



Universidad Científica del Perú - UCP
*Registrado en el Asiento N° A00010 de la Partida N° 11000318, Personas Jurídicas de Iquitos,
Superintendencia de los Registros Públicos - SUNARP*

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL

TÍTULO PROFESIONAL
TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL
(PROYECTO PROFESIONAL)

**“ESTUDIO COMPARATIVO DEL ANÁLISIS SÍSMICO DE UN EDIFICIO DE 8 PISOS
SEGÚN LAS NORMAS E030-2006 Y E030-2018 – IQUITOS 2019”**

PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

AUTORES:

SAJAMI VILCHEREZ MIRIAM LESLY.
TALEXIO ORBE KIARA ALONDRA.

ASESOR:

ING. M. SC IRIGOIN CABRERA ULISES OCTAVIO

San Juan Bautista – Maynas – Loreto – Perú

2019

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación dedico a mis padres, hermanos, sobrino, primos y a todos aquellos quienes están en mi corazón y que no puedo incluir en esta dedicatoria porque sería extensa. Particularmente a dos mujeres, Ana María, mi madre y a la inquebrantable fortaleza de mi abuelita Teresa de Jesús, quienes moldearon en mí, mi fuerza y mi tenacidad para enfrentar con valentía a la vida. A mi padre por su apoyo y asesoramiento. A mis Hermanos, Braulio y Felipe quienes me acompañaron con sus constantes diálogos, mientras yo recorría el sendero que emprendí. A mi sobrino Thiago que con sus ocurrencias genuinas alegran mis días. A mi primo Daniel que desde muy niños compartimos sueños y hoy desde dónde este me acompaña a continuar en esta profesión que con libertad escogí y abrazaré el resto de mi vida.

Y a la vida, por las oportunidades que me ofrece.

Kiara Talexio

DEDICATORIA

A mis padres, Macton y Marcela, por todo el esfuerzo dedicado hacia mí, las enseñanzas compartidas y la educación inculcada en mi crecimiento, las mismas que formaron los principios y valores como persona que hoy me identifican, a mis abuelitos, Antonio y Angélica, por los sabios consejos que me permiten tomar mejores decisiones en mi vida, a mis hermanos que son la principal motivación para no rendirme, por estar siempre presente en cada paso de mi formación, a mis tíos y primos por su incondicional apoyo en todos los aspectos posibles.

Miriam Sajami.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por las bendiciones, las oportunidades, la protección y compañía en cada momento de nuestras vidas.

A nuestros padres por la confianza depositada en nosotros, el respaldo y fortaleza brindada en los tiempos sombríos; y, el incondicional apoyo moral y emocional que solo los padres nos pueden brindar.

Al programa nacional “BECA 18” por permitirnos ser partícipe de los beneficios.

A la Universidad Científica del Perú, prestigiosa institución, responsable de nuestra formación profesional.

Al Ingeniero Ulises Octavio Irigoin Cabrera, y los docentes que formaron parte de nuestra evolución educativa por las enseñanzas y consejos brindados.

A nuestros familiares y amigos por la motivación y apoyo a lo largo de nuestra trayectoria universitaria.

Las autoras.



Universidad Científica del Perú

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL**

**FACULTAD
CIENCIAS E
INGENIERÍA**

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Con Resolución Decanal N° 546 -2019- UCP - FCEI del 09 de julio de 2019, la **FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP** designa como Jurado Evaluador y Dictaminador de la Sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional a los Señores:

- | | |
|------------------------------------|------------|
| • Ing. Félix Wong Ramírez, M. Sc. | Presidente |
| • Lic. Nerea Gallardo Sánchez, Mg. | Miembro |
| • Ing. Mario Amador Vela Rodríguez | Miembro |

En la ciudad de Iquitos, siendo las 17:30 pm, del día martes 16 de julio de 2019, en las instalaciones de la **UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP**, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa del Trabajo de Suficiencia Profesional:

“ESTUDIO COMPARATIVO DEL ANÁLISIS SÍSMICO DE UN EDIFICIO DE 8 PISOS SEGÚN LAS NORMAS E030-2006 y E030-2018 - IQUITOS 2019”

Presentado por las sustentantes:

MIRIAM LESLY SAJAMI VILCHERREZ y KIARA ALONDRA TALEXIO ORBE

Asesor: Ing. Ulises Octavio Irigoin Cabrera, M. Sc.

Como requisito para optar el título profesional de: **Ingeniero Civil**

Luego de escuchar la Sustentación y formuladas las preguntas las que fueron: absueltas

El jurado después de la deliberación en privado llegó a la siguiente conclusión:

Por lo que la Sustentación es: Aprobada por mayoría

En fe de lo cual los miembros del jurado firman el acta.

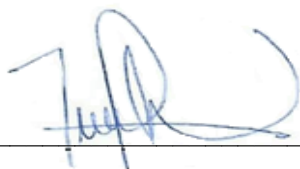
 Miembro	 Presidente	 Miembro
--	--	---

CALIFICACIÓN:	Aprobado (a) Excelencia	: 19 - 20
	Aprobado (a) Unanimidad	: 16 - 18
	Aprobado (a) Mayoría	: 13 - 15
	Desaprobado (a)	: 00 - 12

Av. Abelardo Quiñones Km. 2,5 San Juan Bautista, Iquitos Telf.:(065) 261074

APROBACIÓN

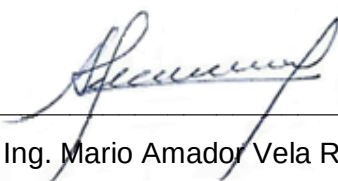
Trabajo de suficiencia profesional sustentada en acto público el día 16 de Julio a las 15:30 horas del 2019.



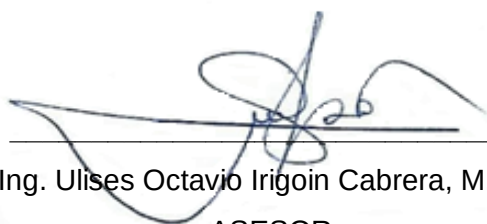
Ing. Félix Wong Ramírez, M. Sc.
PRESIDENTE DEL JURADO



Lic. Nerea Gallardo Sánchez, Mg.
MIEMBRO DEL JURADO



Ing. Mario Amador Vela Rodríguez.
MIEMBRO DEL JURADO



Ing. Ulises Octavio Irigoin Cabrera, M. Sc.
ASESOR

ÍNDICE

CAPÍTULO I	12
1. Introducción	12
CAPÍTULO II	14
2. Marco referencial	14
2.1. Antecedentes	14
2.2. Bases teóricas:	16
2.2.1. Disposiciones Generales:	16
2.2.2. Peligro sísmico	18
2.2.3. Zonificación:	19
2.2.4. Condiciones geotécnicas:	21
2.2.5. Categoría, Sistema Estructural:	22
2.2.6. Regularidad de las Edificaciones:	22
2.2.7. Análisis Sísmico:	24
2.2.8. Modelos para el análisis:	25
2.2.9. Análisis sísmico del edificio:	25
2.2.10. Método Estático:	25
2.2.11. Método Dinámico:	27
2.2.11.1. Análisis Dinámico de sistemas de varios grados de libertad	28
2.2.12. Análisis Modal:	29
2.3. Definición de Términos Básicos	31
CAPÍTULO III	33
3. Metodología de la investigación:	33
3.1. Tipo y nivel de Investigación	33
3.2. Diseño de Investigación	33
3.3. Definición de variables	33
3.4. Muestra y Población	33
3.4.1. Población	33
3.4.2. Muestra	33
3.5. Técnicas, instrumentos y fuentes de recolección de datos	33
3.5.1. Técnicas de recolección de datos	33
3.5.2. Instrumentos de recolección de datos	34
3.5.3. Fuentes de recolección de datos	34
3.6. Procesamiento y análisis de datos	35
3.6.1. Descripción del Proyecto	35
3.6.1.1. Ubicación	35
3.6.1.2. Área de la edificación	35
3.6.1.3. Especificaciones de la estructura	36
1.1.1.1. Proyecto	36

1.1.1.2.	Características del terreno de fundación	38
1.1.1.3.	Cargas de diseño para el análisis	38
1.1.1.4.	Modelo estructural según E.030-2018	39
1.1.1.5.	Estimación del peso de la edificación	41
1.1.2.	Procesamiento	41
CAPÍTULO IV		42
2. Presentación de resultados		42
2.1.	Análisis estructural de la edificación con la norma e-030-2018	42
2.1.1.	Análisis Estático	42
2.1.2.	Análisis Dinámico	46
2.1.2.1.	Participación de masas	49
2.1.2.2.	Desplazamientos laterales y derivas de entrepiso.	50
2.1.2.3.	Verificación del sistema estructural.....	50
2.1.2.4.	Fuerza cortante mínima	51
2.2.	Análisis estructural de la edificación con la norma e-030-2006 Tesis Blanco Paredes.....	51
2.2.1.	Análisis Dinámico	52
2.2.1.1.	Análisis de Modos de Vibración y Frecuencias.	52
2.2.1.2.	Análisis por Superposición Espectral.....	53
2.2.1.3.	Análisis de Desplazamientos	54
2.2.1.4.	Verificación del sistema estructural y determinación de los factores de amplificación sísmicos.....	55
CAPÍTULO V		56
3. Discusión:		56
3.1.	Discusión de los resultados de la investigación.....	56
CAPÍTULO VI		61
4. Conclusiones:		61
CAPÍTULO VII		62
5. Recomendaciones		62
Referencias Bibliográficas		63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Factores de aceleración E.030-2006.....	20
Tabla 2.2 Factores de aceleración E.030-2018.....	21
Tabla 2.3 Perfiles del suelo E.030-2006.....	21
Tabla 2.4 Perfiles del suelo E.030-2016.....	21
Tabla 2.5 Categoría y factor de uso de la edificación E.030-2006-2018.....	22
Tabla 2.6 Factores de irregularidad en altura E.030-2018.....	23
Tabla 2.7 Factores de irregularidad en planta E.030-2018.....	23
Tabla 2.8 Categoría e irregularidad E.030-2018.....	24
Tabla 3.1 Pesos propios de los materiales.....	38
Tabla 3.2 Sobrecargas.....	38
Tabla 3.3 Elementos estructurales.....	40
Tabla 3.4 Peso de la edificación.....	41
Tabla 4.1 Periodos dinámicos.....	44
Tabla 4.2 Valores de C.....	44
Tabla 4.3 Datos del Análisis Estático.....	44
Tabla 4.4 Parámetros sísmicos con la E-030-2018.....	47
Tabla 4.5 Periodos y porcentajes de participación de masas.....	49
Tabla 4.6 Desplazamientos laterales de entrepiso (cm) y deriva (%).....	50
Tabla 4.7 Distribución de fuerzas en Placa y columnas.....	50
Tabla 4.8 Factores de Escala.....	51
Tabla 4.9 Modos de Vibración y Porcentaje de Masa Participante.....	52
Tabla 4.10 Modos de Vibración Predominantes en el eje X.....	53
Tabla 4.11 Modos de Vibración Predominantes en el eje Y.....	53
Tabla 4.12 Desplazamientos laterales de entrepiso (cm) y deriva (%).....	54
Tabla 4.13 Distribución de fuerzas en muros y columnas.....	55
Tabla 4.14 Factores de Escala.....	55
Tabla 5.1 Parámetros sísmicos.....	56
Tabla 5.2 Fuerzas Cortante en la Base.....	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Mapa de aceleraciones sísmicas. (IGP).....	19
Figura 2.2 Mapa de Zonificación sísmica (NTE-E030., 2006).....	19
Figura 2.3 Mapa de Zonificación sísmica. (NTE-E030, 2018).....	20
Figura 2.4 Determinación por las fuerzas de inercia inducidas por el sismo (San Bartolomé, Quiun.Silva, 2014)	26
Figura 2.5 Determinación de la cortante basal (Muñoz, 2016)	26
Figura 2.6 Idealización de un pórtico a un sistema equivalente de masas concentradas y sus modos de vibración. (Goytia & Villanueva, 2001)	29
Figura 2.7 Metodología del método análisis modal espectral. (Martínez, 2013)	29
Figura 2.8 Espectro de diseño. (Rodríguez, 2016)	30
Figura 3.1 Plano de arquitectura típica que se usara en el proyecto para el modelamiento estructural. Fuente: (Blanco P., 2014)	35
Figura 3.2 Elevación de la edificación. Fuente (Blanco P., 2014).....	37
Figura 3.3 Modelamiento estructural de la edificación. Fuente propia.....	39
Figura 3.4 Vista en planta del modelamiento. Fuente propia	39
Figura 3.5 Estructuración de la edificación. Fuente: (Blanco P., 2014)	40
Figura 4.1 Modo 1 del análisis modal. Fuente: SAP2000 V19.....	43
Figura 4.2 Modo 2 del análisis modal. Fuente: SAP2000 V19.....	43
Figura 4.3 Deformada del Análisis estático en el eje X. Fuente: SAP2000 V19	45
Figura 4.4 Deformada del Análisis estático en el eje Y. Fuente: SAP2000 V19	45
Figura 4.5 Espectro de pseudo aceleraciones que se utilizara para el modelamiento con los parámetros de la E-030-2018. Fuente: (NTE-E030, 2018).....	48
Figura 4.6 Deformada del Análisis dinámico en el eje X. Fuente: SAP2000 V19	48
Figura 4.7 Deformada del Análisis dinámico en el eje Y. Fuente: SAP2000 V19	48
Figura 5.1 Sa vs T. Fuente: Elaborado con los datos obtenidos de (NTE-E030, 2018) y (NTE-E030., 2006)	57
Figura 5.2 Desplazamientos Absolutos Máximos Sismo XX. Fuente: Elaboración Propia.....	58
Figura 5.3 Desplazamientos Absolutos Máximos Sismo YY. Fuente: Elaboración Propia.....	58
Figura 5.4 Derivas Máximas Sismo XX. Fuente: Elaboración Propia	59
Figura 5.5 Derivas Máximas Sismo YY. Fuente: Elaboración Propia.....	59
Figura 5.6 Modos de vibración. Fuente: Elaborado con los datos obtenidos del programa SAP200 V19 y ETABS V15	60

Resumen

En el presente estudio se realizó la comparación de las Normas Sísmicas E-030 2006 – 2018 en una edificación de 8 pisos, ubicada en el distrito de Miraflores, en la ciudad de Lima, diseñada con la Norma E-030 2006 por Blanco P (2014), en la tesis “Diseño Estructural de un Edificio de Vivienda de 8 Pisos” de concreto armado. El análisis se enfocó principalmente en la variación de las respuestas sísmicas Estático y Dinámico con respecto a la Norma E-030 2018 de la edificación estudiada.

Para la ejecución del análisis comparativo se aplicó un modelo dinámico tridimensional, apoyados en el software SAP 2000 versión 2019, destinados al uso en viviendas.

El sistema estructural del edificio corresponde al tipo “Dual”, el cual consiste en que las acciones sísmicas son resistidas por una combinación de pórticos y muros estructurales, así como la fuerza cortante que toma los muros está entre 20% y 70 % de cortante en la base del edificio.

Se realizó el Análisis Estático o de Fuerzas Estáticas Equivalentes y el Análisis Dinámico Modal Espectral, con el software mencionado, según la Norma Sísmica E-030 2018. Posteriormente se compararon los análisis sísmicos realizados, con los datos de la tesis estudiada realizada por Blanco P (2014).

El diseño estructural de la edificación aplicando la comparación de las normas E-030 2006-2018, influye significativamente en la resistencia de la edificación, debido a la diferencia de los parámetros sísmicos para las aceleraciones pseudo espectrales que determinan cuan resistente tiene que ser la edificación a partir del coeficiente de reducción respecto a la irregularidad en planta para obtener las derivas de entrepiso.

Las derivas calculadas con lo indicado en la norma E-030-2018 y la E030-2006 tienen una variación del 25% en la dirección XX y 14% en la dirección YY en cada entrepiso, debido a que el factor para determinar las derivas para la E-030-2018 resulta ser el valor 0.85R y para la norma E-030-2006 viene a ser 0.75R y ello demuestra que la edificación cumple con los parámetros de la norma E-030 2018, debido a que las derivas de entrepiso no excede del 0.007.

Palabras claves: Norma E-030; Análisis Estático; Análisis Dinámico; Deriva; Lima.

Abstract

In the present study, the comparison of the Seismic Standards E-030 2006 - 2018 was made in an 8-story building, located in the district of Miraflores, in the city of Lima, designed with the E-030 2006 standard by Blanco (2014), in the thesis "Structural design of an 8-story housing building". The analysis focused mainly on the variation of the static and dynamic seismic responses with respect to the E-030 2018 standard of the studied building.

For the implementation of the comparative analysis, a three-dimensional dynamic model was applied, supported by SAP software version 2019, obtaining the structure of reinforced concrete with 8 floors, intended for its use in homes.

The structural system applied to the building is of the "Dual" type, which consists in that the seismic actions are resisted by a combination of frames and structural walls, and as well as the shear force that the walls take is between 20% and 70% of shear in the base of the building.

The Static Analysis or Equivalent Static Forces and the Modal Dynamic Spectral Analysis were performed, with the aforementioned software, according to the Seismic Standard E-030 2018. Subsequently, the seismic analyzes carried out were compared with the data of the thesis developed by Blanco (2014).

The structural design of the building, applying the comparison of standards E-030 2006-2018, significantly influences the building's resistance, due to the difference of the seismic parameters for the pseudo-spectral accelerations that determine how resistant the building must be from the reduction coefficient with respect to the irregularity in the floor to obtain the unevenness between floors.

The unevenness, calculated with what was indicated in the E-030-2018 and E030-2006 standards, have a variation of 25% in address XX and 14% in address YY in each floor, because of the factor to determine the unevenness between floors for the E -030-2018 standard turns out to be the value 0.85R and for the E-030-2006 standard it is 0.75R and it shows that the building satisfies the parameters of the E-030 2018 standard, because the unevenness between floors do not exceed 0.007.

Keywords: E-030 standard; static analysis; dynamic analysis; unevenness; Lima.

CAPÍTULO I

1. Introducción

El Perú integra el “Círculo de Fuego del Océano Pacífico”, ello lo convierte en una zona de alto potencial sísmico, concentrando el 85% de la actividad sísmica mundial. Las placas de Nazca y la Continental afectan con mayor intensidad la costa del país, y la ciudad de Lima metropolitana, donde se encuentra el edificio material de estudio, siempre se ha visto afectada por el fenómeno sísmico.

Las normas Sismorresistentes se revisan de manera permanente. Para cambiar una norma, los especialistas, discuten, proponen, se fortalecen de las investigaciones realizadas por las universidades, como de los sismos que acontecen en el medio, las que proveen información relevante para la toma de decisiones en la actualización de la norma, a fin de reducir la vulnerabilidad de los edificios actuales, evitar pérdidas de vidas en caso de sismo, la continuación de los servicios básicos (agua, desagüe, electricidad, etc.) y edificaciones esenciales (Hospitales, estación de policías, etc.).

La finalidad de la investigación es determinar las variaciones de los resultados del análisis estructural de un edificio de 8 pisos, diseñado con la norma E 030-2006 y los resultados del análisis estructural de la misma edificación, según los parámetros de la norma E 030-2018. El estudio contribuirá a verificar si la edificación evaluada, requiere de un predimensionamiento para la resistencia de las cortantes y fuerzas sísmicas, a la que está expuesta en la actualidad.

La pregunta que se formuló para resolver la situación problemática fue: ¿Qué variaciones existen en la respuesta del análisis estructural del edificio, al aplicar las Normas Sísmicas E-030 2006 y E-030 2018?

El objetivo consistió en determinar las variaciones de los resultados del análisis estructural del edificio al aplicar las Normas Sísmicas E-030 2006 y E-030 2018.

El estudio se enfocó en efectuar una evaluación comparativa de las normas sísmica E-030 2006 – 2018, en respuesta a los análisis estructurales, de un edificio irregular de 8 pisos diseñado con la norma E-030 2006. El análisis estructural se ejecutó con el apoyo del software SAP versión 19 académica.

Para la evaluación es necesario realizar el Análisis Estático o de Fuerzas Estáticas Equivalentes, la que representa la acción del sismo por fuerzas laterales, que se aplican en los centros de masas de los pisos, en dos direcciones ortogonales (X, Y), estas fuerzas se distribuyen entre los sistemas resistentes a carga lateral que conforman la estructura (Placas, muros y/o Pórticos).

Así como el Análisis Dinámico Modal Espectral, la que implica el cálculo de los valores máximos de los desplazamientos y las aceleraciones, en cada modo usando un espectro de diseño.

Para el cálculo de la aceleración espectral en las normas E-030 2006 - 2018 se emplean la misma fórmula, con la diferencia en los valores del Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas (R), tal que en la norma E-030 2006 se reemplaza un valor ya establecido de acuerdo al sistema estructural, en cambio en la norma E-030 2018 el valor de "R" se calcula con la expresión $R = R_0 \times l_a \times l_p$, siendo R_0 = Coeficiente Básico de Reducción, l_a, l_p = Factores de Irregularidad.

CAPÍTULO II

2. Marco referencial

2.1. Antecedentes

- En el año 2014, Wiliam Ney Blanco Paredes sustento la tesis DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE VIVIENDA DE 8 PISOS a la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica Del Perú llegando a las siguientes conclusiones:
 - Es necesario al momento de proyectar un edificio que los diseñadores (arquitectos e ingenieros), estén en constante comunicación para así poder tener una adecuada distribución de ambientes que permitan tener una óptima distribución de elementos resistentes que no interfieran con la arquitectura.
 - Usar como criterio de predimensionamiento del peralte de las vigas valores que van entre $L/10$ y $L/12$ permitió que se obtengan vigas poco congestionadas.
 - El criterio para predimensionar las columnas considerando solo la carga axial, asumiendo 1 ton/m^2 de área tributaria, nos condujo a secciones de columnas bastante razonables, donde la cuantía de acero fue menor al 3%.
 - Para predimensionar los muros se consideró que los esfuerzos de corte producidos por el 80% de la fuerza cortante sísmica de diseño, serían resistidos por el acero y el concreto de los mismos; el área disponible para los muros en ambas direcciones fue mayor a la requerida, lo que permitió un adecuado control de las derivas en el edificio.
 - Los dos primeros criterios de predimensionamiento que utilizamos para estimar el peralte de las vigas y las secciones de las columnas son muy utilizados y se puede comprobar que dan muy buenos resultados. El criterio para predimensionar las placas es más cuestionable pero en este caso obtuvimos buenos resultados en el armado de los muros y control de derivas.
 - Los resultados por cargas de gravedad muestran mayores deformaciones en algunas columnas. Este tipo de deformaciones no ocurren en la realidad, ya que al construir, el vaciado de los techos rectifican estas diferencias. El ETABS tiene una opción que permite simular el proceso

constructivo, sin embargo para el edificio la corrección no fue exitosa. Por esta razón se tuvo que aumentar el factor de área de algunas columnas hasta obtener diagramas de momentos flectores en las vigas similares a los que se obtendrían sin desplazamiento vertical.

- El coeficiente de reducción estructural por sismo asumido fue 4.5 (estructura irregular de muros de concreto armado) en ambas direcciones. Luego del análisis calculamos los porcentajes de fuerza cortante que tomaban las placas, en ambas direcciones este porcentaje fue mayor al 80%. Por lo tanto el valor asumido para R fue el correcto.
 - La Norma establece un límite en la deriva de 7%. En el caso de nuestro edificio las máximas derivas fueron de 6.87% y 5.40% en la dirección XX e YY respectivamente, por lo tanto, se cumple con la exigencia de los desplazamientos laterales permisibles.
 - Los factores de amplificación de la cortante basal sísmica fueron 1.72 en la dirección paralela a la fachada (Eje X-X) y 1.13 en la dirección perpendicular a la fachada.
 - El refuerzo mínimo por corte en las placas en la dirección YY fue suficiente para cumplir con los requisitos de ductilidad demandado en el diseño por capacidad.
 - En el diseño de la cimentación es necesario en algunos casos utilizar las denominadas falsas zapatas, esto se debe a la diferencia en la profundidad de cimentación que puede producir que una zapata quede dentro del bulbo de influencia de otra.
 - En las zapatas de las placas perimetrales se requirió el uso de vigas de cimentación.
 - Para elementos en contacto con el agua (tanques elevados, cisterna, etc.) se colocó un refuerzo mínimo de 0.003bh.
- En el año 2016, Franc Geovani Retamozo Claros sustentó la tesis COMPARACIÓN DE LAS NORMAS E-030 2006-2016 EN EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO EN EL DISTRITO DE HUANCAYO a la Facultad de Ingeniería de la Universidad los Andes, llegando a las siguientes conclusiones:
- Se concluye que el diseño estructural de una edificación aplicando la comparación de las normas E-030 2006-2016 en el distrito de Huancayo, influye significativamente en la resistencia de la edificación, debido a la

diferencia de los parámetros sísmicos para las aceleraciones pseudo espectrales que determinan cuan resistente tiene que ser la edificación a partir del coeficiente de reducción respecto a la irregularidad en planta para obtener las distorsiones relativas inelásticas.

- En el diseño estructural de un edificio respecto a la comparación de las normas E-030 2006-2016 en el distrito de Huancayo no resulta más económico para la E-030- 2016, siendo 16.1% más costoso que la E-030-2016, debido a la irregularidad por torsión y a las distorsiones de entrepiso.
- Las cuantías de acero del edificio diseñado respecto a la comparación de las normas E-030 2006-2016 en el distrito de Huancayo varían en -9.3% para vigas, 54.6% para placas y 12.1% para columnas.
- Los resultados a nivel de derivas de entrepiso y centros de masa en un edificio respecto las normas E-030 2006 y E-030 2016 del edificio en el distrito de Huancayo varían en 33% por cada piso, debido a que el factor para determinar las derivas de entrepiso para la E-030-2016 resulta ser el valor R y para la norma E-030-2006 viene a ser 0.75R.
- Para el diseño de un edificio respecto a la comparación de las normas E-030 2006-2016 en el distrito de Huancayo, resulta que la norma actual E-030-2016 es más exigente que la norma E-030-2006 debido al factores de reducción y desplazamiento lateral respecto a la regularidad estructural que hace que incursione en el rango inelástico.

2.2. Bases teóricas:

2.2.1. Disposiciones Generales:

(Blanco, 1990) Sostiene:

La mayoría de los códigos reconoce la complejidad de diseño sísmico de las edificaciones y define alcances u objetivos generales. En el caso de la norma peruana el criterio de la norma resistente se expresa señalando:

Las edificaciones se comportarían ante los sismos considerando:

- Resistir sismos leves sin cambios.
- Resistir sismos moderados considerando la posibilidad de daños estructurales leves.

- Resistir sismos severos con la posibilidad de daños estructurales importantes con una posibilidad remota de ocurrencia del colapso de la edificación (p. 1).

(IGP, 2019) La ocurrencia continua de grandes sismos en el mundo y en el Perú, conlleva a que cada vez se haga el esfuerzo de construir estructuras siguiendo normas y estándares, que con su aplicación, sean seguras con un probable comportamiento dinámico exitoso.

Las normas son elaboradas con la participación de ingenieros civiles, arquitectos y sismólogos, quienes basados en experiencias vividas con la ocurrencia de terremotos y el comportamiento de las obras ya existentes. El aporte de los geofísicos y geólogos es viable en el conocimiento sobre las propiedades físicas y composición de los suelos. La aplicación de las normas permiten considerar criterios unificados para el diseño de obras de ingeniería buscando hacerlos sostenibles y más seguros. Estar bien construido, es seguir la norma y utilizar los materiales adecuados para asegurar su estabilidad durante y después de ocurrido el terremoto.

En Perú, la Norma E030 es muy rigurosa en aquellas zonas de mayor riesgo y pretende que las construcciones sean seguras y capaces de disipar la energía generada durante la ocurrencia de terremoto de gran magnitud. Si los diseños y cálculos estructurales de cualquier proyecto han sido revisados y aprobados siguiendo las normas de construcción, existe una alta probabilidad de que sean seguras a la ocurrencia de sismos.

En general, la Norma E030 pretende que las construcciones llamadas indispensables (hospitales, clínicas, aeropuertos, servicios de agua, electricidad y telefonía), permanezcan en pie durante y después del sismo para ser de utilidad a la población afectada. Como parte de la seguridad de las estructuras, se debe realizar el mantenimiento periódico de acuerdo a su uso y cuando se realizan remodelaciones, esta debe ser revisada desde el punto de vista estructural, siempre buscando su seguridad a fin de proteger a las personas.

2.2.2. Peligro sísmico

(Muñoz, 2008) indica que: La severidad de los sismos en un emplazamiento determinado se denomina peligro sísmico y depende exclusivamente del panorama sismotectónico de la zona, de las características del suelo y de la topografía local. Para propósitos de ingeniería, el peligro se expresa por medio del valor máximo que podría alcanzar en el sitio, un determinado parámetro indicador de severidad, por ejemplo la aceleración máxima del suelo, o la intensidad local (p.24).

(Tavera, 2019) “El Perú es parte del llamado Cinturón de Fuego del Pacífico y en su borde occidental se desarrolla el proceso de convergencia de la placa de Nazca bajo la Sudamericana a una velocidad promedio del orden de 7-8 cm/año (DeMets et al, 1980; Norabuena et al, 1999); siendo el mismo, responsable de la actual geodinámica y geomorfología presente sobre todo el territorio peruano. Del mismo modo, este proceso ha dado origen a un gran número de sismos de diversa magnitud y focos ubicados a variadas profundidades, todos asociados a la fricción de placas (oceánica y continental), deformación interna de la placa oceánica por debajo de la cordillera y deformación cortical a niveles superficiales en el interior del continente”(p. 4).

(Retamozo C., 2016)“La ocurrencia de un evento sísmico es de carácter aleatorio con un periodo de retorno de 475 años aproximadamente” (p. 39), la norma E-030-2006 Y E-030-2018 indican que la aceleración máxima del terreno de la zonificación tiene una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años. Desde el punto de vista estructural las aceleraciones del suelo duro para los sismos severos son de gran importancia, es por ello que en la norma E-030-2018 se actualizo la aceleración máxima para cada zona que determinó el comité técnico en base a mapas de aceleraciones sísmicas elaboradas por especialistas.

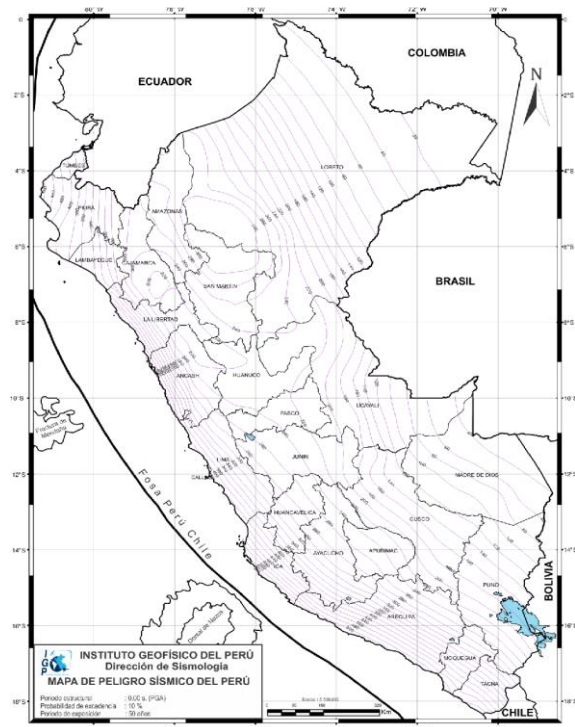


Figura 2.1 Mapa de aceleraciones sísmicas. (IGP)

2.2.3. Zonificación:

(NTE-E030., 2006) Se consideraba solo 3 zonas sísmicas:



Figura 2.2 Mapa de Zonificación sísmica (NTE-E030., 2006)

Tabla 2.1 Factores de aceleración E.030-2006

Zona	Z
3	0.4
2	0.3
1	0.15

Nota: Adaptado de “Norma Técnica de Edificación NTE-E030 Diseño Sismorresistente, 2006”, El Peruano, p.209.

“El territorio nacional se considera dividido en cuatro zonas, como se muestra en la figura. La zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de estos con la distancia epicentral, así como en la información neotectónica”. (NTE-E030, 2018)



Figura 2.3 Mapa de Zonificación sísmica. (NTE-E030, 2018)

“A cada zona se asigna un factor Z según se indica en la tabla. Este factor se interpreta como aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años. El factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad.” (NTE-E030, 2018).

Tabla 2.2 Factores de aceleración E.030-2018

Zona	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Nota: Adaptado de Norma Técnica de Edificación NTE-E030 Diseño Sismorresistente, 2018, RM-N°355-2018-VIVIENDA, p.7.

2.2.4. Condiciones geotécnicas:

Según la norma E-030-2018 ahora en la clasificación de suelos se tendrán 5 tipos de perfiles tal como se muestra en la tabla 2.4 que se da como resultado de los promedios de propagación de las velocidades de las ondas de corte a diferencia de la norma E-030-2006 que tiene 4 tipos de perfiles tal como se muestra en la tabla 2.3.

Tabla 2.3 Perfiles del suelo E.030-2006

Tipo	Descripción
S1	Roca o suelos muy rígidos
S2	Suelos intermedios
S3	Suelos flexibles o con estratos de gran espesor
S4	Condiciones especiales

Nota: Adaptado de "E-030", Reglamento nacional de edificaciones, 2006, El Peruano, p.209.

Tabla 2.4 Perfiles del suelo E.030-2016

Tipo	Descripción
So	Roca dura
S1	Roca o suelos muy rígidos
S2	Suelos intermedios
S3	Suelos flexibles o con estratos de gran espesor
S4	Condiciones especiales

Nota: Adaptado de Norma Técnica de Edificación NTE-E030 Diseño Sismorresistente, 2018, RM-N°355-2018-VIVIENDA, p.12.

2.2.5. Categoría, Sistema Estructural:

El tamaño, forma, función, geometría del edificio y localización de los elementos estructurales se denomina configuración del edificio, estas características influyen en el diseño sísmo resistente por ello que cada edificio representa un problema particular.

Según la norma E-030 las edificaciones se clasifican de acuerdo a las categorías, factor de uso. En la norma actual E030-2018 con respecto a la norma E-030-2006 no hubo cambio de la categoría C correspondiente a edificaciones comunes respecto al factor de uso (U) que sigue siendo 1.0.

Tabla 2.5 Categoría y factor de uso de la edificación E.030-2006-2018

CATEGORIA	DESCRIPCION	FACTOR U
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

Nota: Adaptado de Norma Técnica de Edificación NTE-E030 Diseño Sismorresistente, 2018, RM-N°355-2018-VIVIENDA, p.13.

El sistema estructural del presente trabajo se encuentra dentro de las estructuras de concreto armado. Siendo la categoría C la que puede usar cualquier sistema estructural de concreto armado sin importar la zonificación según la norma E-030.

2.2.6. Regularidad de las Edificaciones:

Con respecto a la regularidad de la edificación se relacionara con la simetría, cuanto más simétrico las concentraciones de esfuerzos y torsión disminuirán, pero también la regularidad por simetría puede ser afectado con efectos de torsión debido a la distribución excéntrica de rigideces y masas es por ello que desde el punto de vista estructural a las edificaciones se les designa como regular o irregular.

- Estructuras regulares: son estructuras que no tienen discontinuidades físicas en planta y elevación en su configuración resistente a cargas laterales

- Estructuras irregulares: son estructuras que tienen discontinuidades físicas considerables en planta y elevación.

Tabla 2.6 Factores de irregularidad en altura E.030-2018

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA	Factor de Irregularidad I_a
- Irregularidad de Rigidez – Piso Blando. - Irregularidades de Resistencia – Piso Débil.	0.75
- Irregularidad Extrema de Rigidez. - Irregularidad Extrema de Resistencia.	0.5
- Irregularidad de Masa o Peso.	0.9
- Irregularidad Geométrica Vertical.	0.9
- Discontinuidad en los Sistemas Resistentes.	0.8
- Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes.	0.6

Nota: Adaptado de Norma Técnica de Edificación NTE-E030 Diseño Sismorresistente, 2018, RM-N°355-2018-VIVIENDA, p.17.

Tabla 2.7 Factores de irregularidad en planta E.030-2018

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA	Factor de Irregularidad I_p
- Irregularidad Torsional	0.75
- Irregularidad Torsional Extrema	0.60
- Esquinas Entrantes	0.9
- Discontinuidad del Diafragma	0.85
- Sistemas no Paralelos	0.9

Nota: Adaptado de Norma Técnica de Edificación NTE-E030 Diseño Sismorresistente, 2018, RM-N°355-2018-VIVIENDA, p.18.

Tabla 2.8 Categoría e irregularidad E.030-2018

CATEGORIA	ZONA	DESCRIPCIÓN
C	4y3	No se permiten irregularidades extremas.
	2	No se permiten irregularidades extremas excepto en edificios de hasta 2 pisos u 8 m de altura total.
	1	Sin restricciones

Nota: Adaptado de Norma Técnica de Edificación NTE-E030 Diseño Sismorresistente, 2018, RM-N°355-2018-VIVIENDA, p.19.

El Reglamento nacional de Edificaciones, E030 (2006) limita a que las irregularidades en planta y elevación se multiplicaran al coeficiente de reducción “R” por un factor de 0.75

2.2.7. Análisis Sísmico:

Antonio Blanco (1990) sostiene que el diseño sismo-resistente es único ya que la fuerza de inercia que producen los sismos son superiores a la carga más severa que ha de soportar la estructura durante su vida útil, es por ello el diseño debe estar orientado a evitar una falla frágil buscando lograr el comportamiento elástico de la edificación para los sismos leves que tienden a ser frecuentes y el comportamiento inelástico de la edificación para los sismos severos que tienen una pequeña probabilidad de que ocurran (p. 2).

(NTE-E030, 2018) Indica para estructuras regulares, el análisis podrá hacerse considerando que el total de la fuerza sísmica actúa independientemente en dos direcciones ortogonales predominantes. Para estructuras irregulares deberá suponerse que la acción sísmica ocurre en la dirección que resulte más desfavorable para el diseño.

Las solicitaciones sísmicas verticales se considerarán en el diseño de los elementos verticales, en elementos horizontales de gran luz, en elementos post o pre tensados y en los voladizos o salientes de un edificio. Se considera que la fuerza sísmica vertical actúa en los elementos simultáneamente con la fuerza sísmica horizontal y en el sentido más desfavorable para el análisis (p. 20).

2.2.8. Modelos para el análisis:

(NTE-E030, 2018) Indica, El modelo para el análisis considera una distribución espacial de masas y rigideces que sean adecuadas para representar los aspectos más significativos del comportamiento dinámico de la estructura (p. 20).

Para el proyecto se realizarán los análisis sísmicos mediante el uso de software SAP2000 V19.

2.2.9. Análisis sísmico del edificio:

(Blanco P., 2014) “La estructura debe satisfacer las condiciones de gravedad y también las solicitaciones sísmicas.

El análisis sísmico permite verificar que la estructura responda satisfactoriamente los requerimientos de rigidez y de desplazamientos contemplados en la Norma E.030 Diseño Sismorresistente. Además se obtendrán las fuerzas internas de los elementos sismorresistentes que serán considerados para el diseño” (p. 18).

El análisis se debe de realizar en concordancia con la importancia, zona, configuración estructural de la edificación y para ello los métodos de análisis sismorresistentes para las edificaciones son el método de análisis estático cuyo análisis se da con la fuerza lateral equivalente y el método de análisis dinámico modal, que se encuentran en la norma E.030-2006 y E.030-2018.

2.2.10. Método Estático:

(Wakabayashi M , Martinez E, 1988) Indica que este método de análisis es adoptado por las normas de diseño por su simplicidad de aplicación al diseño sísmico (p. 220). Este método se caracteriza por usar el análisis de fuerza lateral equivalente o también señalado en la norma E-030-2018 como **fuerza estática equivalente**. Siendo un proceso en el cual la fuerza sísmica o cortante basal “V” se reemplaza por una fuerza lateral equivalente en las direcciones principales de la edificación que se distribuirán por cada piso y estas fuerzas sísmicas variaran con la altura del edificio. La fuerza sísmica de diseño será aquella esperada según la zonificación, configuración e importancia de la edificación.

Dónde:

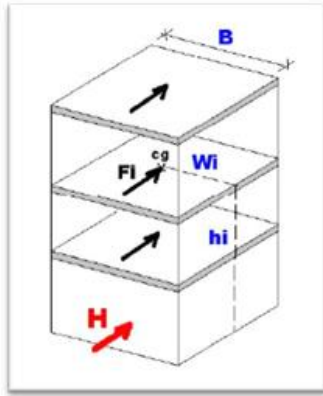


Figura 2.4 Determinación por las fuerzas de inercia inducidas por el sismo (San Bartolomé, Quiun.Silva, 2014)

De la figura 2.4 W_i (peso no acumulado de cada piso), h_i es la altura en cada piso, F_i (fuerza lateral), Z (coeficiente de zonificación), U (factor de uso de la edificación), C (coeficiente de amplificación sísmica), S (factor del tipo de suelo), R (regularidad de la edificación)

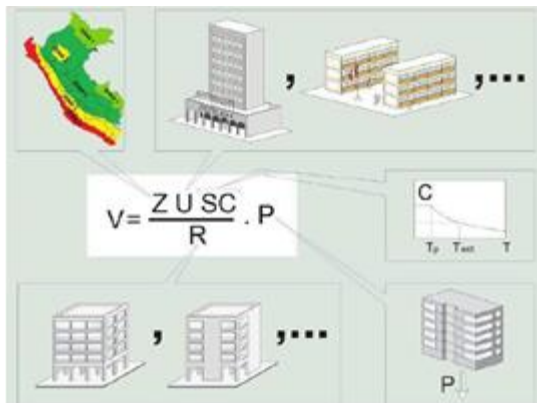


Figura 2.5 Determinación de la cortante basal (Muñoz, 2016)

En la norma E-030-2006, como lo establece el artículo 14 (14.2) de la misma, las edificaciones se deben analizar por el método estático solo para edificios sin irregularidades (edificios regulares) y de baja altura.

En la norma E-030-2018 se pueden analizar mediante este procedimiento todas las estructuras, ya sean regulares o irregulares, sólo si se encuentran en la zona sísmica 1. En las otras zonas sísmicas pueden emplearse este procedimiento para las estructuras clasificadas como regulares, según lo establecido en el artículo 19, no más de 30 m de altura, y para las estructuras

de muros portantes de concreto armado y albañilería armada o confinada de no más de 15m de altura, aun cuando sean irregulares.

En la cortante basal “V” el valor que ha cambiado en la norma E-030-2018, es el valor mínimo que debe de tomar:

$$\frac{C}{R} \geq 0.11 \quad \text{En: } V = \frac{ZUCS}{R} \times P$$

Los valores del Factor de Amplificación C dependerán de la siguiente expresión indicada en el numeral 2.5 de la norma E-030-2016.

$$\begin{aligned} T < T_p & \quad C < 2.5 \\ T_p < T < T_L & \quad C < 2.5 \left(\frac{T_p}{T} \right) \\ T < T_L & \quad C < 2.5 \left(\frac{T_p + T_L}{T^2} \right) \end{aligned}$$

En el presente proyecto se ejecuta la cortante basal estática debido a que tanto la norma E-030-2006 como la norma E-030-2018 expresan que el 90% de la cortante basal estática para estructuras irregulares no debe ser mayor que la cortante basal calculada en el análisis dinámico.

2.2.11. Método Dinámico:

(Goytia & Villanueva, 2001) El análisis debe basarse en una representación apropiada del movimiento del suelo y debe realizarse utilizando principios aceptados de la dinámica” (p. 175).

(Retamozo C., 2016) El método dinámico es usado cuando se requiere una evaluación más acertada de la fuerza sísmica más y del comportamiento estructural que se realiza por medio de procedimientos de combinación espectral. En la norma E-030-2006 indica que las edificaciones especiales se deberá usar el análisis tiempo Historia y para edificaciones convencionales se deberá usar el procedimiento de combinación espectral (p. 57), con la actualización de la norma la E-030-2018 indica que los análisis se harán con el análisis dinámico modal espectral y que como un procedimiento complementario se usara el análisis tiempo historia, el análisis tiempo historia no será exigido como análisis de diseño. Para el análisis dinámico se hace uso de los pseudo espectros sísmicos, cuya forma de cómo se elabora se encuentra en la norma E-030-2006 y E-030-2018.

(NTE-E030, 2018) Cualquier estructura puede ser diseñada usando los resultados de los análisis dinámicos por combinación modal espectral según lo especificado a continuación.

- **Modos de vibración:**

Los modos de vibración pueden determinarse por un procedimiento de análisis que considere apropiadamente las características de rigidez y la distribución de las masas. En cada dirección se consideran aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90% de la masa total, pero se toma en cuenta por lo menos los tres primeros modos predominante en la dirección de análisis.

- **Aceleración espectral:**

Para cada una de las direcciones horizontales analizadas se utiliza un espectro inelástico de pseudo-aceleraciones definido por:

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

Para el análisis en la dirección vertical puede usarse un espectro con valores iguales a los 2/3 del espectro empleado para las direcciones horizontales, considerando los valores de C, excepto para la zona de periodos muy cortos ($T < 0.2 T_p$) en la que se considera:

$$T < 0.2 T_p \qquad C = 1 + 7.5 \left(\frac{T}{T_p} \right)$$

(Retamozo C., 2016) El análisis modal se realiza para determinar la respuesta dinámica de la estructura con varios grados de libertad, donde se obtienen las respuestas máximas por cada modo independientemente. En lo referente se presentaran las ecuaciones que rigen los movimientos dinámicos de las estructuras usando el método matricial para mayor entendimiento del análisis dinámico (p. 57).

2.2.11.1. Análisis Dinámico de sistemas de varios grados de libertad

(Piqué & Scaletti, 1991) Consideran que para el equilibrio dinámico de las edificaciones sometidas a movimientos sísmicos no se tienen fuerzas externas sino más bien fuerzas de inercia (masa por aceleración) generadas por el peso de cada piso en la estructura, que son fuerzas horizontales aplicadas a nivel de cada entrepiso (p.3-2).

(Retamozo C., 2016) Para analizar una edificación de múltiples pisos que por movimientos sísmicos tienden a estar sujetas a fuerzas que varían con el tiempo, se suele representar con el modelo matemático de masas concentradas, donde cada masa concentrada por piso representa un grado de libertad con una ecuación de equilibrio dinámico (p.58).

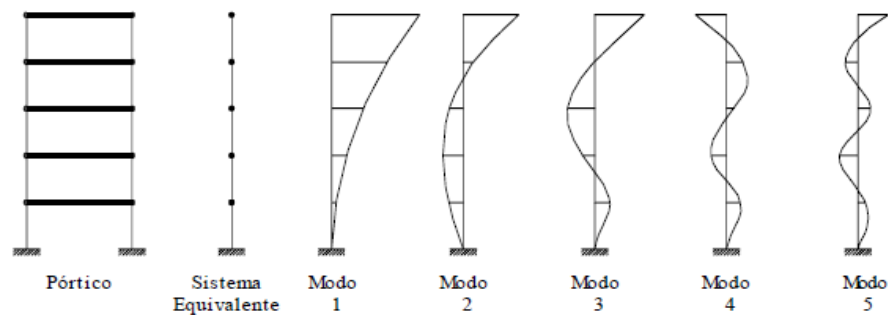


Figura 2.6 Idealización de un pórtico a un sistema equivalente de masas concentradas y sus modos de vibración. (Goytia & Villanueva, 2001)

2.2.12. Análisis Modal:

(Rodríguez, 2016) El análisis modal espectral es un método para estimar los desplazamientos y fuerzas en elementos de un sistema estructural. Su base metodológica radica en que la vibración del suelo es transmitida a toda la estructura a través de sus elementos y como consecuencia de ella, las principales masas se mueven o desplazan en forma relativa respecto al suelo. De una forma análoga la estructura se puede asimilar a una serie de péndulos invertidos (ver Figura 2.7) sometidos a una vibración en la base, cada uno de los cuales representa el comportamiento de una de los modos de vibrar de la estructura. Por lo tanto, todos los péndulos no responden del mismo modo ante una vibración en la base. De hecho, cada estructura posee una frecuencia propia o natural, determinada fundamentalmente por su rigidez y altura, a la que vibrará frente a cualquier excitación a la que se someta (p.13).

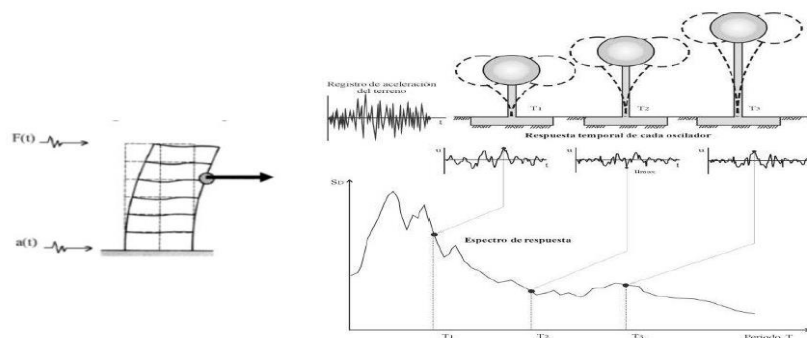


Figura 2.7 Metodología del método análisis modal espectral. (Martínez, 2013)

En resumen, la relación entre la aceleración de la base (sismo) y los desplazamientos que experimentan las masas de la estructura, depende únicamente de esta frecuencia propia y del amortiguamiento de la estructura. Ante lo anterior, el objetivo inicial del diseño Sismorresistente es cuantificar esas fuerzas y para ello se hace, simplificaciones para poder obtener los resultados, pues resulta extremadamente complicado calcular su valor utilizando solo ecuaciones matemáticas. Para ello se debe tener en consideración que la aceleración en la base del terremoto puede variar en cada instante por lo que variará también la respuesta del edificio.

En consecuencia y dada la complejidad del proceso de análisis, la norma sísmica recurre al concepto de “Espectro de diseño” que permite un fácil cálculo de las fuerzas sísmicas actuando sobre un edificio en función principalmente del tipo de suelo. El espectro es una representación gráfica de la pseudo- aceleración a la que responde una estructura de periodo natural “T” conocido frente a un sismo. (Ver Figura 2.8)

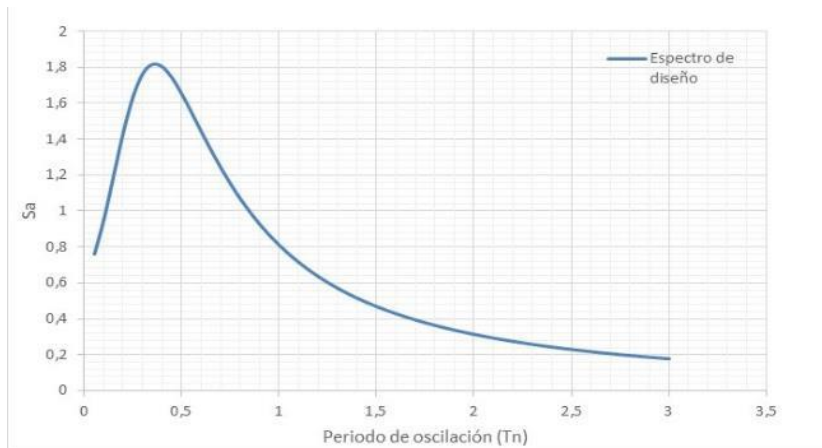


Figura 2.8 Espectro de diseño. (Rodriguez, 2016)

Existen varios modos en los que una estructura puede vibrar u oscilar frente a una excitación sísmica determinada (ver Figura 2.7). Cada modo tiene además una deformada característica y una frecuencia de vibración asociada diferente. En realidad, una estructura sometida a un sismo vibrará según una combinación de diferentes modos de vibración.

(Retamozo C., 2016) El análisis modal consiste en analizar las edificaciones con “n” grados de libertad convirtiéndolas en “n” ecuaciones independientes, obteniendo la respuesta máxima por cada modo de forma separada (p.60).

Para efectuar el análisis modal espectral que indica la norma E.030-2006 y E.030-2018, se utilizara un espectro inelástico de pseudo aceleraciones definido por:

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

Donde:

Z : Zona sísmica

U : Factor de uso de la edificación

C : Coeficiente de amplificación sísmica

S : Factor del suelo

R : Sistema estructural

g : Aceleración de la gravedad

El amortiguamiento es introducido en la iesima combinación modal como una fracción de amortiguamiento crítico o porcentaje de amortiguamiento.

2.3. Definición de Términos Básicos

Las definiciones siguientes corresponden a algunos de los términos más utilizados en sismología:

- **SISMO, TEMBLOR O TERREMOTO:** Vibraciones de la corteza terrestre inducidas por el paso de las ondas sísmicas provenientes de un lugar o zona donde han ocurrido movimientos súbitos de la corteza terrestre (disparo sísmico o liberación de energía).
- **PELIGRO SÍSMICO:** Probabilidad que se presente un sismo cuyos efectos y determinadas características superen un nivel dado durante cierto período de tiempo.
- **DERIVAS:** Son los desplazamientos que se generan por cada piso de la edificación debido a la fuerza horizontal actuante.
- **CARGAS DE SERVICIO:** Solicitaciones de acciones exteriores a las que pueden estar sometidas las estructuras como la sobrecarga.
- **COMPONENTES ESTRUCTURALES:** Aquellos elementos que forman parte integrante del sistema resistente o estructura de la edificación.
- **RIESGO SÍSMICO:** Grado de pérdida, destrucción o daño esperado debido a la ocurrencia de un sismo. Depende fundamentalmente de la amenaza o peligro sísmico, la vulnerabilidad sísmica y el valor del elemento expuesto.

- **EL GRADO DE LIBERTAD:** es definido como el número de desplazamientos independientes requerido para definir las posiciones desplazadas de todas las masas relativas a sus posiciones originales.
- **LOS ESPECTROS DE RESPUESTA:** son gráficos que recogen las respuestas máximas de sistemas sencillos de un grado de libertad para diferentes períodos con igual fracción de amortiguamiento ante una excitación dada.
- **PERIODO:** Tiempo que se demora en completar un ciclo de vibración
- **RESISTENCIA:** Capacidad del sólido para soportar fuerzas y presiones.
- **DUCTILIDAD:** Capacidad del sólido para poder deformarse sin sufrir rotura.
- **SISMOLOGÍA:** Es la ciencia y estudio de los sismos, sus causas, efectos y fenómenos asociados.
- **SISMICIDAD:** Es la frecuencia de ocurrencia de sismos por unidad de área en una región dada. A menudo esta definición es empleada inadecuadamente, por lo que se define en forma más general como “la actividad sísmica de una región dada”, esta última definición implica que la sismicidad se refiere a la cantidad de energía liberada en un área en particular.
- **AMENAZA SÍSMICA:** Es el valor esperado de futuras acciones sísmicas en el sitio de interés y se cuantifica en términos de una aceleración horizontal del terreno esperada, que tiene una probabilidad de excedencia dada en un lapso de tiempo predeterminado.
- **MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA:** División de una región o de un área urbana en zonas más pequeñas, que presentan un cierto grado de similitud en la forma como se ven afectadas por los movimientos sísmicos, dadas las características de los estratos de suelo subyacente.

CAPÍTULO III

3. Metodología de la investigación:

3.1. Tipo y nivel de Investigación

De acuerdo a las características del estudio este es un tipo de investigación ESTUDIO DE CASO. El nivel de investigación será DESCRIPTIVO EXPLICATIVO con enfoque cuantitativo (Sampieri, 2006).

3.2. Diseño de Investigación

El diseño de la investigación es Diseño de comparación con dos grupos estáticos PREEXPERIMENTALES, debido a que de la muestra se obtendrá información relevante.

3.3. Definición de variables

- Independiente (X):
 - X1: Aplicación de los parámetros de la Norma de diseño Sismorresistente E030-2006.
 - X2: Aplicación de los parámetros de la Norma de diseño Sismorresistente E030-2018.
- Dependiente (Y):
 - Y1: Respuesta estructural del edificio según la Norma de diseño Sismorresistente E030-2006.
 - Y2: Respuesta estructural del edificio según la Norma de diseño Sismorresistente E030-2018.

3.4. Muestra y Población

3.4.1. Población

Edificios de similar número de pisos, diseño arquitectónico, uso, emplazados en la ciudad de Lima.

3.4.2. Muestra

Edificio de 8 pisos en el distrito de Miraflores.

3.5. Técnicas, instrumentos y fuentes de recolección de datos

3.5.1. Técnicas de recolección de datos

La técnica usada para recolectar la información necesaria para el desarrollo de la investigación fue:

- Revisión de planos estructurales, facilitada por el ingeniero (Blanco P., 2014)

- Revisión bibliográfica.
- Análisis de la norma de diseño Sismorresistente

E030-2006		E030-2018	
Selección de Parámetros para el Análisis Estático	Selección de Parámetros para el Análisis Dinámico	Selección de Parámetros para el Análisis Estático	Selección de Parámetros para el Análisis Dinámico
▪ Peso ▪ Zona [1,3] ▪ Uso [A, B, C, D] ▪ Suelo [1,4] ▪ Factor de Amplificación sísmica (C) ▪ Coeficiente básico de reducción (R) ▪ Frecuencia (T) ▪ Cortante (V)	▪ Peso ▪ Zona [1,3] ▪ Uso [A, B, C, D] ▪ Suelo [1,4] ▪ Factor de Amplificación sísmica (C) ▪ Coeficiente básico de reducción (R) ▪ Frecuencia (T) ▪ Cortante (V) ▪ Modos de Vibración ▪ Derivas ▪ Espectro de pseudo aceleración	▪ Peso ▪ Zona [1,4] ▪ Uso [A, B, C, D] ▪ Suelo [0,4] ▪ Factor de Amplificación sísmica (C) ▪ Coeficiente básico de reducción (R) ▪ Frecuencia (T) ▪ Cortante (V)	▪ Peso ▪ Zona [1,4] ▪ Uso [A, B, C, D] ▪ Suelo [0,4] ▪ Factor de Amplificación sísmica (C) ▪ Coeficiente básico de reducción (R) ▪ Frecuencia (T) ▪ Cortante (V) ▪ Modos de Vibración ▪ Derivas ▪ Espectro de pseudo aceleración

3.5.2. Instrumentos de recolección de datos

- SAP2000 V19 académica.
- EXCEL

3.5.3. Fuentes de recolección de datos

- Planos estructural
- Pre dimensionamiento de los elementos estructurales de la edificación obtenidas mediante la tesis del ingeniero (Blanco P., 2014).
- NTE - E-030 (2006), NTE - E-030 (2018)
- Tesis locales y nacionales.

3.6. Procesamiento y análisis de datos

3.6.1. Descripción del Proyecto

A continuación, se describe el proyecto que sirvió de base para el desarrollo de la investigación, tomada de la tesis del ingeniero (Blanco P., 2014).

3.6.1.1. Ubicación

Departamento : Lima.

Provincia : Lima.

Distrito : Miraflores.

3.6.1.2. Área de la edificación

El proyecto se desarrolla en un área de los pisos típicos de área aproximada de 261 m².

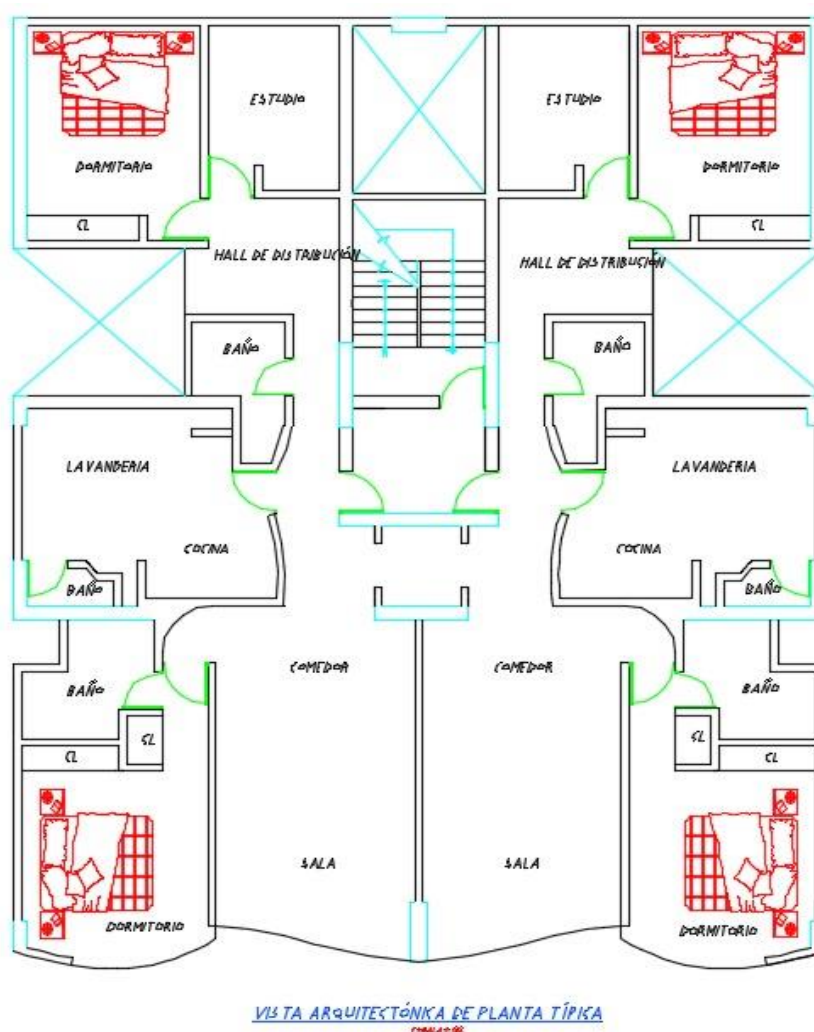


Figura 3.1 Plano de arquitectura típica que se usará en el proyecto para el modelamiento estructural. Fuente: (Blanco P., 2014)

3.6.1.3. Especificaciones de la estructura

Sistema Estructural	: Placas y pórticos de concreto armado (DUAL)
Losa de entrepiso	: Aligerado y macizo (17 cm de espesor)

Concreto	Resistencia ($f'c$)	: 210 Kg/cm ²
	Peso específico	: 2400 Kg/cm ³
Acero	Tipo	: Corrugado (ASTM : A615–G°60)
	Fluencia (f_y)	: 4200 Kg/cm ²

:

3.6.1.4. Proyecto

Categoría	: “C” común
Irregularidad	: En altura
Irregularidad	: En la planta arquitectónica
1er piso	: 2.32 m de altura
2do al 8vo piso	: 2.70 m. de altura, cada piso
Uso	: Viviendas multifamiliares

Ver figura:

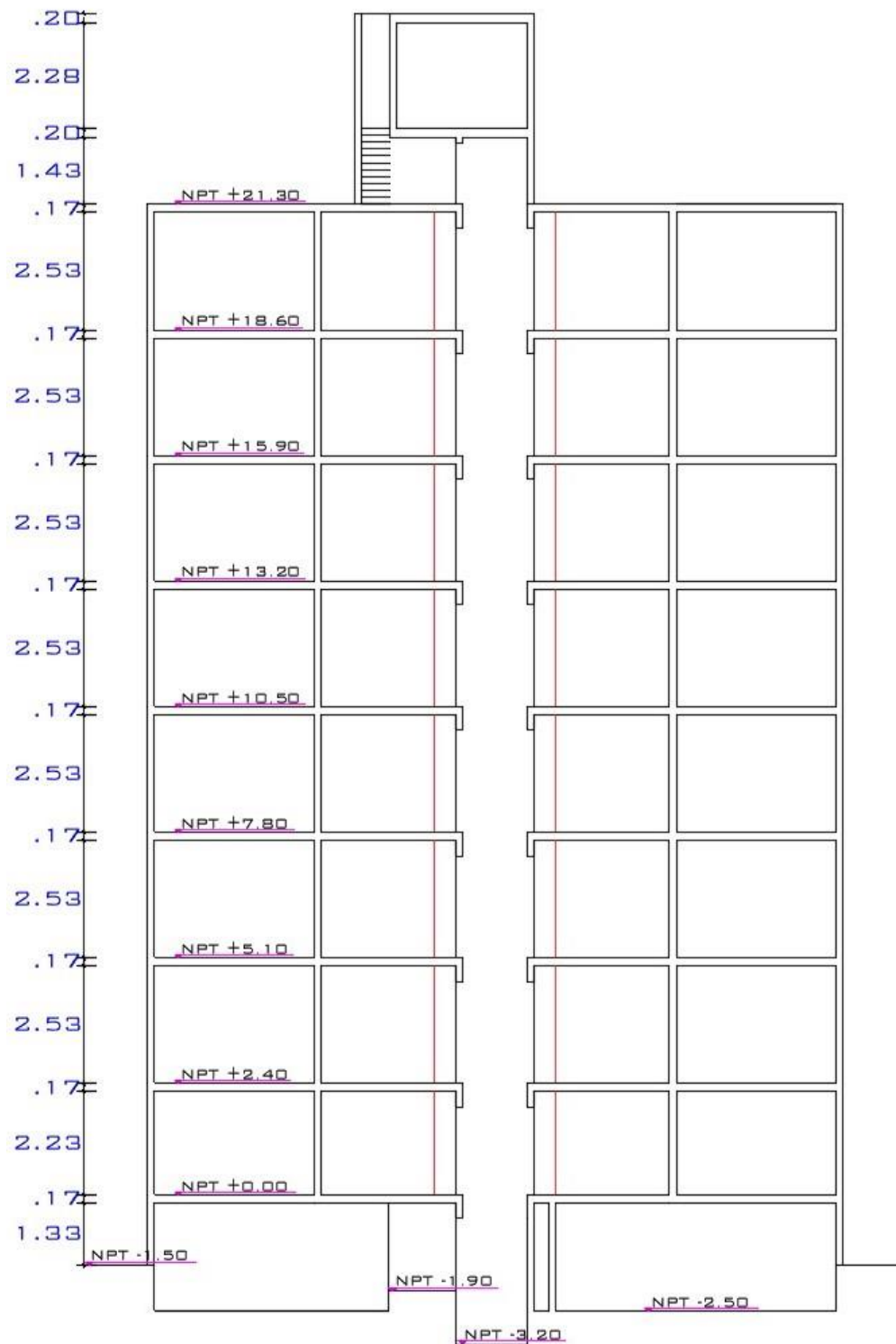


Figura 3.2 Elevación de la edificación. Fuente (Blanco P., 2014)

3.6.1.5. Características del terreno de fundación

Perfil de suelo : S1 (grava densa o suelo rígido).

Capacidad portante : 4.00 kg/cm²

Profundidad de cimentación : 1.50m.debajo del NPT.

3.6.1.6. Cargas de diseño para el análisis

La Norma E.020 Cargas, permite obtener las cargas muertas (peso propio) y las cargas vivas (sobrecarga) para el diseño. En las tablas 4.1 y 4.2 se muestran estos valores.

Tabla 3.1 Pesos propios de los materiales

Materiales	Peso Unitario
Unidades de Albañilería de arcilla cocida sólidas	1800 kg/m ³
Concreto Armado	2400 kg/m ³
Aligerado Convencional h = 17cm	280 kg/m ²

Fuente: Norma técnica de edificaciones E 020, el peruano (p 201)

Tabla 3.2 Sobrecargas

Ocupación o Uso	S/C (kg/m ²)
Vivienda	200
corredores y escalera	200
Azotea	100

Fuente: Norma técnica de edificaciones E 020, el peruano (p 201)

3.6.1.7. Modelo estructural según E.030-2018

El presente modelo está acorde a los lineamientos de la norma E.030-2018 para lo cual se usó el software SAP200 V19 académica.

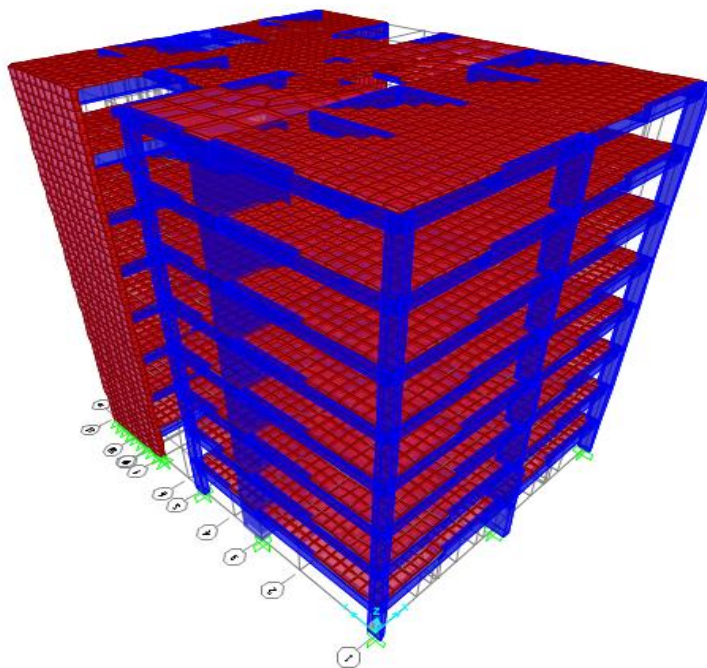


Figura 3.3 Modelamiento estructural de la edificación. Fuente propia

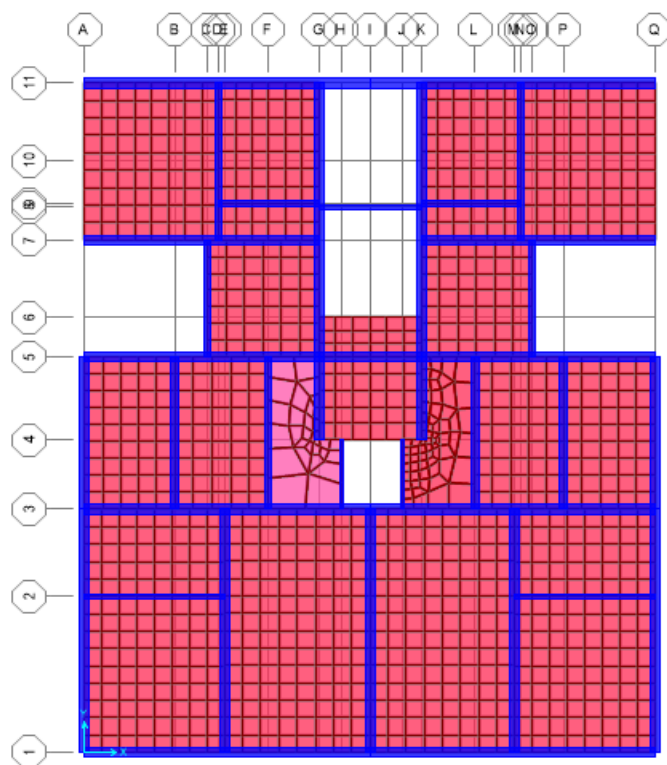


Figura 3.4 Vista en planta del modelamiento. Fuente propia

La distribución de placas y columnas es como se muestra en la siguiente figura.

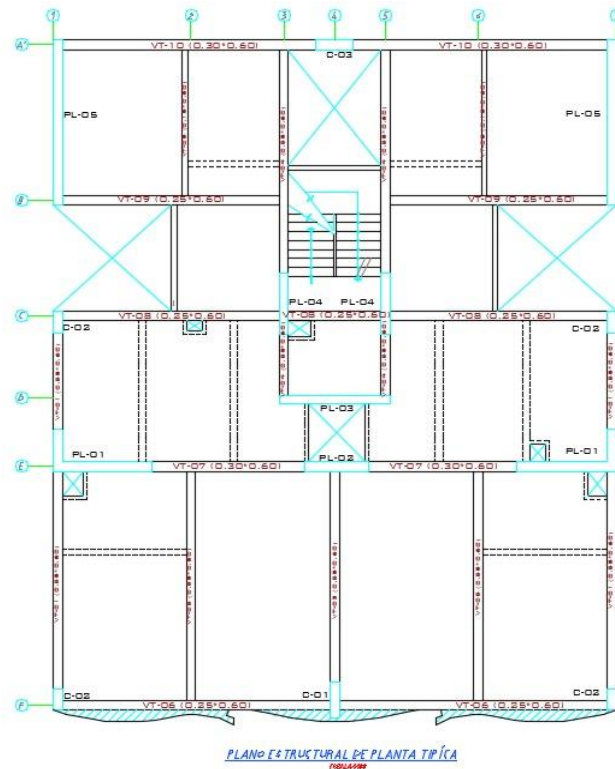


Figura 3.5 Estructuración de la edificación. Fuente: (Blanco P., 2014)

Dónde:

Tabla 3.3 Elementos estructurales

Elemento	Símbolo	Medidas (m)
Columnas	C-1 1° y 2° piso	0.30 x 1.20
	C-1 3° y 4° piso	0.25 x 1.00
	C-1 5° - 8° piso	0.25 x 0.80
	C-2 tp	0.25 x 0.60
	C-3 tp	0.30 x 1.00
Placas	P-1	0.30 x 2.65 0.25 x 1.20
	P-2	0.30 x 1.70
	P-3	0.25 x 2.95
	P-4	0.25 x 1.70
	P-5	0.25 x 4.60

Nota: Datos extraídos de los planos estructurales.

3.6.1.8. Estimación del peso de la edificación

De acuerdo a la norma sismo resistente se tomó el 100 % de la carga muerta y el 25% de la carga viva, porque la edificación de categoría C, el peso fue calculado con el programa SAP2000 V19 académica.

Tabla 3.4 Peso de la edificación

Piso	Peso Total (Tn)	Altura h (m)
8	30.38	2.70
7	145.28	2.70
6	147.50	2.70
5	147.50	2.70
4	145.28	2.70
3	145.28	2.70
2	145.28	2.70
1	145.28	2.32
PESO	PT = 1051.80	ht = 21.22

Nota: El peso de la edificación es 1051.80 tn, con una altura total de 21.22 m. Fuente propia.

3.6.1.9. Procesamiento

- Para resolver los problemas de cálculo, modelado, diseño sísmico se hizo uso de modelos matemáticos en el programa SAP2000 V19.académica.
- Para obtener los gráficos y tablas se hizo uso del programa Excel.

CAPÍTULO IV

4. Presentación de resultados

4.1. Análisis estructural de la edificación con la norma e-030-2018

La estructura debe satisfacer las condiciones de gravedad y también las solicitaciones sísmicas.

El análisis sísmico permite verificar que la estructura responda satisfactoriamente los requerimientos de rigidez y de desplazamientos contemplados en la Norma E.030 Diseño Sismorresistente. Además se obtendrán las fuerzas internas de los elementos Sismorresistente que serán considerados para el diseño.

La Norma establece dos métodos de análisis, un procedimiento dinámico aplicable a cualquier estructura, y un método estático aplicable solo a edificios regulares y de no más de 45m de altura. El edificio a analizar es irregular (por las esquinas entrantes), por lo que se procederá a usar el método dinámico del edificio.

4.1.1. Análisis Estático

El análisis estático según la norma E-030-2016 se limita para la zona 1 y que el edificio no tenga una altura mayor a 15 metros. Pero con fines de realizar el cálculo de la cortante estática según el artículo 28 de la norma E-030-2018 que indica que es necesario para comparar con la cortante dinámica, procederemos a realizar el análisis estático llamado también método de fuerzas estáticas equivalentes.

• Parámetros sísmicos de la edificación.

El distritito Miraflores se encuentra ubicada según la norma E-030-2018 en la zona 4, para lo cual se establecerá un factor de zona $Z = 0.45$.

La edificación a analizar corresponde a las edificaciones comunes porque es una edificación multifamiliar para lo cual el factor de uso $U = 1.0$.

De acuerdo al estudio de mecánica de suelos el proyecto descansara sobre un suelo tipo S1, cuyo factor "S" según la zona Z4 llega a tener un factor amplificado del suelo $S = 1.00$.

El factor de amplificación sísmica depende del periodo "T" de la edificación en la dirección X y en la dirección Y, así como también de los valores "Tp" (periodo que define la plataforma del factor "C") cuyo valor viene a ser 0.4 Y

“TL” (periodo que define el inicio del factor C) cuyo valor viene a ser 2.5. El factor “C” será determinado según la siguiente expresión:

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

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

$$T > T_l \quad C = 2.5 \left(\frac{T_p + T_l}{T^2} \right)$$

Es por ello que según el análisis sísmico modal que se realizó se obtuvieron los siguientes periodos:

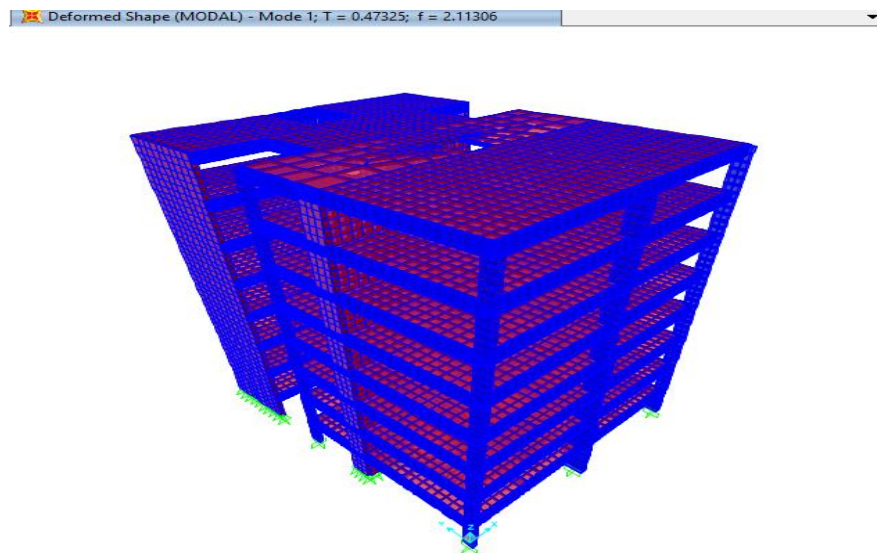


Figura 4.1 Modo 1 del análisis modal. Fuente: SAP2000 V19

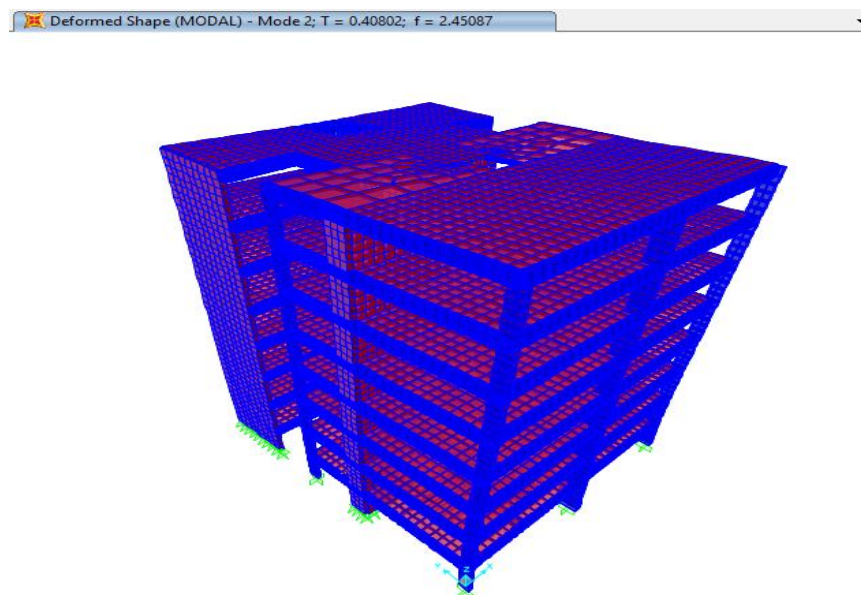


Figura 4.2 Modo 2 del análisis modal. Fuente: SAP2000 V19

Tabla 4.1 Periodos dinámicos

Periodo	Segundos
T_{x-x}	0.47325
T_{y-y}	0.40802

Nota: Periodos obtenidos del análisis dinámico para el sismo en X-X e Y-Y.
Fuente propia.

Y por ser mayores al valor de “Tp” el coeficiente a emplear será:

Tabla 4.2 Valores de C

	Tp = 0.4 TI = 2.5
Cx	2.11306
Cy	2.45087

Nota: Factores de Amplificación sísmica (C). Fuente propia

Respecto al coeficiente básico de reducción, para una primera etapa de diseño el coeficiente básico de reducción va depender del tipo de sistema estructural “Ro” por un factor de irregularidad de altura “la” y de irregularidad en planta “lp” que viene a ser:

$$R = R_o * l_a * l_p$$

Para la edificación el factor “Ro” viene a ser “6” debido a que es el sistema de muros estructurales que mejor se adapta al plano de arquitectura es el sistema dual, la irregularidad en planta “la” que presenta la edificación es la irregularidad extrema de resistencia que tiene un factor de irregularidad de 0.5 y también tiene la irregularidad de esquinas entrantes que tiene un factor de irregularidad de 0.9. Entonces:

$$R = 6 * 0.5 * 0.95 * 0.9$$

Tabla 4.3 Datos del Análisis Estático

Z	0.45
U	1.0
S	1.0
Cx	2.11306
Cy	2.45087
R	2.7

Fuente: Elaboración Propia.

Estos valores servirán para poder determinar la cortante basal que en realidad es la fuerza necesaria que necesita el edificio para ser más resistente.

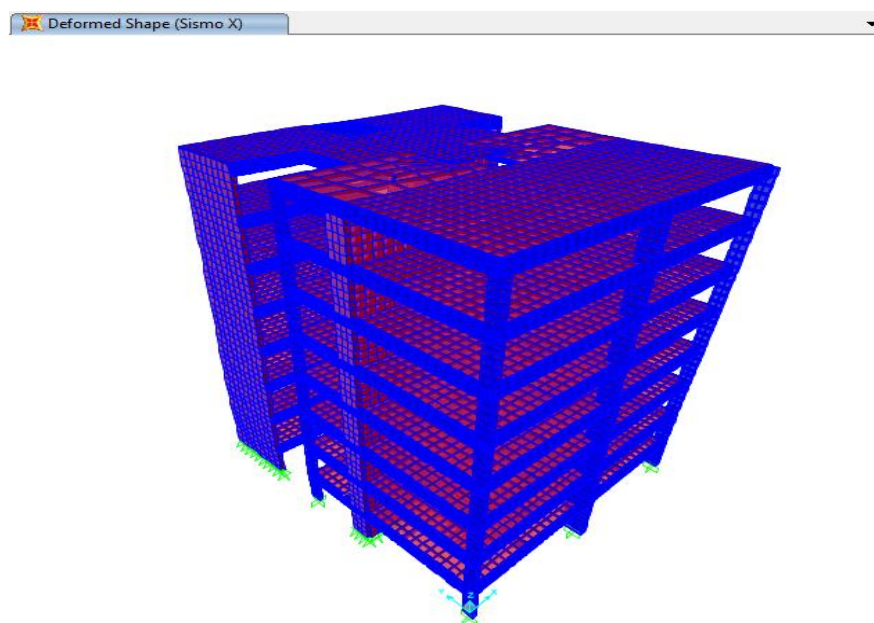


Figura 4.3 Deformada del Análisis estático en el eje X. Fuente: SAP2000 V19

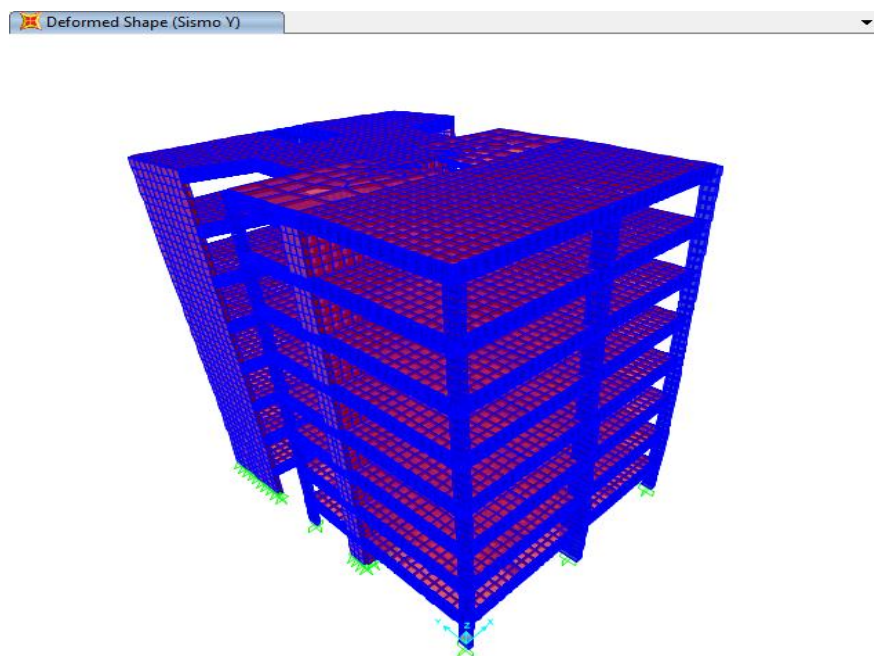


Figura 4.4 Deformada del Análisis estático en el eje Y. Fuente: SAP2000 V19

• Fuerza cortante en la base

Según la norma E-030-2018 la fuerza cortante en la base que será usado para la dirección X-X. Estará determinada por la siguiente expresión:

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

Con el requisito de que el valor $C/R \geq 0.11$

$$\frac{C_y}{R} = 0.783 \geq 0.11 \quad \text{Cumple con el requisito.}$$

$$\frac{C_y}{R} = 0.908 \geq 0.11 \quad \text{Cumple con el requisito.}$$

Para la dirección Y-Y:

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

$$V_{XX} = \frac{0.45 \times 1 \times 2.113 \times 1}{2.7} \times 1051.80$$

$$V_{XX} = 370.417 \text{ Ton}$$

Para la dirección Y-Y:

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

$$V_{YY} = \frac{0.45 \times 1 \times 2.451 \times 1}{2.7} \times 1051.80$$

$$V_{YY} = 429.636 \text{ Ton}$$

4.1.2. Análisis Dinámico

El modelo dinámico del edificio se idealiza mediante un grupo de diafragmas con 3 grados de libertad por piso. En éste se debe definir la distribución de masas y rigideces del edificio para posteriormente someter a la estructura a un espectro de aceleraciones y analizar su respuesta.

Para la idealización del edificio se utilizó el modelo tridimensional creado para el análisis por cargas de gravedad. En este modelo ya se establecieron la ubicación y las propiedades de los elementos. Se asignaron los diafragmas rígidos para cada piso del edificio. Con esto se tienen 3 grados de libertad por cada piso, dos de traslación y uno de rotación. Para asignar las propiedades inerciales del edificio se definió la masa del edificio en cada planta tomando en cuenta el peso propio de los elementos y de las cargas aplicadas en el modelo.

Según la categoría del edificio se dispone que la masa tomada corresponda al 100% de la carga muerta más el 25% de la carga viva.

El análisis dinámico según la norma E-030-2018 da la facilidad de poder ser usado en cualquier zona y sistema estructural. Este análisis se realizara para poder examinar la cortante que toman las placas y las columnas que se

encuentran en el primer nivel para comparar con la cortante determinada en el análisis estático, verificar la regularidad torsional, las derivas de entrepiso.

Para en análisis dinámico se utilizara el espectro de aceleraciones tal como indica en la norma E-030-2018. Que se elaborara a partir de la siguiente expresión.

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

Tabla 4.4 Parámetros sísmicos con la E-030-2018

Parámetros sísmicos para la dirección X-X		Parámetros sísmicos para la dirección Y-Y	
Z	0.45	Z	0.45
U	1.00	U	1.00
S	1.00	S	1.00
R_{X-X}	2.7	R_{X-X}	2.7

Nota: Parámetros sísmicos de la edificación con lo indicado en la norma E-030-2018. Fuente propia.

Para en análisis dinámico se utilizara el espectro de aceleraciones tal como indica en la norma E-030-2018. Que se elaborara a partir de la siguiente expresión.

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

Para la construcción del espectro los valores “C” dependerán del periodo “T” y así se puede calcular el valor Sa (aceleración espectral).

El espectro será de la forma “Sa” vs “T” que será graficado a partir de la siguiente expresión:

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

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

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

Obteniendo así el espectro de pseudo aceleraciones:

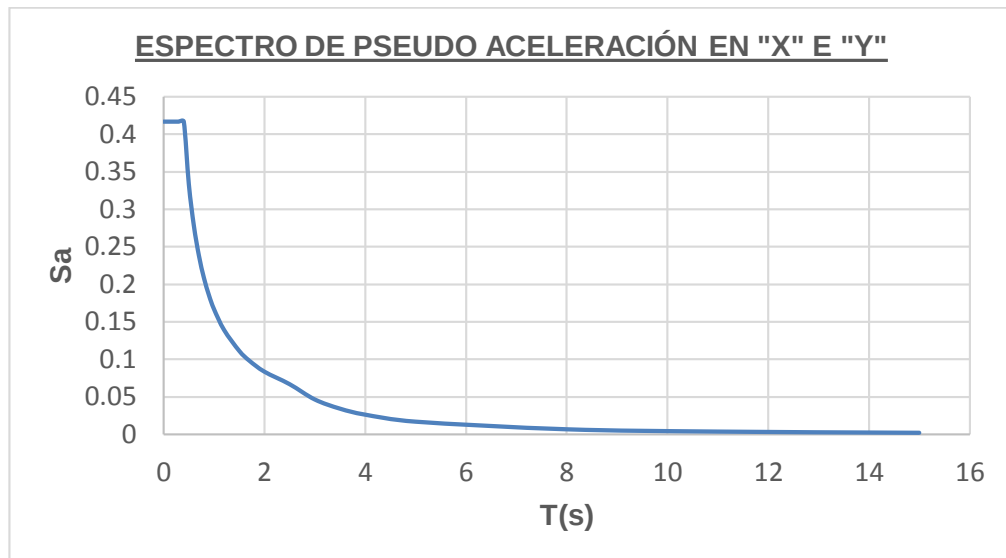


Figura 4.5 Espectro de pseudo aceleraciones que se utilizara para el modelamiento con los parámetros de la E-030-2018. Fuente: (NTE-E030, 2018)

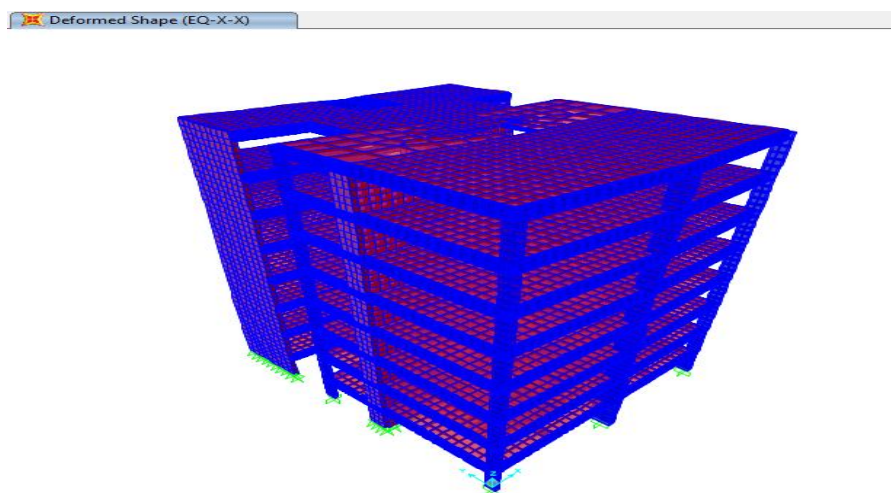


Figura 4.6 Deformada del Análisis dinámico en el eje X. Fuente: SAP2000 V19

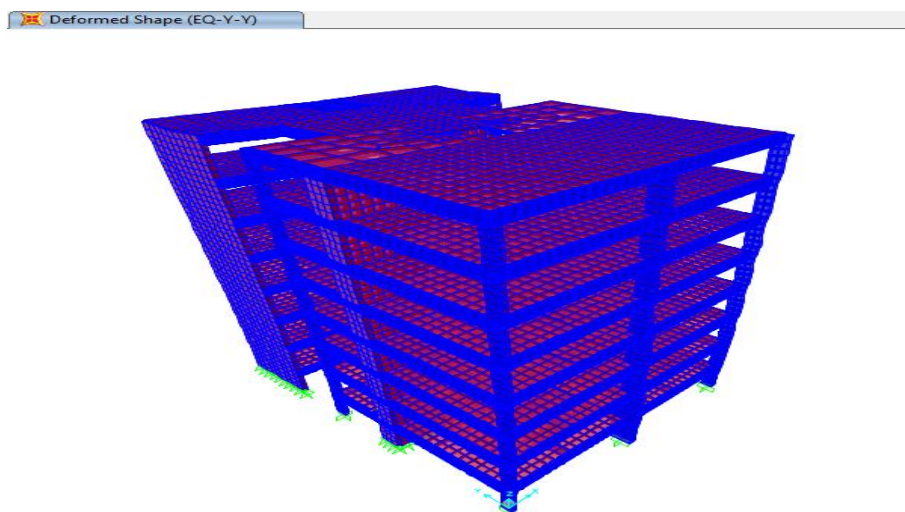


Figura 4.7 Deformada del Análisis dinámico en el eje Y. Fuente: SAP2000 V19

4.1.2.1. Participación de masas

Según la E-030-2018, los modos de vibración en cualquier dirección deben de tener por lo menos el 90% de participación de masas, debiendo considerarse los tres primeros modos fundamentales. Por consiguiente debido al análisis modal realizado con la ayuda del programa SAP2000 V19 se presenta la siguiente tabla de porcentaje de participación de masas.

Tabla 4.5 Periodos y porcentajes de participación de masas

Modo	T (S)	Masa X-X %	Masa Y-Y %
1	0.473248	57.50%	0.00%
2	0.408018	0.00%	69.00%
3	0.363095	13.90%	0.00%
4	0.121172	12.90%	0.00%
5	0.103947	0.00%	7.00%
6	0.103788	0.00%	0.03%
7	0.099985	0.00%	0.12%
8	0.099422	0.10%	0.01%
9	0.094773	0.00%	8.30%
10	0.092000	0.25%	0.00%
11	0.089762	0.00%	2.00%
12	0.087419	2.20%	0.00%
13	0.086809	0.00%	0.40%
14	0.065059	0.00%	0.01%
15	0.059273	0.90%	0.01%
16	0.056925	0.21%	0.18%
17	0.055163	4.30%	0.01%
18	0.044881	0.00%	3.90%
19	0.040976	0.02%	2.60%
20	0.03777	2.40%	0.01%
21	0.029088	2.70%	0.01%
22	0.026018	0.00%	3.70%
23	0.018719	2.60%	0.00%
24	0.016418	0.00%	2.70%
TOTAL		99.99%	99.99%

Nota: Periodos y porcentajes de participación de masas de la edificación.

Fuente propia.

Como se muestra en la tabla la participación de masas supera el 90% establecido en la norma E-030-2018, teniendo en la dirección X-X un porcentaje de participación de 57.50% y en la dirección Y-Y un porcentaje de participación de 69% de masa participativa.

4.1.2.2. Desplazamientos laterales y derivas de entrepiso.

Los desplazamientos laterales fueron calculados con el programa SAP200 V19. Según el artículo 31 de la norma E-030-2018 los desplazamientos laterales se calcularan para las estructuras irregulares multiplicando por “0.85R” (coeficiente de reducción) debido a que presenta irregularidad extrema de resistencia y esquinas entrantes.

Los desplazamientos máximos en la dirección X-X por cada piso se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 4.6 Desplazamientos laterales de entrepiso (cm) y deriva (‰)

Piso	Derivas de Entrepiso Elástico		Derivas de Entrepiso Inelástico		Deriva	
	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y
T8	3.905	2.617	8.962	6.006	3.729	2.951
T7	3.466	2.270	7.955	5.209	4.282	3.206
T6	2.962	1.893	6.798	4.343	4.838	3.406
T5	2.393	1.492	5.492	3.424	5.228	3.493
T4	1.778	1.081	4.081	2.481	5.262	3.354
T3	1.159	0.686	2.660	1.575	4.779	2.912
T2	0.597	0.344	1.370	0.789	3.604	2.103
T1	0.173	0.096	0.397	0.221	1.709	0.953

Fuente: Propia.

4.1.2.3. Verificación del sistema estructural

Con los resultados del análisis dinámico del edificio, se halló el porcentaje de cortante que toman las placas y las columnas del edificio para cada dirección.

Tabla 4.7 Distribución de fuerzas en Placa y columnas

	Vx	Porcentajes	Vy	Porcentajes
Columnas	15333.997	6%	14007.372	5%
Placas	227334.500	94%	291955.470	95%
	242258.22		305897.14	

Fuente: Propia.

El porcentaje de fuerza cortante que toman las placas en ambas direcciones son de más del 90% y de las columnas menos del 10%, con esto comprobamos que el sistema estructural asumido de NTE. 030 – 2018 fue acertado. Los resultados del análisis dinámico se deben escalar en función de la fuerza cortante basal correspondiente al análisis estático. Dado que es una estructura irregular, la fuerza cortante basal calculada en el análisis dinámico no podrá ser menor que el 90% de la calculada para el análisis estático.

4.1.2.4. Fuerza cortante mínima

Según el artículo 29.4 de la norma E-030-2018 Al finalizar el cálculo de la cortante dinámica, la cortante mínima que debe de tomar la edificación por ser irregular no tiene que ser menor al 90% de la cortante estática calculada. En caso que la cortante dinámica sea menor al 90% de la cortante dinámica se procederá a escalar para así poder aumentar el valor de la cortante dinámica. Para poder calcular el factor de escala se procederá al uso de la siguiente expresión.

$$F.E = \frac{0.9 \text{ Cortante Estatica}}{\text{Cortante dinamica}}$$

Con el software SAP V19 se calculó la cortante dinámica en la base de la edificación.

Tabla 4.8 Factores de Escala

	V Estático	V Dinámico	90%V Estático	Factor
SISMO X	370299	242258.22	333269.1	1.37568
SISMO Y	429494	305897.14	386544.6	1.26364

Nota: Cortante estática y dinámica proporcionada por el SAP200 V19. Fuente propia.

4.2. Análisis estructural de la edificación con la norma e-030-2006 Tesis Blanco Paredes.

Para este análisis se utilizara los datos obtenidos por Blanco P (2014) en la tesis “Diseño Estructural de un Edificio de Vivienda de 8 Pisos”. La Norma establece dos métodos de análisis, un procedimiento dinámico aplicable a cualquier estructura, y un método estático aplicable solo a edificios regulares y de no más

de 45m de altura. El edificio a analizar es irregular (por las esquinas entrantes), por lo que se procederá a usar el método dinámico del edificio.

4.2.1. Análisis Dinámico

4.2.1.1. Análisis de Modos de Vibración y Frecuencias.

El software (ETABS) usado por Blanco P. calcula las frecuencias naturales y modos de vibración de la estructura, mostrada en la tabla 4.9 muestran todos los modos de vibración de la estructura con los periodos y masas participantes que les corresponde.

Tabla 4.9 Modos de Vibración y Porcentaje de Masa Participante

Modo	T (s)	Masa Participante X	Masa Participante Y
1	0.96	36.10	0.001
2	0.80	0.02	71.09
3	0.70	37.98	0.01
4	0.23	9.70	0.00
5	0.18	0.01	17.79
6	0.17	5.34	0.01
7	0.10	4.10	0.00
8	0.07	0.00	6.17
9	0.07	1.66	0.01
10	0.06	1.93	0.00
11	0.04	0.00	2.71
12	0.04	0.72	0.01
13	0.04	0.98	0.00
14	0.03	0.00	1.25
15	0.03	0.27	0.01
16	0.03	0.57	0.00
17	0.02	0.23	0.00
18	0.02	0.01	0.58
19	0.02	0.18	0.01
20	0.02	0.10	0.00
21	0.02	0.07	0.02
22	0.02	0.00	0.25
23	0.01	0.02	0.00
24	0.01	0.00	0.08

Fuente: (Blanco P., 2014)

Para calcular el periodo predominante del edificio en cada dirección se toman los modos de vibración al menos hasta el 90% de la masa participante para cada dirección. Las tablas 4.20 y 4.21 muestran los valores tomados para cada dirección.

Tabla 4.10 Modos de Vibración Predominantes en el eje X

Modo	T(s)	Masa Participante X	
1	0.96	36.10	
3	0.70	37.98	
4	0.23	9.70	
6	0.17	5.34	
7	0.10	4.58	
		93.70	Tx = 0.70s

Fuente: (Blanco P., 2014)

Tabla 4.11 Modos de Vibración Predominantes en el eje Y

Modo	T(s)	Masa Participante Y	
2	0.80	71.09	
5	0.18	17.79	
8	0.07	6.17	
		95.05	Ty = 0.80s

Fuente: (Blanco P., 2014)

4.2.1.2. Análisis por Superposición Espectral.

Se efectuó un análisis por superposición espectral, representando las sollicitaciones sísmicas por el espectro de diseño de la Norma E.030 (espectro inelástico de pseudo-aceleraciones). La respuesta de los diferentes modos se combinó usando el criterio de combinación cuadrática.

El espectro de diseño está definido por la siguiente ecuación:

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

Los parámetros empleados fueron los siguientes:

Factor de Zona: Z = 0.4 (Depende de la ubicación geográfica del edificio, en nuestro caso se ubica en la zona sísmica 3).

Coeficiente de Uso: U = 1 (La categoría del edificio corresponde a una edificación común).

Factor de Amplificación Sísmica: C , es el factor de amplificación estructural respecto de la aceleración en el suelo, depende del periodo fundamental de la estructura. Está dado por la siguiente expresión $C = 2.5 \times (T_p/T)$. El mayor valor que puede tomar C es 2.5 y el mínimo 0.125R.

Parámetros de Suelo: $S = 1$ (Suelo tipo 1) y $T_p=0.4$

Coeficiente de Reducción: $R = 6 \times 0.75 = 4.5$ (sistema Sismorresistente de muros estructurales de concreto armado, reducido por ser una estructura irregular). Este coeficiente de reducción "R" representa que ante un sismo severo la estructura ingresa a un rango inelástico donde los desplazamientos aumentan pero la resistencia máxima de la estructura permanece constante.

Aceleración de la gravedad: $g = 9.81 \text{ m/s}^2$.

4.2.1.3. Análisis de Desplazamientos

Los desplazamientos del análisis lineal y elástico con las solicitaciones sísmicas reducidas obtenidos en el ETABS, se multiplicarán por 0.75R para considerar que la estructura estará sometida a un sismo severo con incursiones en el rango inelástico. En la tabla 4.12 se muestran los desplazamientos laterales de cada entrepiso del edificio.

Tabla 4.12 Desplazamientos laterales de entrepiso (cm) y deriva (%)

Piso	Desplazamiento de Entrepiso Elástico		Desplazamiento de Entrepiso Inelástico		Deriva	
	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y
T8	3.79	2.90	12.79	9.79	5.89	4.91
T7	3.31	2.50	11.17	8.44	6.38	5.15
T6	2.79	2.08	9.42	7.02	6.63	5.40
T5	2.25	1.64	7.59	5.54	6.87	5.15
T4	1.69	1.22	5.70	4.12	6.75	5.03
T3	1.14	0.81	3.85	2.73	6.14	4.54
T2	0.64	0.44	2.16	1.49	4.91	3.44
T1	0.24	0.16	0.81	0.54	2.95	1.96

Fuente: (Blanco P., 2014)

La Norma establece un límite en la deriva de 7‰. En el caso del edificio analizado las máximas derivas fueron de 6.87‰ y 5.40‰ en la dirección XX e YY respectivamente. Por lo tanto, se cumple con la exigencia de los desplazamientos laterales permisibles.

4.2.1.4. Verificación del sistema estructural y determinación de los factores de amplificación sísmicos

Con los resultados del análisis dinámico del edificio, se halló el porcentaje de cortante que toman las placas y las columnas del edificio para cada dirección.

Tabla 4.13 Distribución de fuerzas en muros y columnas

	Vx (Ton)	Porcentajes	Vy	Porcentajes
Columnas	12.5	7.81%	8.20	3.58%
Placas	147.60	92.19%	220.73	96.42%
	160.10		228.93	

Fuente: (Blanco P., 2014)

El porcentaje de fuerza cortante que toman las placas en ambas direcciones es mayor al 80% de la cortante basal, con esto comprobamos que el sistema estructural asumido es consistente con el indicado por la Norma E.030. Los resultados del análisis dinámico se deben escalar en función de la fuerza cortante basal correspondiente al análisis estático. Dado que es una estructura irregular, la fuerza cortante basal calculada en el análisis dinámico no podrá ser menor que el 90% de la calculada para el análisis estático. El peso de la edificación (P) se obtiene usando el 100% de la carga muerta y el 25% de la carga viva (edificación de Categoría C). Para el edificio el valor considerado fue 2249.1 ton, obtenido del modelo estructural. En la tabla 4.6 se muestran los factores de escala obtenidos para ambas Direcciones. Con el software ETABS V15 se calculó la cortante dinámica en la base de la edificación.

Tabla 4.14 Factores de Escala

	V Estática (Ton)	V Dinámico	90%V Estático	Factor
SISMO X	285.60	149.32	257.04	1.72
SISMO Y	249.90	198.96	224.91	1.13

Fuente: Cortante estática y dinámica proporcionada por el ETABS V15.
Fuente: (Blanco P., 2014).

CAPÍTULO V

5. Discusión:

5.1. Discusión de los resultados de la investigación.

En la edificación analizada, para el sismo tanto en XX como YY, el espectro de pseudo aceleraciones con los valores proporcionados por la norma actualizada E-030-2018 en comparación con la norma E-030-2006 tienden a ser mayor debido al factor de zonificación sísmica con la actual norma $Z=0.45$ respecto al factor de aceleración para la norma E-030-2006 $Z=0.40$, exigiendo así más al diseño de la edificación volviéndolo más resistente. Tal como se muestra en la figura 5.1 a partir de los siguientes valores.

Para la tesis de Wiliam Blanco Paredes (2014) llego a las siguientes conclusiones:

- Nos indica que: “El coeficiente de reducción estructural por sismo asumido fue 4.5 (estructura irregular de muros de concreto armado) en ambas direcciones. Luego del análisis calculamos los porcentajes de fuerza cortante que tomaban las placas, en ambas direcciones este porcentaje fue mayor al 80%. Por lo tanto el valor asumido para R fue el correcto”. Para nuestro análisis el coeficiente de reducción estructural asumido fue 2.7 (la estructura tiene irregularidad de altura e irregularidad en planta, para un sistema de muros estructurales) en ambas direcciones. Para el porcentaje de fuerza cortante que actuaban en las placas estaban en un valor superior al 90%, por lo tanto para nuestro estudio el valor para R también fue correcto.

Tabla 5.1 Parámetros sísmicos

Parámetros sísmicos E.0.3-2018		Parámetros sísmicos E.0.3-2006 Tesis Blanco Paredes	
Z	0.45	Z	0.40
U	1	U	1
S	1	S	1
Rx-x – y-y	3.15	Rx-x	4.5

Nota: Comparación de los parámetros sísmicos. Fuente: Elaboración propia.

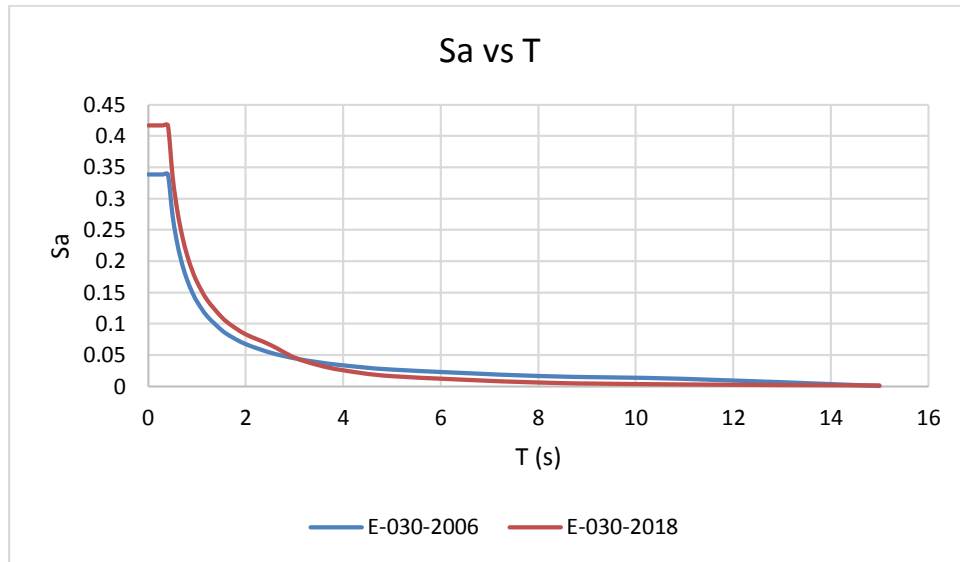


Figura 5.1 Sa vs T. Fuente: Elaborado con los datos obtenidos de (NTE-E030, 2018) y (NTE-E030., 2006)

- Blanco Paredes concluye: “La Norma establece un límite en la deriva de 7‰. En el caso de nuestro edificio las máximas derivas fueron de 6.87‰ y 5.40‰ en la dirección XX e YY respectivamente, por lo tanto, se cumple con la exigencia de los desplazamientos laterales permisibles”. Para el análisis del trabajo la norma no varía en el límite de la derivas, en el análisis del edificio las máximas derivas fueron de 5.26‰ y 3.49‰ en la dirección XX e YY respectivamente, también se cumple con la exigencia de los desplazamientos laterales permisibles.

Como se puede apreciar la fuerza cortante en la base tanto para el sismo XX como el sismo YY según lo calculado con la E-030-2018 es mayor a la cortante con la E-030-2006, esto es debido al factor de irregularidad que reduce al coeficiente de reducción para la resistencia del edificio. Dado que para tanto para el sismo XX como el sismo YY para la E-030-2006 el factor es 0.75, pero para la E-030-2018 tanto para el sismo XX como el sismo YY el factor son: $I_a = 0.50$ y $I_p = 0.9$.

Los desplazamientos absolutos de la edificación con los parámetros sísmicos de la E-030-2006 y E-030-2018 para la el sismo XX y para el sismo YY se muestra en las figuras 5.2 y 5.3.

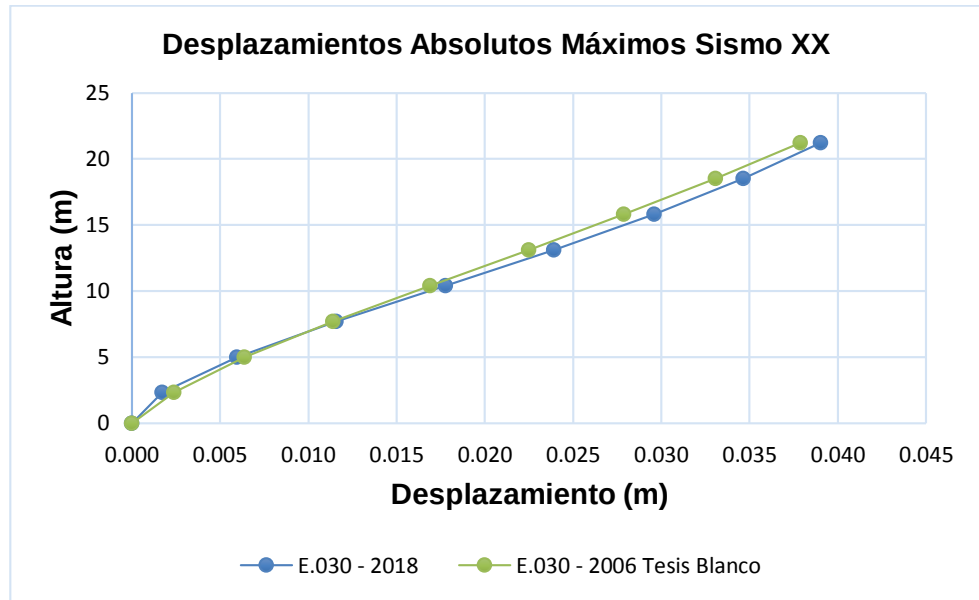


Figura 5.2 Desplazamientos Absolutos Máximos Sismo XX. Fuente: Elaboración Propia

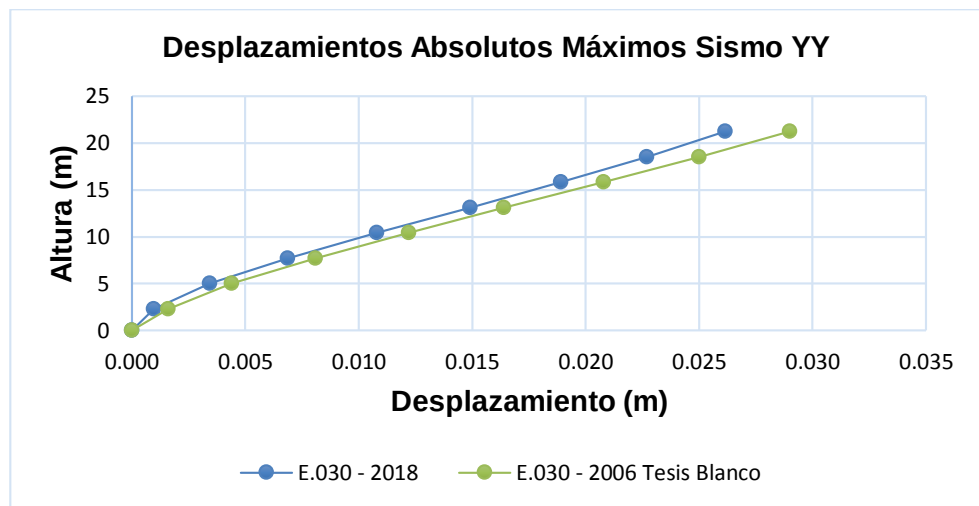


Figura 5.3 Desplazamientos Absolutos Máximos Sismo YY. Fuente: Elaboración Propia

Debido a la exigencia de la actual norma (E-030-2018) para el diseño de la edificación irregular los desplazamientos relativos serán multiplicados por “0.85R” (coeficiente de reducción), es por ello que para cumplir con el límite de la relación del desplazamiento relativo máximo y la altura de entrepiso que indica la norma de 0.007 para el concreto armado. A la edificación se le configuro como un sistema Dual. Los resultados del análisis de la tesis (Blanco P., 2014) toma como sistema estructural muros

estructurales y multiplica a los desplazamientos por “0.75R” y se obtuvieron las derivas tal como se indica la tabla 5.4 y 5.5.

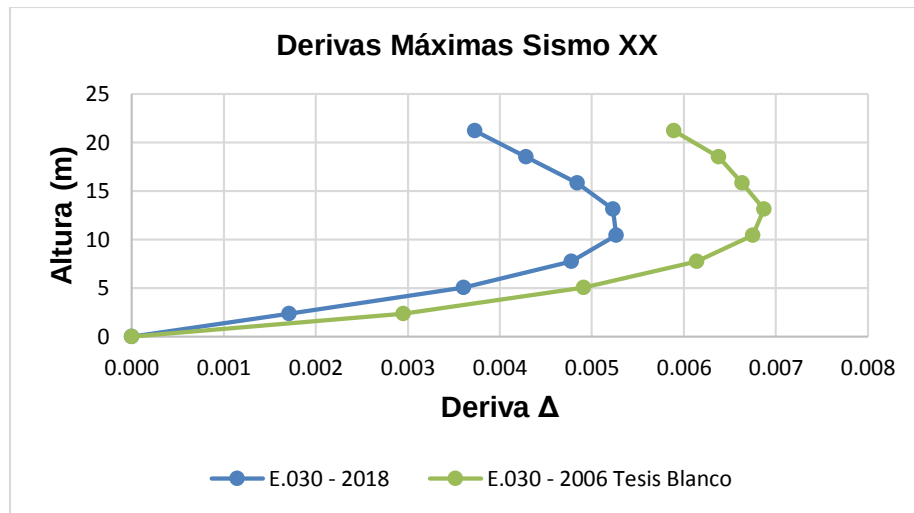


Figura 5.4 Derivas Máximas Sismo XX. Fuente: Elaboración Propia

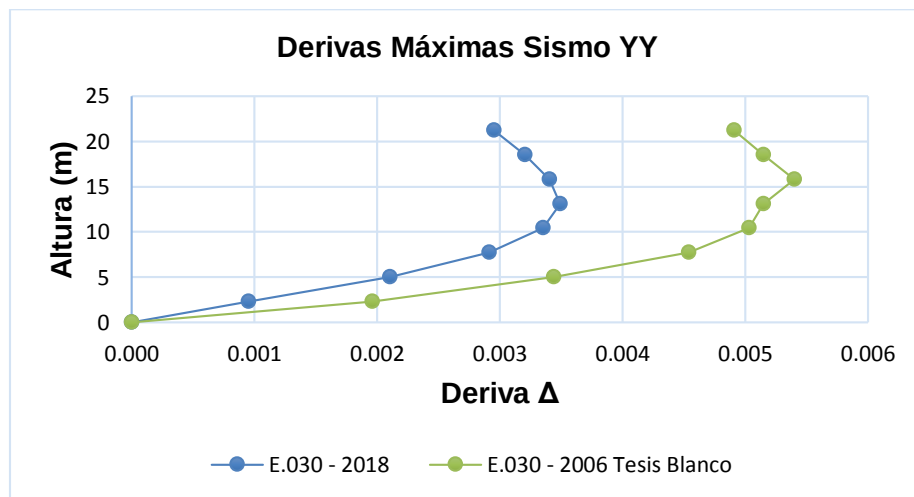


Figura 5.5 Derivas Máximas Sismo YY. Fuente: Elaboración Propia

Como se puede apreciar las derivas calculadas con lo indicado en la norma E-030-2018 y la E030-2006 tienen una variación del 25% en XX y 14% en YY en cada piso al comparar las figuras 5.5 y 5.6.

Para la tesis de Franc Retamozo Claros (2016) llegó a la siguiente conclusión:

- “En el diseño estructural de un edificio respecto a la comparación de las normas E-030 2006-2016 en el distrito de Huancayo no resulta más económico para la E-030- 2016, siendo 16.1% más costoso que la E-030-2016, debido a la irregularidad por torsión y a las distorsiones de entrepiso”.

Para nuestro caso de estudio también resulta costoso ya que las cortantes basales varían entre un 40% a 27% frente a las cortantes basales de la tesis de blanco paredes (2014), esto lleva a replantearse todo el análisis ya que el refuerzo que se empleara será superior a lo calculado por el ingeniero Blanco Paredes. Resultando como fuerza cortante en la base los siguientes Valores:

Tabla 5.2 Fuerzas Cortante en la Base

Fuerza Cortante		
	E.030-2018 (Ton)	E.0.3-2006 Tesis Blanco Paredes (Ton)
V Estática X-X	370.299	285.60
V Dinámica X-X	242.258	149.32
V Estática Y-Y	429.494	249.90
V Dinámica Y-Y	305.897	198.96

Nota: Fuerza cortante en la base para cada dirección obtenida del análisis sísmico.

Para los diferentes modos de vibración se pueden apreciar una diferencia entre la del 2018, analizado en este trabajo, frente a la del 2006, analizado en la tesis del ingeniero Wiliam Blanco Paredes (2014), ya que el Ing. Blanco Paredes empleó el software ETABS V15, el cual considero 24 modos de vibración; Para este trabajo en contraparte se empleó el software SAP200 V19, el cual solo considero 12 modos de vibración.

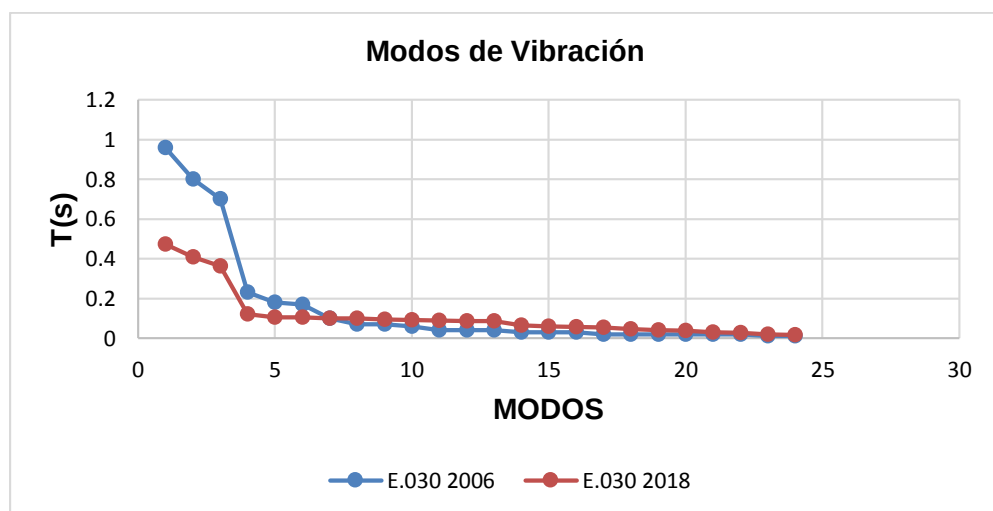


Figura 5.6 Modos de vibración. Fuente: Elaborado con los datos obtenidos del programa SAP200 V19 y ETABS V15

CAPÍTULO VI

6. Conclusiones:

De la evaluación de las respuestas estructurales del mismo edificio analizado aplicando las normas E030-2006 y la norma E.030-2018 se arribó a las siguientes conclusiones:

- Derivas: Con relación al porcentaje resultante de la aplicación de la norma E-030 2018, la deriva al aplicársele la norma de diseño sismorresistente E-030 2006 resultó en 29% inferior en XX y 39% en YY para cada piso, debido a que el factor para determinar las derivas de entrepiso para la E-030-2018 resulta del valor 0.85R y para la norma E-030-2006 de 0.75R.
- Cortante Basal: Los resultados obtenidos con la norma E.030-2018 respecto a la norma E.030-2006, varían:
 - V Estático X-X: 30% superior
 - V Dinámico X-X: 62% superior
 - V Estático Y-Y: 72% superior
 - V Dinámico Y-Y: 54% superior
- Modos de Vibración: Los resultados obtenidos con la norma E.030-2018 respecto a la norma E.030-2006, varía en un 30% en magnitud conservando la forma.
- La norma de diseño Sismorresistente E-030 2018 es más exigente que la norma E-030 2006 para el diseño de edificios emplazados en la ciudad de Lima, debido a los factores de reducción y desplazamiento lateral respecto a la regularidad estructural.
- El estudio demuestra que la edificación cumple con los parámetros de la norma E-030 2018, debido a que las derivas de entre piso no excede del 0.007.

CAPÍTULO VII

7. Recomendaciones

Al concluir el presente Trabajo de Suficiencia Profesional, podemos brindar las siguientes recomendaciones:

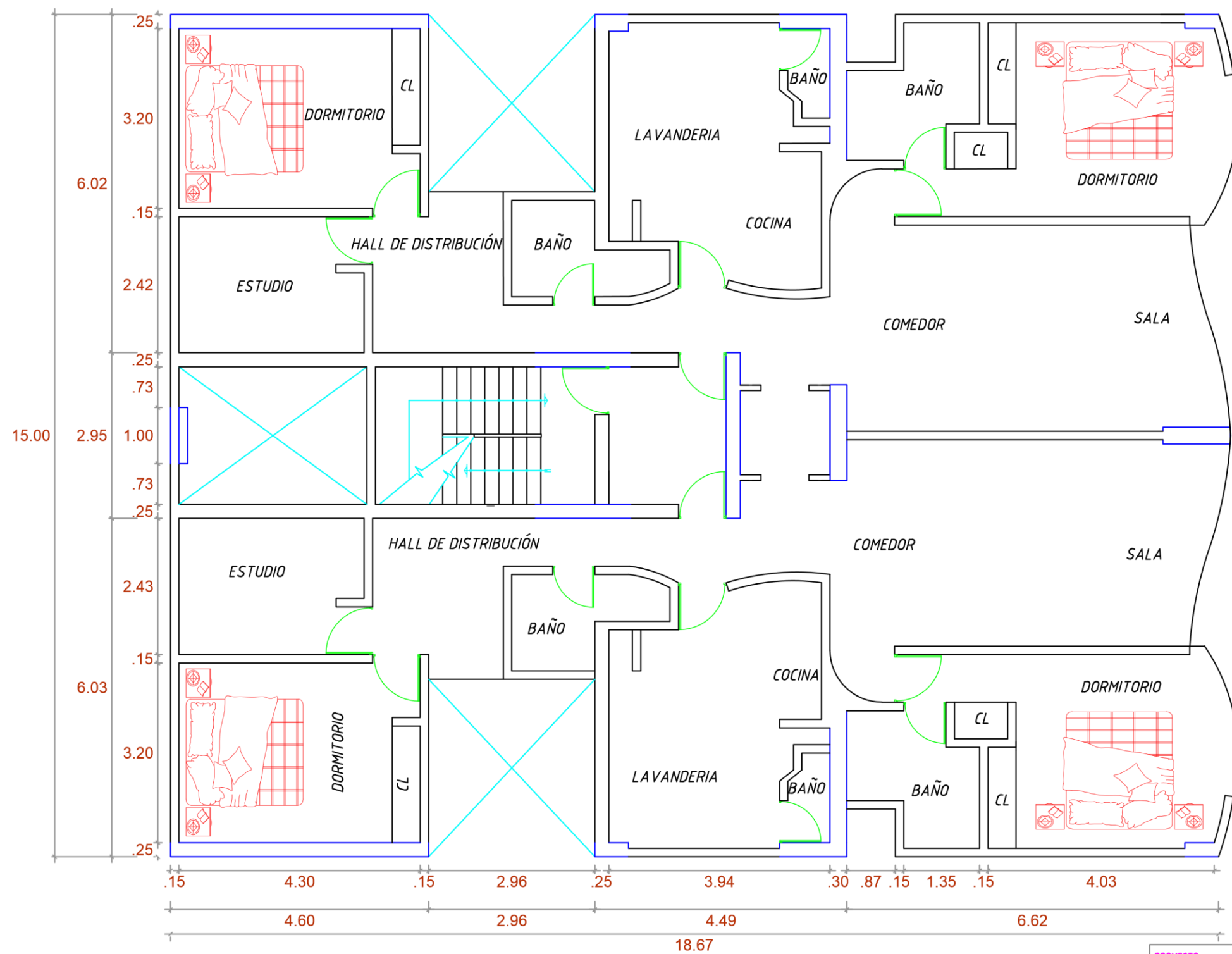
- Efectuar el predimensionamiento de la edificación estudiada debido a que la cortante obtenida por el análisis estructural con la norma sísmica E 030-2018 es mayor al de la norma E 030-2006, y con el nuevo predimensionamiento del edificio, la cortante no discrepe tanto en XX o YY.
- Los estudiantes debieran recibir constante actualización sobre las modificaciones de las normas técnicas y fundamentalmente en las asignaturas del área de estructuras para que conozcan y pongan en práctica estas modificaciones en sus trabajos o proyectos académicos, en sus prácticas pre profesionales y luego durante el ejercicio profesional.

Referencias Bibliográficas

1. Blanco P., W. (2014). *Diseño Estructural de un Edificio de Vivienda de 8 pisos*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
2. Blanco, A. (1990). *Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado*. Lima: Capítulo de Ingeniería Civil - Consejo Departamental de Lima.
3. Chura Arocutipa, E. (s.f.). *Comentarios de los cambios de la Norma E 030*. Tacna: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohman.
4. Goytia, I. R., & Villanueva, R. (2001). *Texto Guía de Ingeniería Antisísmica*.
5. IGP, I. G. (30 de Mayo de 2019). *Instituto Geofísico del Perú*. Obtenido de Instituto Geofísico del Perú: <https://portal.igp.gob.pe/norma-e030-diseno-sismorresistente/importancia-norma-e030>
6. Martínez, F. (19 de Febrero de 2013). *XFMA. Blog profesional de Francisco Martinez Alonso, Ingeniero Industrial, sobre conocimientos y divulgación en ingeniería*. Obtenido de XFMA. Blog profesional de Francisco Martinez Alonso, Ingeniero Industrial, sobre conocimientos y divulgación en ingeniería: <https://xfma.wordpress.com/2013/02/19/estructuras-sismorresistentes-analisis-modal-espectral-capitulo-2/>
7. Muñoz, A. (2008). *Ingeniería Sismorresistente*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
8. NTE-E030, S. (2018). *Norma Técnica de Edificación NTE-E030 Diseño Sismorresistente*. Lima: Servicio Nacional de Normalización, Capacitación e Investigación para la industria de la construcción.
9. NTE-E030., S. (2006). *Norma Técnica de Edificación NTE-E030 Diseño Sismorresistente*. Lima: Servicio Nacional de Normalización, Capacitación e Investigación para la industria de la construcción.
10. Piqué, J., & Scaletti, H. (1991). *Análisis Sísmico de Edificios*. Lima: Colegio de Ingenieros del Perú.
11. Retamozo C., F. G. (2016). *Comparación de las Normas E-030 2006-2016 en el Diseño Estructural de un Edificio en el Distrito de Huancayo*. Huancayo: Universidad Peruana los Andes.
12. Rodriguez, D. A. (2016). *ANÁLISIS SISMORRESISTENTE MEDIANTE EL MÉTODO MODAL ESPECTRAL DE UN EDIFICIO HABITACIONAL UBICADO EN LA COMUNA DE TOMÉ*. Concepción: Universidad Católica de la Santísima Concepción.

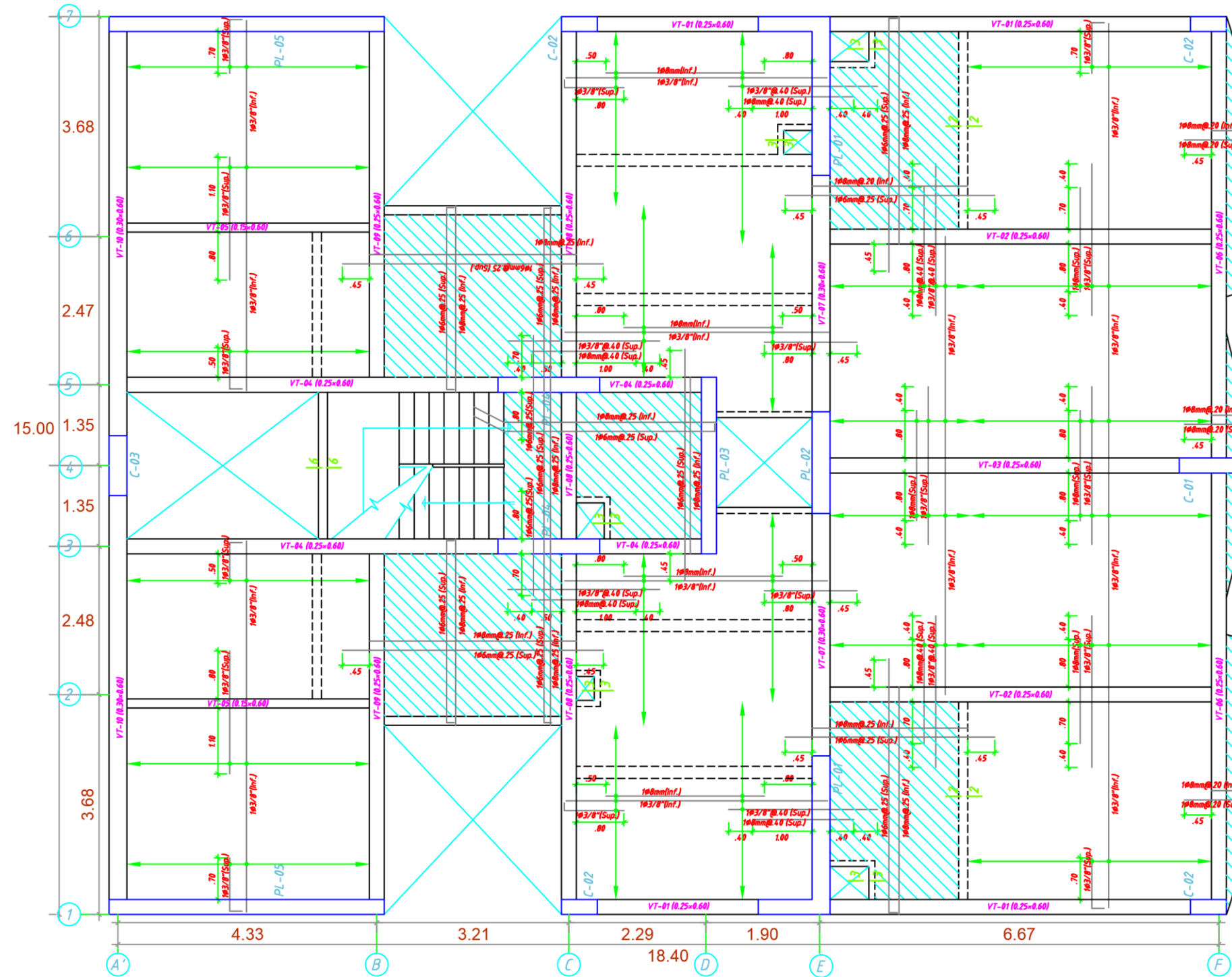
13. Tavera, H. (31 de Mayo de 2019). *Instituto Geofísico del Perú*. Obtenido de Instituto Geofísico del Perú: <http://repositorio.igp.gob.pe/handle/IGP/1067>
14. Wakabayashi M , Martinez E. (1988). *Diseño de Estructuras sismorresistentes*. Mexico: McGRAW – HILL/INTERAMERICANA DE MEXICO, S.S. DE C.V.

Anexos



VISTA ARQUITECTÓNICA DE PLANTA TÍPICA
ESCALA: 1:75

PROYECTO: TESIS		
UNIVERSIDAD: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU		
UBICACION: LAS ACACIAS		
PLANO: VISTA ARQUITECTÓNICA DE PLANTA TÍPICA	DISTRITO: MIRAFLORES	LAMINA: A-1
PROFESIONAL: WILLIAM NEY BLANCO PAREDES COD: 20012018	PROVINCIA: LIMA	DPTO: LIMA
ESCALA: 1/750	FECHA: AGOSTO - 2014	



LOSA ALIGERADA, h=0.17m

Espaciamiento entre viguetas = 0.40m

LOSA MACIZA, h=0.17m

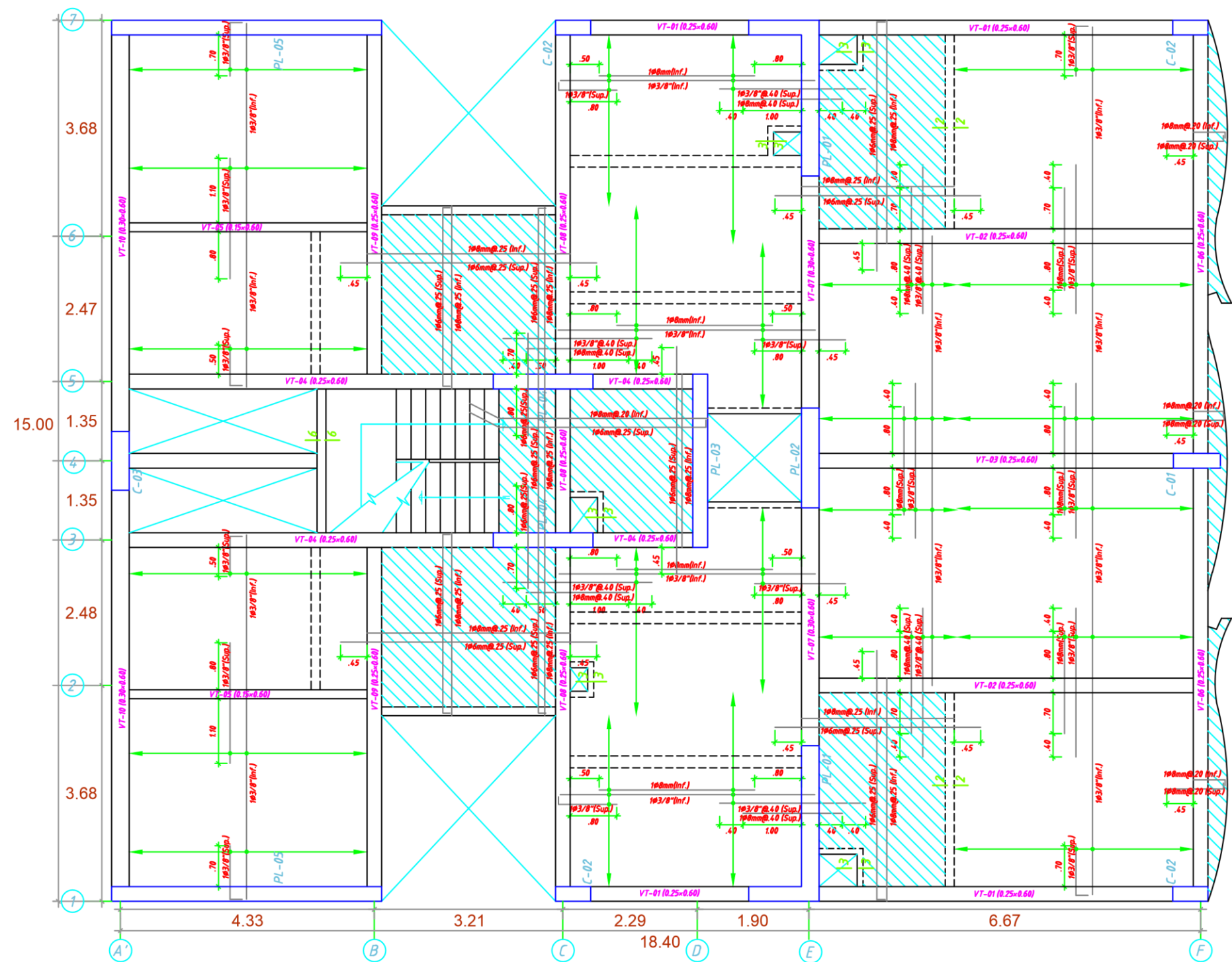
(SE INDICA EN PLANTA EL REFUERZO)

ENCOFRADO DE TECHO TIPICO DEL 3er y 4to PISO (N.P.T. +7.80 y +10.50)

ESCALA: 1/75
S/C = 200 kg/m²

SECCION DE TECHO DEL 3er PISO	SECCION DE TECHO DEL 4to PISO	SECCION DE TECHO DEL 3er PISO	SECCION DE TECHO DEL 4to PISO	SECCION DE TECHO DEL 3er PISO	SECCION DE TECHO DEL 4to PISO	SECCION DE TECHO DEL 3er PISO
CONSIDERACIONES PARA EL ANCLAJE EN CORTES DE TECHO	El refuerzo ancla recto en todo elemento donde se puede desarrollar la longitud indicada, caso contrario se usara estender. (ver detalle)	Por simplicidad los vigas chaves usan el anclaje recto indicado en losas, placas y columnas. Siempre que sea posible se debe usar el anclaje recto indicado en losas y vigas a una profundidad equivalente al desarrollo en las vigas de las barras rectas indicadas.				

PROYECTO : TESIS UNIVERSIDAD : PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU	UBICACION : LAS ACACIAS
PLANO : ENCOFRADO DE TECHO DEL 3ER Y 4TO PISO	DISTRITO : MIRAFLORES PROVINCIA : LIMA DPTO : LIMA
PROFESIONAL : WILLIAM NEY BLANCO PAREDES COD: 20012018	LAMINA : E-2
ESCALA : 1/75	FECHA : AGOSTO - 2014



LOSA ALIGERADA, h=0.17m

Espaciamiento entre viguetas = 0.40m

LOSA MACIZA, h=0.17m

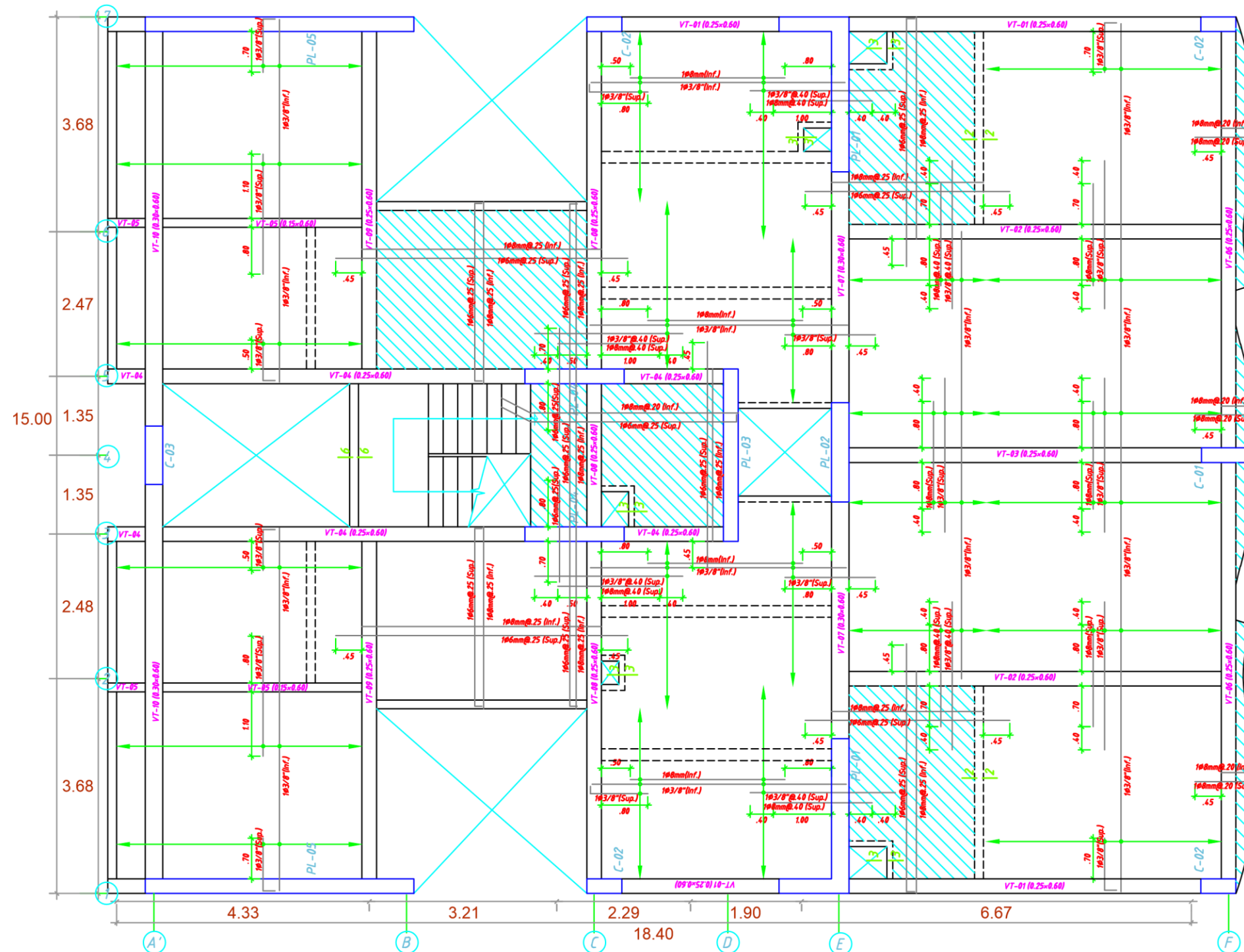
(SE INDICA EN PLANTA EL REFUERZO)

ENCOFRADO DE TECHO TIPICO DEL 5to y 6to PISO (N.P.T.+13.20 y +15.90)

ESCALA: 1:75
S/C = 200 kg/m²

CONSIDERACIONES PARA EL ANCLAJE EN CORTES DE TECHO	El refuerzo ancla recto en todo elemento donde se pueda desarrollar la longitud indicada, caso contrario se usara estirador. (ver detalles)						

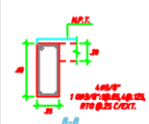
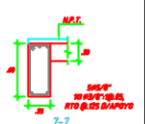
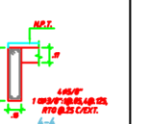
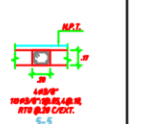
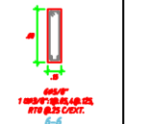
PROYECTO: TESIS		
UNIVERSIDAD: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU		
UBICACION: LAS ACACIAS		
PLANO: ENCOFRADO DE TECHO DEL 5TO Y 6TO PISO	DISTRITO: MIRAFLORES	LAMINA: E-3
PROFESIONAL: WILLIAM NEY BLANCO PAREDES COD: 20012018	PROVINCIA: LIMA DPTO: LIMA	
ESCALA: 1/75	FECHA: AGOSTO - 2014	



LOSA ALIGERADA, $h=0.17m$ 
 Espaciamiento entre viguetas = 0.40m
 LOSA MACIZA, $h=0.17m$ 
 (SE INDICA EN PLANTA EL REFUERZO)

ENCOFRADO DE TECHO DEL 7mo PISO (N.P.T. +18.60)

ESCALA: 1:75
 S/C = 200 kg/m²

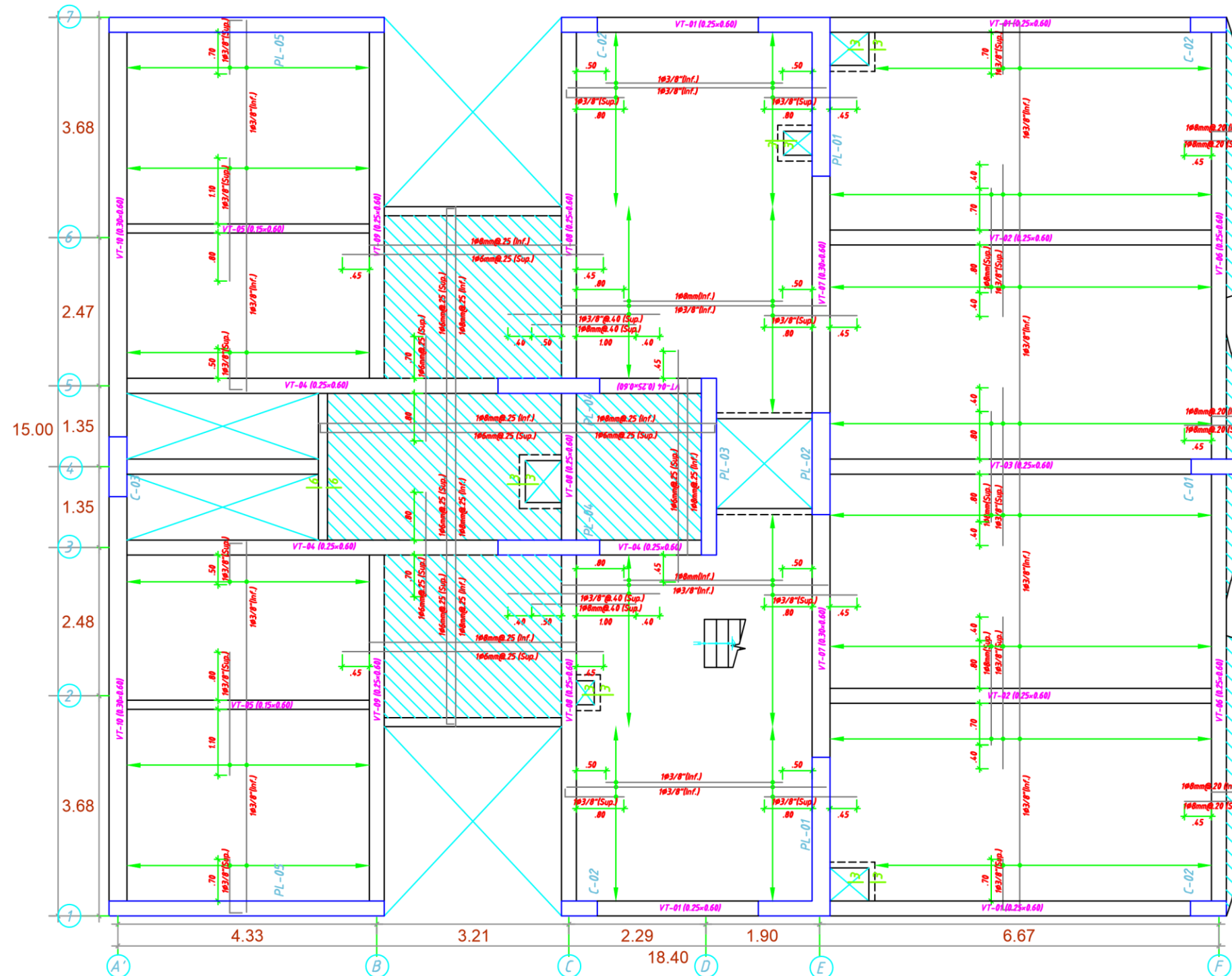
							
100mm@25 (inf.) 100mm@25 (sup.) 100mm@20 (inf.) 100mm@20 (sup.)	100mm@25 (inf.) 100mm@25 (sup.) 100mm@20 (inf.) 100mm@20 (sup.)	100mm@25 (inf.) 100mm@25 (sup.) 100mm@20 (inf.) 100mm@20 (sup.)	100mm@25 (inf.) 100mm@25 (sup.) 100mm@20 (inf.) 100mm@20 (sup.)	100mm@25 (inf.) 100mm@25 (sup.) 100mm@20 (inf.) 100mm@20 (sup.)	100mm@25 (inf.) 100mm@25 (sup.) 100mm@20 (inf.) 100mm@20 (sup.)	100mm@25 (inf.) 100mm@25 (sup.) 100mm@20 (inf.) 100mm@20 (sup.)	100mm@25 (inf.) 100mm@25 (sup.) 100mm@20 (inf.) 100mm@20 (sup.)

CONSIDERACIONES
 PARA EL ANCLAJE
 EN CORTES DE TECHO

El refuerzo ancla recto en todo elemento donde se puede
 desarrollar la longitud indicada, caso contrario se usara
 estandar. (ver detalles)

Por ejemplo las vigas chulas como el anclaje recto indicado en la foto, placas o columnas
 donde se puede anclar recto en todo elemento donde se puede desarrollar la longitud indicada, caso contrario se usara
 estandar. (ver detalles)

PROYECTO : TESIS		UNIVERSIDAD : PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU	
UBICACION : LAS ACACIAS			
PLANO : ENCOFRADO DE TECHO DEL 7MO PISO		DISTRITO : MIRAFLORES	LAMINA : E-4
PROFESIONAL : WILLIAM NEY BLANCO PAREDES COD: 20012018		PROVINCIA : LIMA DPTO : LIMA	
ESCALA : 1/75		FECHA : AGOSTO - 2014	



LOSA ALIGERADA, $h=0.17m$
Espaciamento entre viguetas = 0.40m

LOSA MACIZA, $h=0.17m$
(SE INDICA EN PLANTA EL REFUERZO)

ENCOFRADO DE TECHO DEL 8vo PISO (N.P.T. +21.30)

SCALA: 1:75
S/C = 200 kg/m²

103/8 (inf.) 103/8 (inf.) 103/8 (inf.)	103/8 (inf.) 103/8 (inf.) 103/8 (inf.)	103/8 (inf.) 103/8 (inf.) 103/8 (inf.)	103/8 (inf.) 103/8 (inf.) 103/8 (inf.)	103/8 (inf.) 103/8 (inf.) 103/8 (inf.)	103/8 (inf.) 103/8 (inf.) 103/8 (inf.)	103/8 (inf.) 103/8 (inf.) 103/8 (inf.)	103/8 (inf.) 103/8 (inf.) 103/8 (inf.)	103/8 (inf.) 103/8 (inf.) 103/8 (inf.)

CONSIDERACIONES
PARA EL ANCLAJE
EN CORTES DE TECHO

El refuerzo ancla recto en todo elemento donde se pueda
desarrollar la longitud indicada, caso contrario se usará
estándar. (ver detalle)

Por algunas las vigas chuecas como el anclaje recto indicado en la zona, please a refuerzo
adecuado que las vigas paralelas a desarrollo como el anclaje recto indicado en la zona
a una placa o intersección de elementos que sea mayor al anclaje recto indicado.

PROYECTO :	TESIS
UNIVERSIDAD :	PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU
UBICACION :	LAS ACACIAS
PLANO :	ENCOFRADO DE TECHO DEL 8vo PISO
DISTRITO :	MIRAFLORES
PROFESIONAL :	WILLIAM NEY BLANCO PAREDES COD: 20012018
PROVINCIA :	LIMA
DPTO :	LIMA
ESCALA :	1/75
FECHA :	AGOSTO - 2014

LAMINA :
E-5