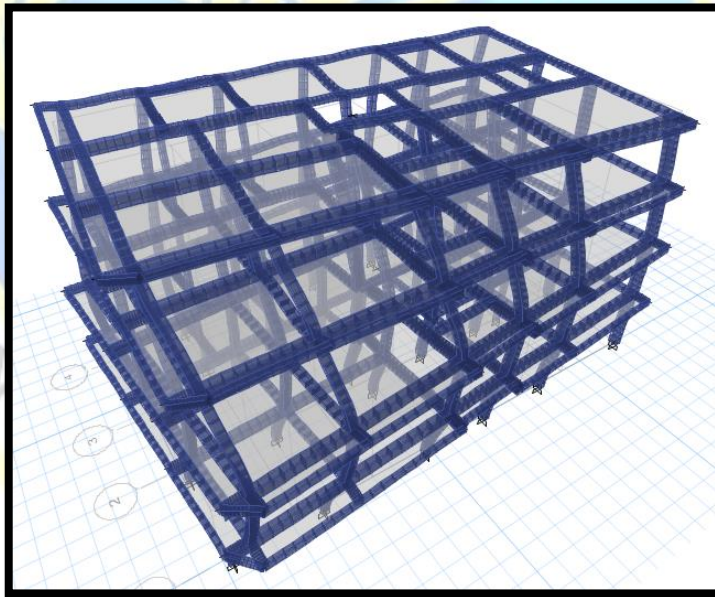
Fuente: Elaboración propia

Figura N° 24: Tercer modo de vibración



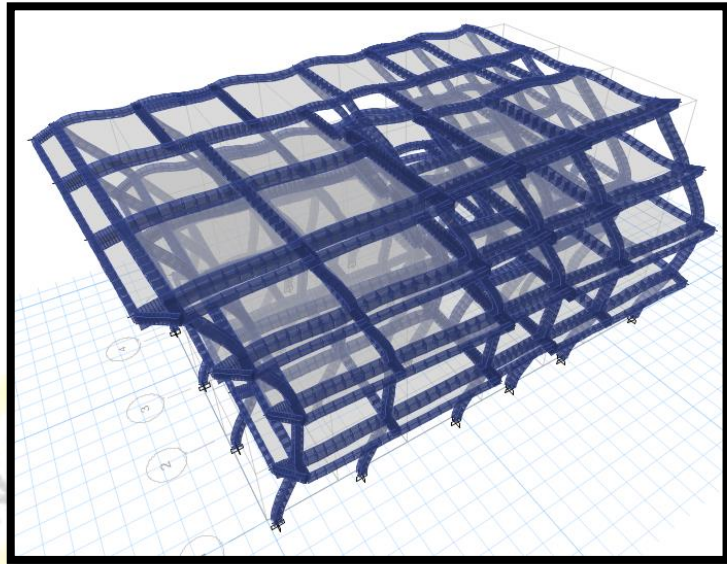
Fuente: Elaboración propia

Figura N° 25: Cuarto modo de vibración



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 26: Quinto modo de vibración



Fuente: Elaboración propia

Entonces con el resultado del análisis modal espectral tenemos el cálculo de la cortante dinámica el cual verificaremos si cumple de acuerdo a norma ya que debe superar el 80% de la cortante estática:

Tabla N° 12: Cálculo de cortantes según NTP E.030

Nivel	CORTANTE ESTÁTICA		80% de la cortante estática		CORTANTE DINÁMICA	
	Vx	Vy	Vx	Vy	Vx	Vy
1	59.9282 Tn	59.9282 Tn	42.9425 Tn	42.9425 Tn	61.2675 Tn	52.3628 Tn
					Si cumple	Si cumple

Fuente: Elaboración propia

- Desplazamientos laterales de entresijos de la estructura:
Una vez modelada la estructura se obtuvo las derivas por cada entresijo utilizando la norma E.030 la cual nos da un límite de 0.007 en las estructuras de concreto armado con la cual se ha trabajado.

Tabla N° 13: Derivas de entrepiso en la dirección X

DERIVAS DE ENTREPISO					
Nivel	Dirección	Deriva elast.	Deriva inelast. (0.75xR)	Limite	Normativa
1	X	0.002566	0.015396	0.007	No cumple
2	X	0.003219	0.019314	0.007	No cumple
3	X	0.002481	0.014886	0.007	No cumple
4	X	0.001409	0.008454	0.007	No cumple

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 14: Derivas de entrepiso en la dirección Y

DERIVAS DE ENTREPISO					
Nivel	Dirección	Deriva elast.	Deriva inelast. (0.75xR)	Limite	Normativa
1	Y	0.004071	0.024426	0.007	No cumple
2	Y	0.005856	0.035136	0.007	No cumple
3	Y	0.004694	0.028164	0.007	No cumple
4	Y	0.002765	0.016590	0.007	No cumple

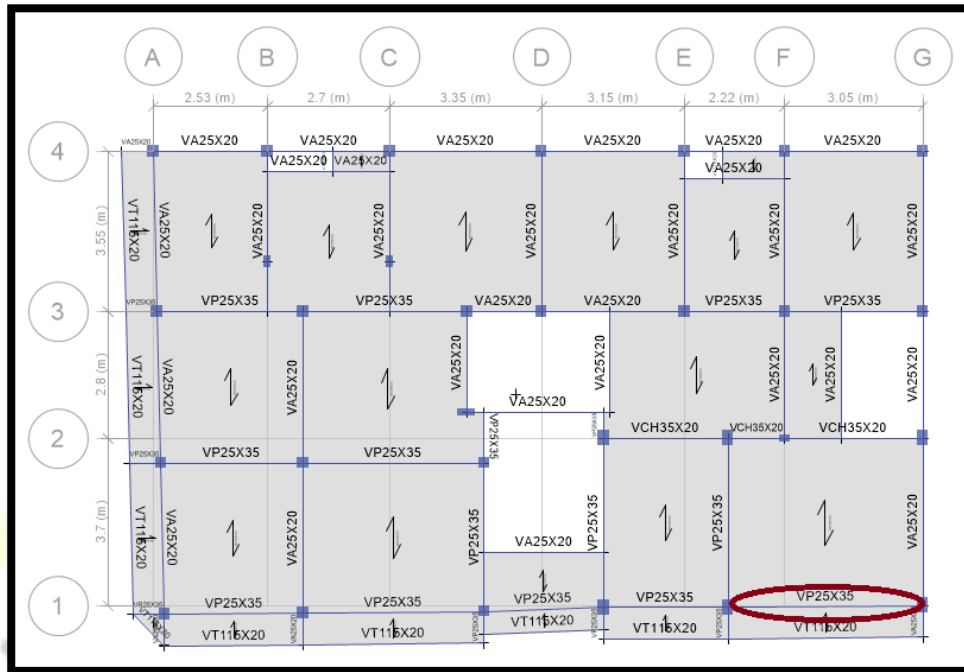
Fuente: Elaboración propia

4.6. Daño Sísmico

Según nuestro análisis estructural a la edificación se harán observaciones a algunos cálculos no tomados en cuenta en los planos de la misma.

- Verificaremos el refuerzo de una viga por flexión.

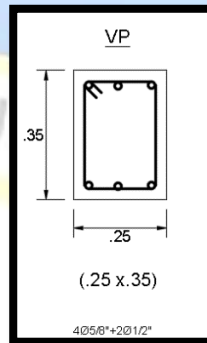
Figura N° 27: Sección de viga a analizar



Fuente: Elaboración propia

Según el plano de estructuras, en el aligerado se observa a esta viga con una distribución de aceros:

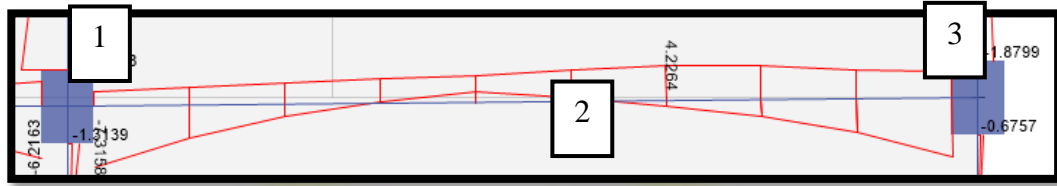
Figura N° 28: Distribución de aceros en viga en el plano



Fuente: Elaboración propia

Ahora calculamos el momento flector según el programa ETABS 2016.

Figura N° 29: Diagrama de momento flector



Fuente: Elaboración propia

Cálculo del acero en vigas.



Figura N° 30: Cálculo de acero en vigas para el MI (-)

CALCULO DEL AREA DE ACERO DE ELEMENTOS EN FLEXION

o o o

o o o

h=35cms

fy = 4200 kg/cm²

f'c = 210 kg/cm²

Rec. = 4.00 cms

Mu = 7.32 tn-m

b=25cms

La cuantía máxima es: $\rho_{max} = 0.5 \cdot 0.85 \cdot 2 \cdot f'c / fy \cdot (6000 / (6000 + fy))$

$\rho_{max} = 0.01063$

As max = 9.30 cm²

La cuantía mínima es: $\rho_{min} = 0.70 \cdot \text{raiz}(f'c) / fy$

$\rho_{min} = 0.00242$

As min = 2.11 cm²

El área de acero calculado es

As calc = 6.99 cm²

0.71	1.27	1.98	2.85	5.07	3.12	
3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"	Atotal	
0	1	2	0	0	5.23	OK
0	0	0	0	0	5.23	
0	0	0	0	0	-1.76	FALTA

ACERO MINIMO

ACERO DE REFUERZO ADICIONAL

ACERO POSITIVO

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 31: Cálculo de acero en vigas para el M2 (+)

CALCULO DEL AREA DE ACERO DE ELEMENTOS EN FLEXION

o o o

o o o

h=35cms

fy = 4200 kg/cm2

f'c = 210 kg/cm2

Rec. = 4.00 cms

Mu = 4.23 tn-m

b=25cms

La cuantía maxima es: $\rho_{max} = 0.5 \cdot 0.85^2 \cdot f'c / fy \cdot (6000 / (6000 + fy))$

$\rho_{max} = 0.01063$

As max = 9.30 cm2

La cuantía minima es: $\rho_{min} = 0.70 \cdot \text{raiz}(f'c) / fy$

$\rho_{min} = 0.00242$

As min = 2.11 cm2

El area de acero calculado es

As calc = 3.83 cm2

0.71	1.27	1.98	2.85	5.07	3.12	
3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"	Atotal	
0	1	2	0	0	5.23	OK
0	0	0	0	0	5.23	
0	0	0	0	0	1.40	OK

ACERO MINIMO


ACERO DE REFUERZO ADICIONAL

ACERO POSITIVO

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 32: Cálculo de acero en vigas para el M3 (-)

CALCULO DEL AREA DE ACERO DE ELEMENTOS EN FLEXION



b=25cms

h=35cms

fy = 4200 kg/cm2

f'c = 210 kg/cm2

Rec. = 4.00 cms

Mu = 7.08 tn-m

La cuantía máxima es: $\rho_{max} = 0.5 \cdot 0.85 \cdot 2 \cdot f'c / fy \cdot (6000 / (6000 + fy))$

$\rho_{max} = 0.01063$

As max = 9.30 cm2

La cuantía mínima es: $\rho_{min} = 0.70 \cdot \text{raiz}(f'c) / fy$

$\rho_{min} = 0.00242$

As min = 2.11 cm2

El area de acero calculado es

As calc = 6.73 cm2

0.71	1.27	1.98	2.85	5.07	3.12	
3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"	Atotal	
0	1	2	0	0	5.23	OK
0	0	0	0	0	5.23	
0	0	0	0	0	-1.50	FALTA

ACERO MINIMO

ACERO DE REFUERZO ADICIONAL

ACERO POSITIVO

Fuente: Elaboración propia

As colocado = 5.23 cm² < 2Φ5/8''+1Φ1/2'' (Acero mínimo colocado)

As calculado del Mu-1(-) = 6.99 cm²

As colocado = 7.21 cm² < 2Φ5/8''+1Φ1/2'' (Acero mínimo colocado) + 1Φ5/8'' (Refuerzo adicional que le faltaría)

As calculado del Mu-2(+) = 3.83 cm²

As colocado = 7.21 cm² < 2Φ5/8''+1Φ1/2'' (Acero mínimo colocado)

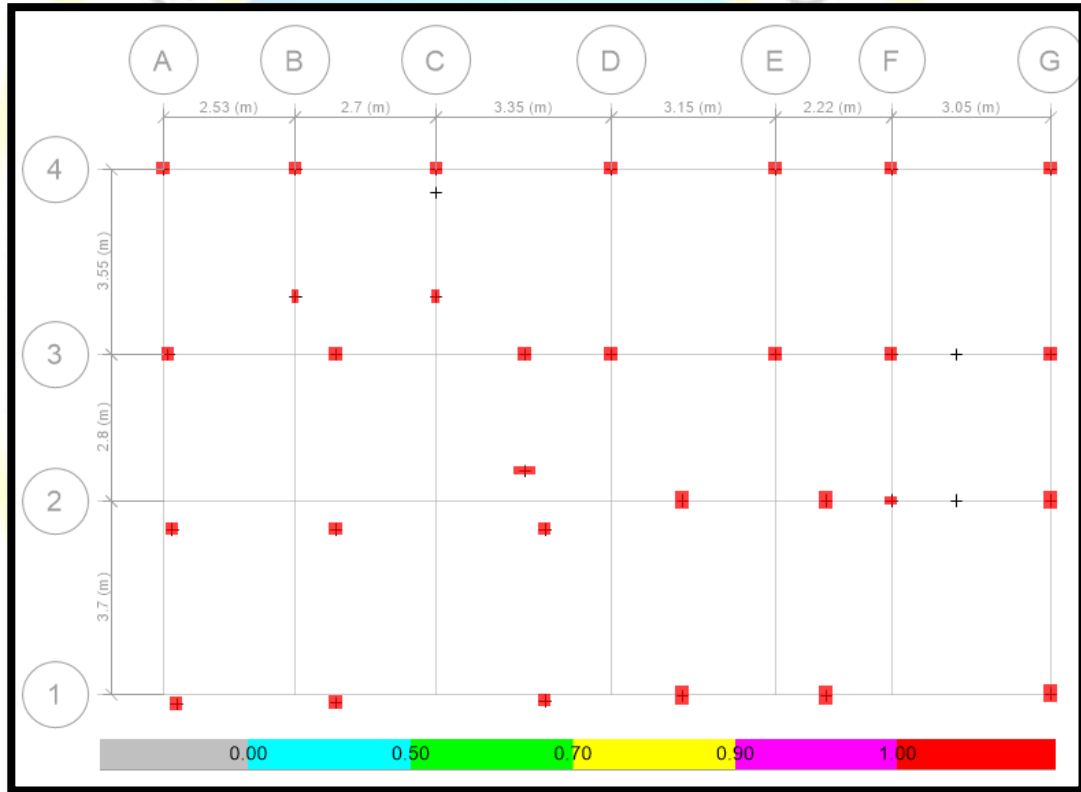
As calculado del Mu-3(-) = 6.99 cm²

As colocado = $7.21 \text{ cm}^2 \diamond 2\Phi 5/8'' + 1\Phi 1/2''$ (Acero mínimo colocado) + $1\Phi 5/8''$ (Refuerzo adicional que le faltaría)

Entonces al momento de realizar el análisis a la viga peraltada en la sección anteriormente mostrada habría una observación ya que le faltaría un refuerzo adicional en la parte negativa el cual ya ha sido calculado, pero en los planos no fue contemplado.

- Verificaremos el refuerzo de columnas a flexocompresión.

Figura N° 33: Relación de la capacidad-demanda en columnas primer piso



Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 15: Verificación de refuerzo en columnas del primer piso

PISO	COLUMNA	SECCION	FALLA EN	FUERZA AXIAL P(t.)	M2-Mx t-m	M3-My t-m	CAPACITY RATIO
1	C1	C425X25	Comb12	24.38	4.30	-2.75	1.94
1	C2	C225X25	Comb12	29.98	3.67	-2.93	1.63
1	C3	C225X25	Comb12	35.76	3.41	-3.33	1.63
1	C4	C225X25	Comb12	38.41	-2.37	-2.72	1.23
1	C5	C225X25	Comb12	31.68	2.43	3.24	1.36
1	C6	C225X25	Comb12	32.43	2.42	-3.41	1.40
1	C7	C425X25	Comb12	19.19	-2.32	2.79	1.37
1	C8	C425X25	Comb12	25.78	-2.79	3.23	1.64
1	C9	C125X25	Comb12	46.81	-2.53	-3.67	1.41
1	C10	C125X25	Comb12	47.73	-2.37	3.26	1.29
1	C11	C125X25	Comb12	30.45	-2.55	-3.32	1.33
1	C12	C125X25	Comb12	37.24	-2.88	3.44	1.43
1	C13	C125X25	Comb12	59.52	3.83	-3.51	1.67
1	C14	C225X25	Comb12	47.83	-5.01	-3.26	2.05
1	C15	C325X35	Comb12	24.92	-3.97	-6.34	1.39
1	C16	C615X25	Comb12	34.28	2.70	0.68	1.67
1	C17	C325X35	Comb12	46.40	-4.19	-6.38	1.45
1	C18	C325X35	Comb12	35.96	4.24	-6.98	1.52
1	C19	C615X25	Comb12	15.83	-2.84	-0.62	1.78
1	C20	C615X25	Comb12	15.89	2.36	0.62	1.57
1	C31	C325X35	Comb12	35.90	-5.24	-5.79	1.57
1	C32	C515X40	Comb12	10.22	-1.26	-5.45	1.66
1	C21	C225X25	Comb12	46.21	-4.94	-3.33	2.05
1	C22	C125X25	Comb12	73.24	-3.93	-3.76	1.75
1	C26	C425X25	Comb12	36.11	-4.84	-3.58	2.24
1	C34	C225X25	Comb12	55.28	3.97	-3.94	1.91
1	C36	C125X25	Comb12	43.46	-3.38	4.01	1.67
1	C38	C225X25	Comb12	49.55	-3.32	3.97	1.77
1	C39	C325X35	Comb12	43.07	5.26	-6.67	1.67
1	C40	C325X35	Comb12	63.79	5.44	-6.17	1.67

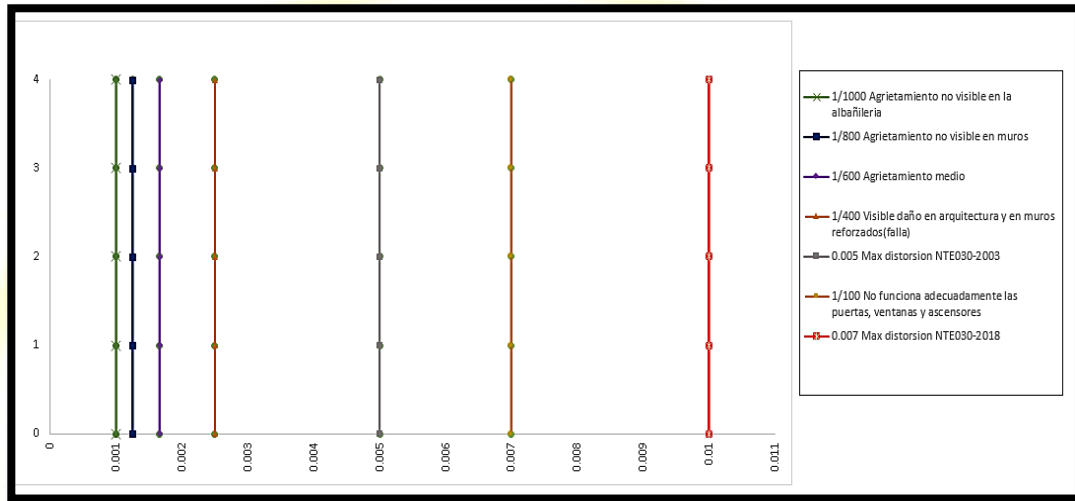
Fuente: Elaboración propia

Se observa los resultados mostrados anteriormente que todas las columnas del primer piso tienen un deficiente refuerzo y dimensión, esto se ve reflejado a que en la relación de capacidad-demanda superan a 1, esto nos indica que las columnas presentan una capacidad menor a la demanda propuesta por la norma.

- Verificaremos las distorsiones de entrepisos.

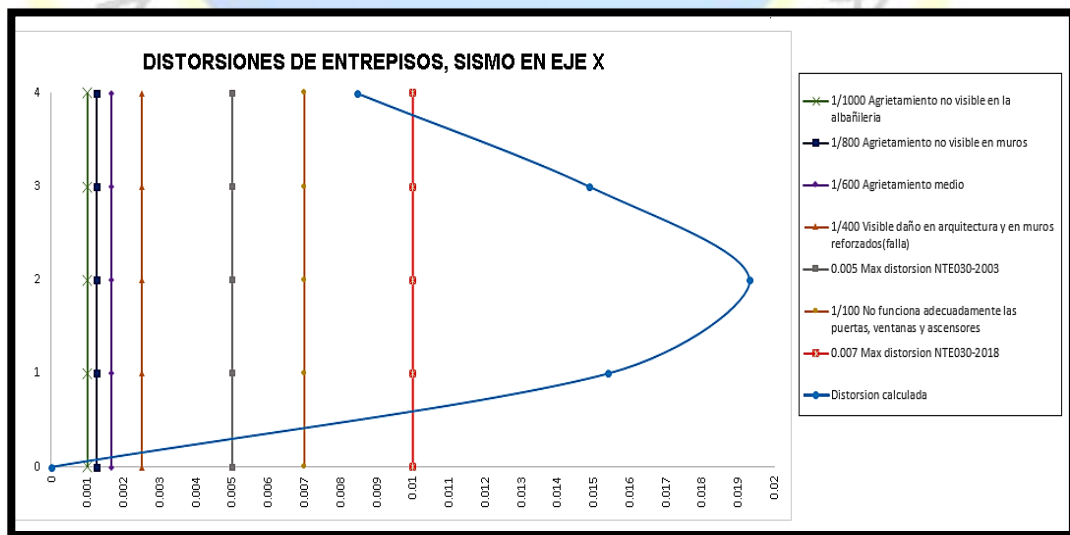
Analizaremos los posibles daños que nos da a conocer el CISMID de acuerdo a una escala de distorsiones.

Figura N° 34: Escala de daños posibles de acuerdo a las distorsiones de entrepisos



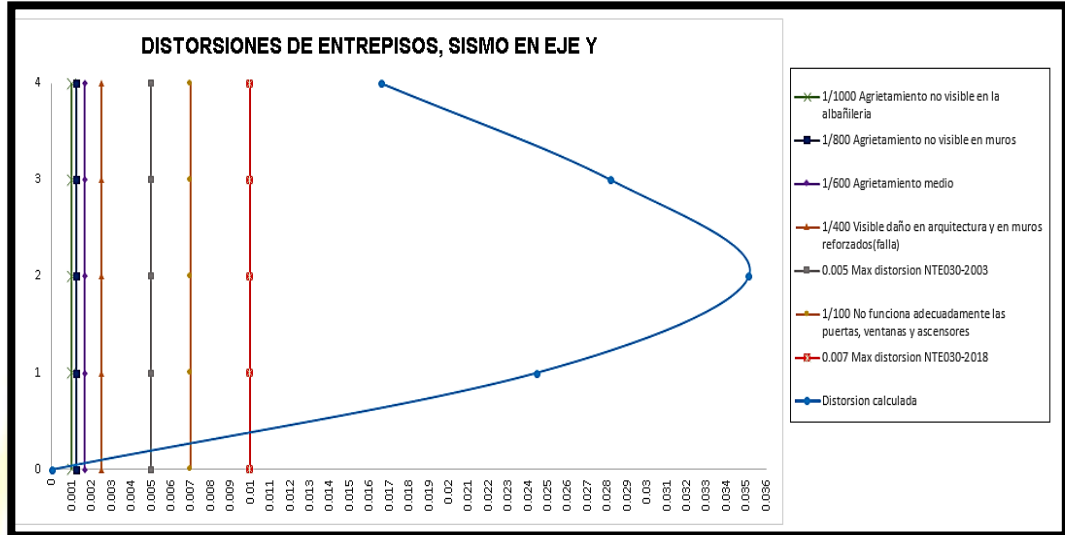
Fuente: CISMID Dr. Carlos Zavala

Figura N° 35: Comparación de la distorsión calculada en el eje x



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 36: Comparación de la distorsión calculada en el eje y



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al cálculo de las distorsiones de entrepisos de la estructura observamos que se excede el límite de acuerdo a norma el cual es el 0.7% y que según CISMID de acuerdo al estudio del Dr. Carlos Zavala estamos sobrepasando el límite del 1% que nos denota visibles agrietamientos y mal funcionamiento de elementos no estructurales tanto para el sismo en el eje X como en el eje Y.

4.7. Filosofía y principios del diseño sismorresistente

La edificación anteriormente analizada que es una vivienda multifamiliar se le clasifica como una edificación común y con respecto al análisis anteriormente mostrado se podría predecir que para un sismo moderado como el de la norma contempla podría presentar leves daños y fisuras pero lo que se busca según la filosofía del diseño sismorresistente es proteger a las personas y con esto se demuestra que frente a un

sismo severo habría una gran probabilidad que la estructura no cumpla con los principios de la filosofía y el diseño de la misma.

4.8. Contratación de hipótesis

4.8.1. Hipótesis general.

- Los indicadores obtenidos en el análisis de vulnerabilidad sísmica son favorables en una edificación de concreto armado de 4 pisos en la ciudad de Huacho-2019.
- Se rechaza esta hipótesis porque los indicadores del análisis de vulnerabilidad sísmica no han sido favorables en la edificación de concreto armado de 4 pisos en Huacho.

4.8.2. Hipótesis específica.

- La probabilidad en cuanto a la sismicidad de la zona que existe es favorable en la edificación de concreto armado de 4 pisos en la ciudad de Huacho-2019.
- Se rechaza la hipótesis porque la edificación de concreto armado de 4 pisos está situada en un lugar con altos niveles de sismo, puesto que existe un registro de sismo en espacio-tiempo que demuestra lo que significa esta zona.
- El daño causado por un sismo será bajo en la edificación de concreto armado de 4 pisos en la ciudad de Huacho-2019.
- Se rechaza la hipótesis porque frente a un sismo de magnitud severa se denota una alta vulnerabilidad estructural y por esto no tendría el adecuado comportamiento dicha estructura.
- La vulnerabilidad estructural que presenta es favorable en la edificación de concreto armado de 4 pisos en la ciudad de Huacho-2019.
- Se rechaza la hipótesis porque según los parámetros y límites que nos impone la norma E.030 de diseño sismorresistente no se está cumpliendo en la estructura.

- La filosofía y principios del diseño sismorresistente se está cumpliendo en la edificación de concreto armado de 4 pisos en la ciudad de Huacho-2019.
 - Se rechaza la hipótesis porque de acuerdo al análisis de la vulnerabilidad estructural se denoto que no cumplía con los principios y filosofía del diseño sismorresistente establecida en la norma E.030.



CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

5.1. Discusión

La investigación tuvo como objetivo: determinar los indicadores obtenidos en el análisis de vulnerabilidad sísmica de la edificación de concreto armado de 4 pisos en la ciudad de Huacho-2019.

- Se llegó a cumplir con el objetivo porque se determinó los indicadores obtenidos al analizar la vulnerabilidad sísmica de la edificación de concreto armado de 4 pisos en la ciudad de Huacho-2019.

- **Validez interna**

Debido al análisis estructural de los elementos pertenecientes a la edificación pudimos observar los probables déficits y limitaciones según los parámetros que se encuentran dentro de la norma E.030 de diseño sismorresistente el cual fue la guía para poder determinar si los resultados eran o no favorables.

- **Validez externa**

En esta investigación no se trata de generalizar los resultados ya que cada edificación es distinta, por su uso, su configuración y su sistema estructural, al contrario, se quiso enfatizar en cómo sería el comportamiento de dicha estructura.

- **Comparación con la bibliografía**

Con respecto al estudio se pudo denotar los resultados guiados de acuerdo a tesis que fueron tomadas como referencias bibliográficas, y gracias a este análisis de vulnerabilidad sísmica se pudo determinar que la estructura se le denota necesario un reforzamiento o también dicho un dimensionamiento de elementos estructurales para poder cumplir con el adecuado comportamiento de la misma.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

Con respecto al análisis de vulnerabilidad sísmica se concluye lo siguiente:

- El análisis estructural a la edificación de concreto armado de 4 pisos denota una gran vulnerabilidad sísmica debido a la zona de alta sismicidad, también se determinó que los resultados del análisis incumplieron con los límites establecidos en la norma E.030 de diseño sismorresistente y que de acuerdo a dichos resultados podemos observar que los elementos estructurales con respecto a lo enfatizado en el daño sísmico nos daría posibles fallas y un comportamiento estructural no apropiado que presentaría un gran riesgo para las personas.
- La zona en la que se encuentra la edificación de concreto armado de 4 pisos es de alta sismicidad, esto lo estipula el registro de sismos en espacio-tiempo ya que las aceleraciones del suelo son muy altas debido al movimiento de sus placas tectónicas.
- Los hallazgos al analizar la estructura de la edificación no son nada favorables porque según la norma E.030 de diseño sismorresistente se supera el límite y la probabilidad de un sismo severo provocaría daños irreversibles en elementos estructurales altos al punto de un posible colapso.
- La vulnerabilidad estructural que presenta la edificación es alta ya que se aprecia daños en elementos estructurales, por lo tanto, la estructura frente a un sismo severo no tendría el adecuado comportamiento, observamos posibles daños en los elementos estructurales que no serán capaces de poder soportar deformaciones y la poca rigidez que tiene hace que obtenga una baja resistencia por lo cual lo que se busca es una estructura dúctil y esta no cumple con este requisito sismorresistente.
- Se determinó que la edificación de concreto armado de 4 pisos incumple con los principios y la filosofía de diseño sismorresistente por el hecho que la estructura no cumple los parámetros establecidos en la normativa E.030 y tampoco tendría la ductilidad que debería presentar sus elementos estructurales.

6.2. Recomendaciones

- Se recomienda realizar una mejor configuración estructural, dimensionamiento mayor de los componentes estructurales, reducir el tiempo relevante para que los desplazamientos de la edificación sean los más adecuados posibles y así poder mejorar el comportamiento estructural frente a un sismo.
- Se recomienda que para la estructura no solo sea un análisis lineal el cual nos estipula la norma como esencial sino también un análisis no lineal para poder mejorar la respuesta estructural y que esta tenga la capacidad de ductilidad que es poder deformarse sin presentar grandes daños.
- Se recomienda que también sea un diseño basado en desempeño sísmico porque esta nos va poder determinar de acuerdo al uso de la edificación la respuesta estructural con respecto a sismos ocasionales, frecuentes, raros y muy raros, esto nos facilitaría el poder elegir la estructura que más conviene.
- Se recomienda que las autoridades locales tanto como municipalidades tengan la capacidad de poder mejorar las revisiones de los diseños estructurales de las edificaciones que se presentan, esto sería muy conveniente ya que podría prevenirse en la etapa de revisión de planos y en un futuro evitar algún daño o catástrofe.
- Se recomienda contar con un personal profesional totalmente capacitado para poder hacer el diseño y análisis estructural de edificaciones tanto para los elementos estructurales y los elementos arquitectónicos.
- Se recomienda realizar las debidas capacitaciones hacia la población para poder concientizar y mejorar el criterio que se tiene con respecto a la construcción de edificaciones, también advertir que con el motivo de pretender economizar se crea un riesgo alto en la respuesta estructural en un futuro sismo.
- Se recomienda realizar capacitaciones a los profesionales ya que con el transcurrir del tiempo se puede ir actualizando la información aprendida y poder utilizarla para así mejorar nuestros diseños que nos dará mejor respuesta estructural y preservar la vida que se encuentra dentro de ella con visión al futuro.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Fuentes bibliográficas

Behar, D. (2008). *Metodología de la Investigación*. Santiago de Cuba: Shalom 2008.

Bozzo, L., & Barbat, A. (2004). *Diseño sismorresistente de edificios*. Lima: Reverte S. A.

Delgado, G. (2011). *Diseño de estructuras aperturadas de concreto armado*. Lima: EDICIVIL S.R.L.

Hernandez, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. Mexico D.F: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2018). *Norma E.030 Diseño sismorresistente*. Reglamento Nacional de Edificaciones.

Parella, S., & Martins, F. (2012). *Metodología de la investigación cuantitativa*. Caracas: Universidad Pedagógica Experimental Libertador.

Russell, H. (2011). *Mecánica de Materiales*. Naucalpan de Juárez: Pearson Education, Inc.

Wigodski, J. (14 de Julio de 2010). *Metodología de la investigación*. Obtenido de <http://metodologiaeninvestigacion.blogspot.com/2010/07/poblacion-y-muestra.html>

Wilson, E. (2004). *Análisis estático y dinámico de estructuras*. California: Computers and Structures, Inc.

Fuentes hemerográficas

Alonso, J. (2014). *Vulnerabilidad Sísmica de Edificaciones*. Caracas: Diseño Guayaba Digital C. A. .

Alva, J. (2016). *Evaluación De La Relación De Los Factores Estructurales En La Vulnerabilidad Sísmica De Viviendas En Laderas De La Urbanización Tahuantinsuyo Del Distrito De Independencia, Lima*. Lima: Universidad Privada del Norte.

- Aranzabal, W., & Arroyo, J. (2015). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica para el reforzamiento estructural que mejora el comportamiento sísmico resistente del hospital Casimiro Ulloa (Tesis)*. Lima.
- Arteaga, P. (2016). *Estudio de Vulnerabilidad Sísmica, rehabilitación y evaluación del índice de daño de una edificación perteneciente al patrimonio central edificado en la ciudad de Cuenca-Ecuador*. Cuenca: Universidad de Cuenca.
- Bonnett, R. (2003). *Vulnerabilidad y riesgo sísmico de edificios. Aplicación a entornos urbanos en zonas de amenaza y moderada*. Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña.
- Gonzales, L. (2016). *Propuesta de un Modelo Estructural y Diseño en Concreto Armado de un Módulo de Aulas de una Institución Educativa Aplicado al Prototipo 780 Actual de OINFE (Tesis)*. Chiclayo: Universidad Particular de Chiclayo.
- Gutiérrez, J. (2018). *Vulnerabilidad sísmica en estructuras de edificaciones indispensables en Santiago de Cali*. Cali: Universidad Militar Nueva Granada.
- Holguer, C. (1998). *La configuración estructural como variable en la respuesta sísmica de edificaciones*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Laucata, J. (2013). *Análisis de la Vulnerabilidad Sísmica de las Viviendas Informales en la ciudad de Trujillo*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Sanchez, R. (2003). *Vulnerabilidad Sísmica de edificaciones en el Distrito de San Juan de Lurigancho: Comportamiento Sísmico de las construcciones de Tierra*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.

Fuentes electrónicas

- Guamán Chacha, K. A., Hernández Ramos, E. L., & Lloay Sánchez, S. I. (20 de julio de 2020). Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v12n4/2218-3620-rus-12-04-265.pdf>
- Real Academia Española. (21 de Agosto de 2019). Obtenido de <https://dle.rae.es/?id=IWF4mid>

Tavera, H. (12 de marzo de 2012). *Instituto Geofísico del Perú*. Obtenido de <https://portal.igp.gob.pe/conceptos-basicos>



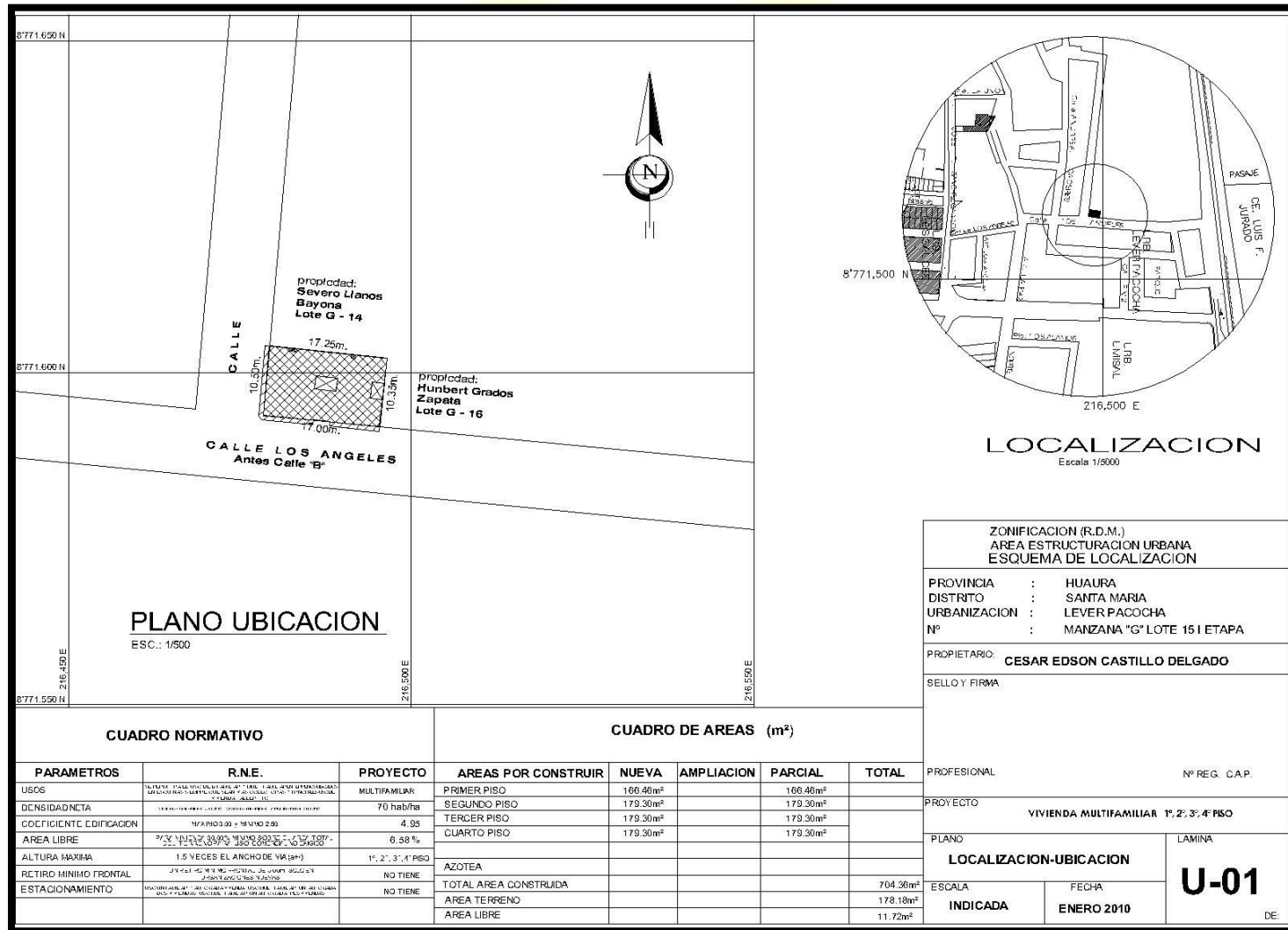


ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE UNA EDIFICACIÓN DE CONCRETO ARMADO DE 4 PISOS EN LA CIUDAD DE HUACHO - 2019

	PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	METODOLOGÍA
PRINCIPAL	¿Cuáles son los indicadores obtenidos en el análisis de vulnerabilidad sísmica en una edificación de concreto armado de 4 pisos en la ciudad de Huacho-2019?	Determinar los indicadores obtenidos en el análisis de vulnerabilidad sísmica en una edificación de concreto armado de 4 pisos en la ciudad de Huacho-2019	Los indicadores obtenidos en el análisis de vulnerabilidad sísmica son favorables en una edificación de concreto armado de 4 pisos en la ciudad de Huacho-2019	VARIABLE ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	✓ Sismicidad de la zona. ✓ Daño sísmico. ✓ Vulnerabilidad estructural. ✓ Filosofía y principios de diseño sismorresistente.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Enfoque de la Investigación: Cuantitativo 2. Tipo de Investigación: Aplicada 3. Diseño de Investigación - No experimental- Trasversal 4. Nivel de Investigación Descriptivo 5. Población. Edificación de concreto armado de 4 pisos en la ciudad de Huacho Muestra Edificación de concreto armado de 4 pisos en la ciudad de Huacho 6. Técnicas de recolección de datos: - Planos - Documentos 7. Análisis interpretación de la información - Reglamento Nacional de Edificaciones. - Software de ingeniería - Indicadores
ESPECÍFICOS	¿Cuál la probabilidad en cuanto a la sismicidad de la zona que existe en la edificación de concreto armado de 4 pisos en la ciudad de Huacho-2019?	Determinar la probabilidad en cuanto a la sismicidad de la zona que existe en la edificación de concreto armado de 4 pisos en la ciudad de Huacho-2019.	La probabilidad en cuanto a la sismicidad de la zona que existe es favorable en la edificación de concreto armado de 4 pisos en la ciudad de Huacho-2019.			
	¿Cuál es el daño causado por un sismo en la edificación de concreto armado de 4 pisos en la ciudad de Huacho-2019?	Identificar el daño causado por un sismo en la edificación de concreto armado de 4 pisos en la ciudad de Huacho-2019.	El daño causado por un sismo será bajo en la edificación de concreto armado de 4 pisos en la ciudad de Huacho-2019.			
	¿Cuál es la vulnerabilidad estructural que presenta la edificación de concreto armado de 4 pisos en la ciudad de Huacho-2019?	Determinar la vulnerabilidad estructural que presenta la edificación de concreto armado de 4 pisos en la ciudad de Huacho-2019.	La vulnerabilidad estructural que presenta es favorable en la edificación de concreto armado de 4 pisos en la ciudad de Huacho-2019.			
	¿Se cumple con la filosofía y principios del diseño sismorresistente en la edificación de concreto armado de 4 pisos en la ciudad de Huacho-2019?	Determinar si se cumple con la filosofía y principios del diseño sismorresistente en la edificación de concreto armado de 4 pisos en la ciudad de Huacho-2019.	La filosofía y principios del diseño sismorresistente se está cumpliendo en la edificación de concreto armado de 4 pisos en la ciudad de Huacho-2019.			

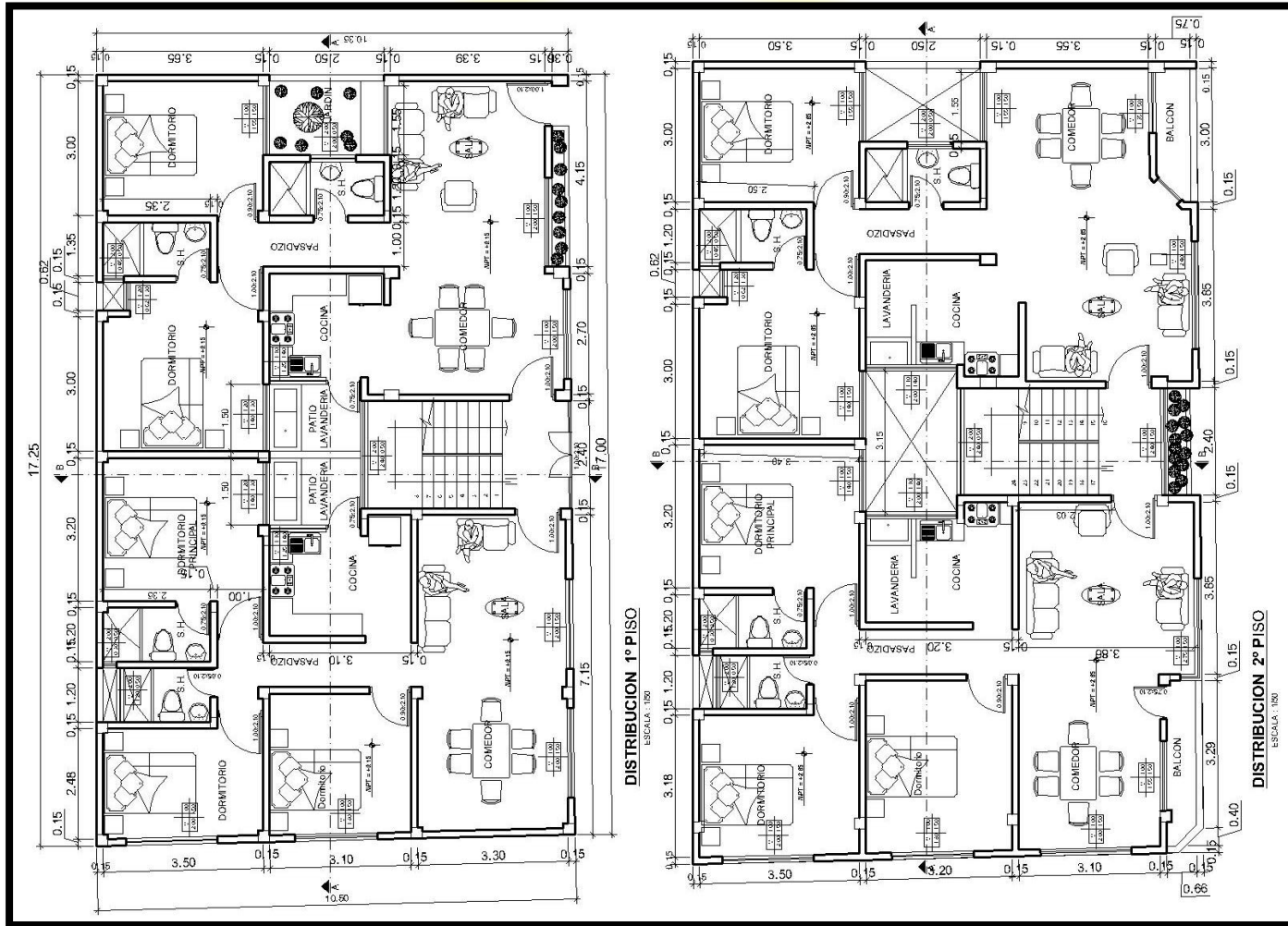
ANEXO 2: PLANO DE UBICACIÓN



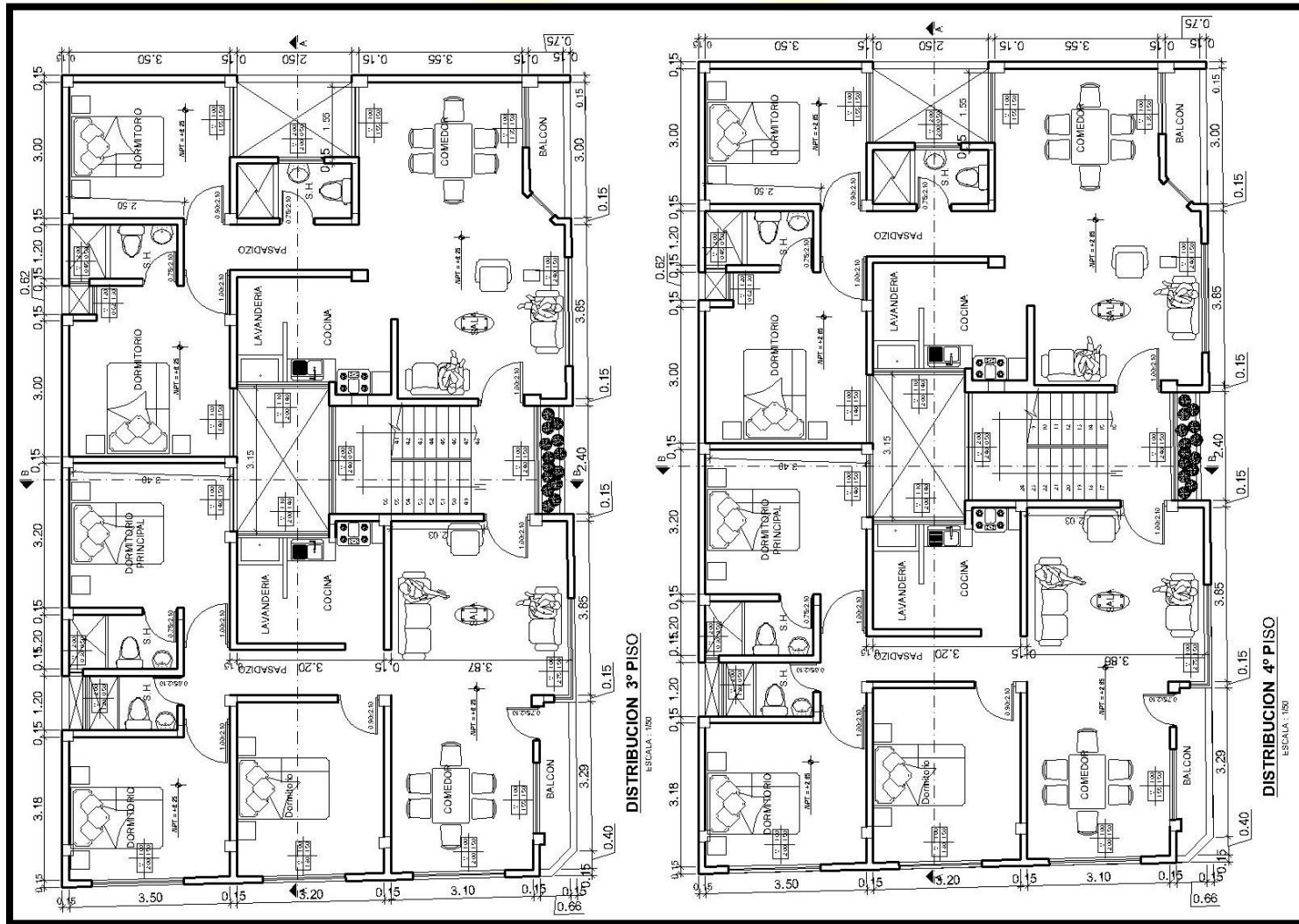
ANEXO 3: PARÁMETROS DE EDIFICACIÓN

CUADRO NORMATIVO		
PARAMETROS	R.N.E.	PROYECTO
USOS	SE PERMITIRA EL USO DE BIFAMILIAR Y MULTIFAMILIAR EN TERRENOS UBICADOS EN ESQUINAS SIEMPRE QUE SEAN VIAS COLECTORAS Y PRINCIPALES, USO DE VIVIENDA TALLER TIPO I.	MULTIFAMILIAR
DENSIDAD NETA	VIVIENDA UNIFAMILIAR 330 Hab/ha - VIVIENDA BIFAMILIAR Y MULTIFAMILIAR 500Hab/ha	70 hab/ha
COEFICIENTE EDIFICACION	MAXIMO 3.00 y MINIMO 2.50	4.95
AREA LIBRE	PARA VIVIENDA 30.00% MINIMO SOBRE EL AREA TOTAL DEL TERRENO PARA USO COMERCIAL NO EXIGIDO	6.58 %
ALTURA MAXIMA	1.5 VECES EL ANCHO DE VIA (a+r)	1º, 2º, 3º, 4º PISO
RETIRO MINIMO FRONTAL	UN RETIRO MINIMO FRONTAL DE 3.00m. SOLO EN URBANIZACIONES NUEVAS	NO TIENE
ESTACIONAMIENTO	USO UNIFAMILIAR: 1 AUTO CADA VIVIENDA, USO MULTIFAMILIAR: UN AUTO CADA DOS VIVIENDAS, USO MULTIFAMILIAR: UN AUTO CADA TRES VIVIENDAS	NO TIENE

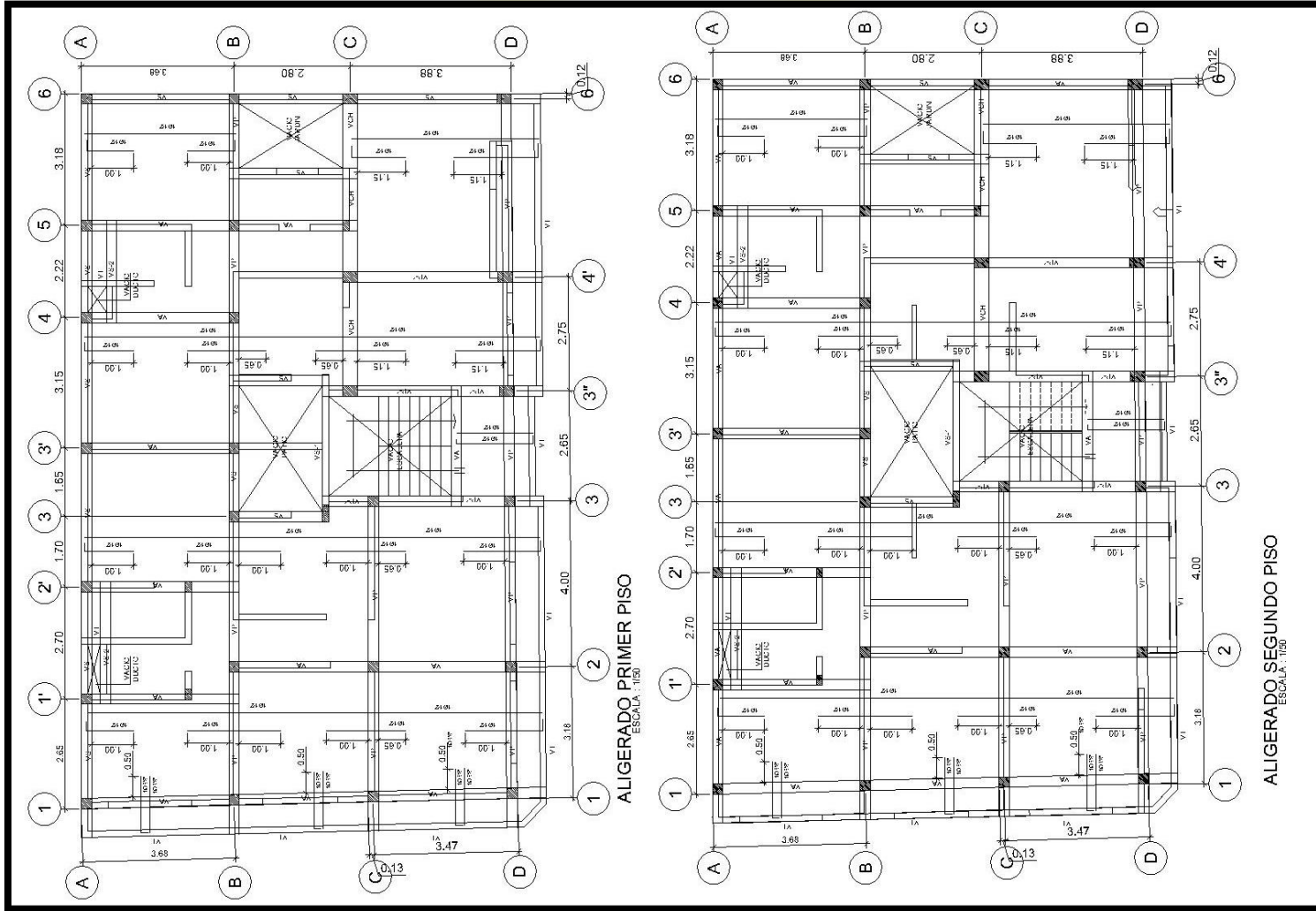
ANEXO 4: DETALLE DE ARQUITECTURA 1



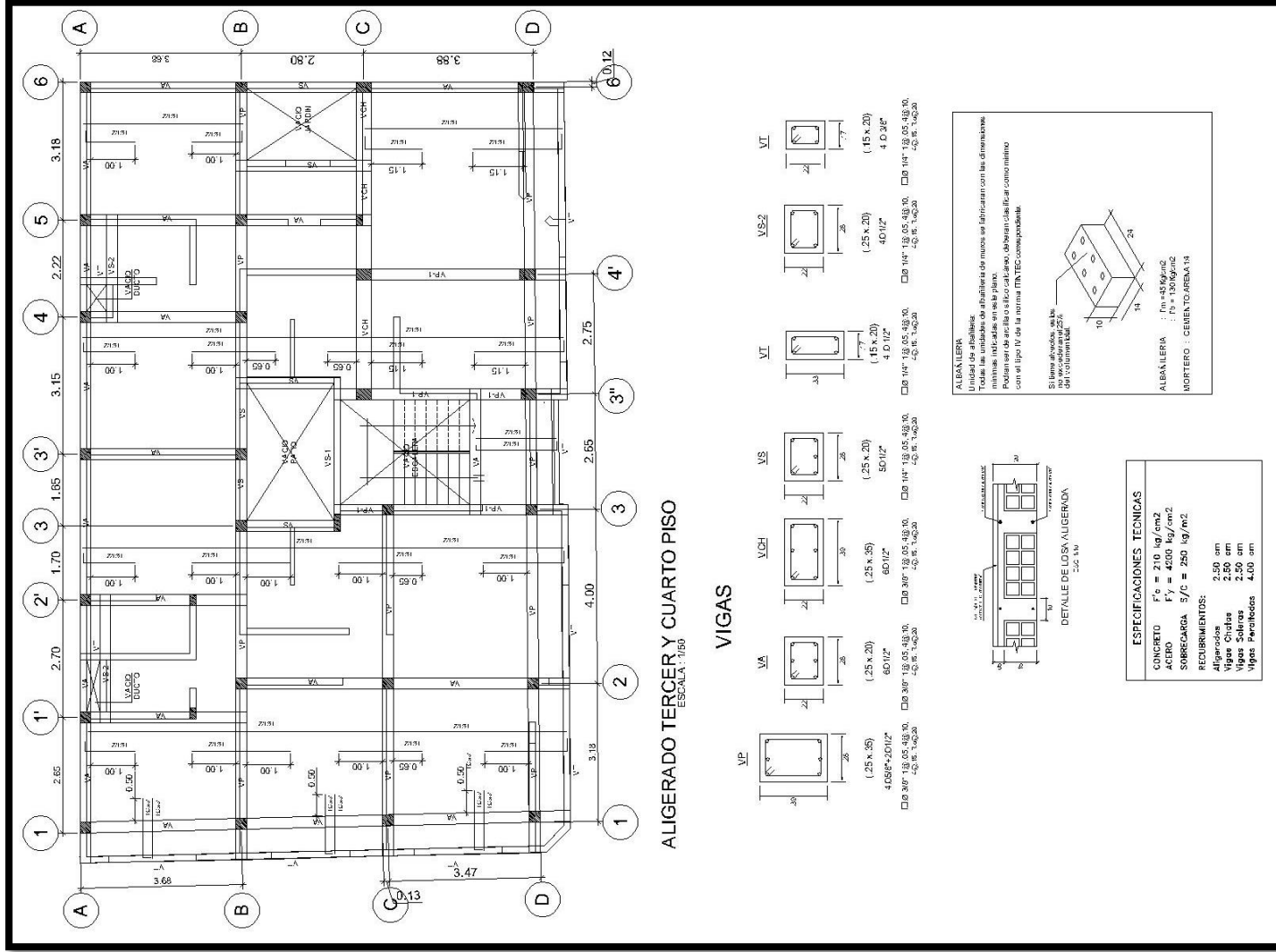
ANEXO 5: DETALLE DE ARQUITECTURA 2



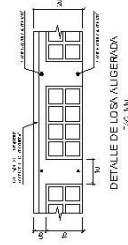
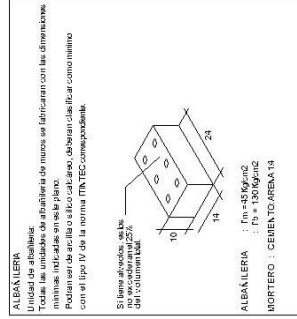
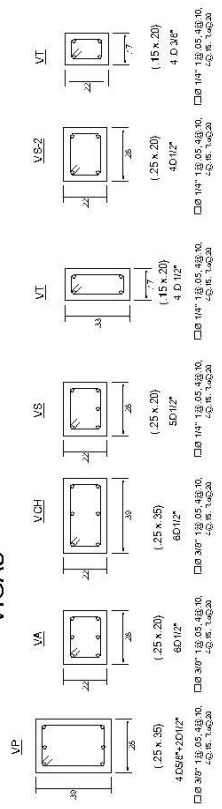
ANEXO 6: DETALLE ALIGERADO 1



ANEXO 7: DETALLE DE ALIGERADO 2



VIGAS



ESPECIFICACIONES TECNICAS	
CONCRETO	F _c = 210 kg/cm ²
ACERO	F _y = 4200 kg/cm ²
SOBRECARGA	S/C = 250 kg/m ²
RECLUBRIMIENTOS:	
Aligerados	2.50 cm
Vigas Chulas	2.50 cm
Vigas Perforadas	2.50 cm
Vigas Perforadas	4.00 cm

ANEXO 7: DETALLE DE CIMENTACIÓN 1

