



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Análisis comparativo del diseño estructural de un edificio de concreto armado (dual) aplicando las normas E.030 2006 y la E.030 2018 diseño sismorresistente, 2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Br. Tacuche Paredes, Jhosel (ORCID: 0000-0003-0184-9981)

ASESOR:

Mg. Raúl Antonio Pinto Barrantes (ORCID: 0000-0002-9573-0182)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA - PERÚ

2019

Dedicatoria

En memoria a mi hermano William y a mi Padre Lincoln Tacuche

A mis hermanos, hermanas y especialmente a mi Sra. Madre Gloria, gracias a ella, a sus consejos y a su apoyo incondicional puedo lograr muchas cosas, una de ellas y las más importantes fue poder culminar mi carrera universitaria de manera satisfactoria.

Agradecimiento

A menudo es sencillo dar gracias por las cosas buenas que te pasan en cada etapa de la vida, sin embargo, también es importante agradecer a todas aquellas personas que se involucraron por medio de consejos para poder soportar aquellos obstáculos que se nos presentaron a lo largo de nuestra etapa universitaria, y así poder culminar la presente tesis.

Así mismo, mi más sincero agradecimiento a la Universidad César Vallejo, por haberme dado la oportunidad de poder ser parte de esta aventura y por cumplir con estudiar mi carrera propuesta.

Por otro lado agradecer a mi asesor de tesis, Ing. Raúl Antonio Pinto Barrantes, por su experiencia y conocimientos a lo largo de su carrera como Docente e Ingeniero Civil, lo cual sirvió para formular mi investigación.

Por último, agradecer eternamente a mi señora madre, a mis hermanos y cuñados por su apoyo sin esperar nada a cambio, por su ayuda económica, por su ejemplo y su amor incondicional que me permitieron lograr mis metas propuestas.

A todos ellos, mi más sincero agradecimiento.

PÁGINA DEL JURADO



Declaratoria de Autenticidad

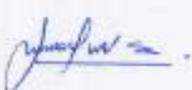
Yo, **TACUCHE PAREDES, Jhosel** estudiante de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo sede Lima Norte, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Informe de Investigación titulado:

"Análisis comparativo del diseño estructural de un edificio de concreto armado (dual) aplicando las normas E.030 2006 y la E.030 2018 Diseño Sismorresistente 2018", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lima 17 de julio de 2019

Apellidos y Nombres del Autor TACUCHE PAREDES, Jhosel	
DNI: 72789354	Firma 
ORCID: 0000-0003-0184-9981	

Presentación

Se presenta la investigación que lleva por título: “Análisis comparativo del diseño estructural de un edificio de concreto armado (dual) aplicando las normas E.030 2006 y la E.030 2018 diseño Sismorresistente, 2019”, con el objetivo de evaluar dos normas de diseño Sismorresistente en estudio para determinar que norma E.030 ofrece mejor diseño estructural en una edificación con sistema dual, en cumplimiento del reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo para obtener el título profesional de Ingeniero Civil. Los resultados obtenidos durante el desarrollo de la investigación implica el gran esfuerzo realizado para poder obtener grandes alegrías, muestras y resultados donde se verificarán que la comparación de las normas arroja una variación en los resultados, siendo la norma E-030 2018 la que tiene mejor desempeño estructural en los análisis realizados mediante el software.

El autor.

ÍNDICE

	Pág.
Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Página del Jurado.....	iv
Declaratoria de autenticidad.....	v
Presentación.....	vi
Índice	vii
Índice de tablas.....	ix
Índice de figuras.....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Realidad problemática.....	4
1.2. Trabajos previos (antecedentes).....	5
1.2.1. Antecedentes Nacionales.....	5
1.2.2. Antecedentes Internacionales.....	9
1.2.3. Artículos Científicos.....	11
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	13
1.4. Formulación del problema.....	29
1.5. Justificación del estudio.....	29
1.6. Hipótesis.....	30
1.7. Objetivo.....	31
II. MÉTODO.....	32
2.1. Método, tipo y diseño de la investigación.....	33
2.2. Matriz y Operacionalización de variables.....	34
2.3. Población, muestra y muestreo.....	36
2.4. Técnicas e instrumentos de datos, validez y confiabilidad.....	37
2.5. Método de análisis de datos.....	38
2.6. Aspectos éticos.....	39

III. RESULTADOS.....	40
3.1. Generalidades.....	41
3.2. Estructuración.....	45
3.3. Modelamiento Estructural del Edificio.....	51
3.4. Análisis Sísmico Estático del Proyecto.....	54
3.5. Análisis Sísmico Dinámico del Proyecto.....	61
3.6. Interpretación de resultados.....	67
CUADRO DE RESUMEN DE COMPARACIÓN DE RESULTADOS.....	71
IV. DISCUSIÓN.....	73
V. CONCLUSIONES.....	76
VI. RECOMENDACIONES.....	79
REFERENCIAS.....	81
ANEXOS.....	90

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1 Comparación de valores para ambas direcciones.....	6
Tabla 2 Valores del factor "Z" - Norma E.030 2006 Y 2018.....	15
Tabla 3 Parámetros de Suelo - Norma E.030 2006.....	17
Tabla 4 Parámetros de Suelo - Norma E.030 2018.....	18
Tabla 5 Periodos "Tp" y "TL" - Norma E.030 2018.....	18
Tabla 6 Factor de uso.....	19
Tabla 7 Matriz de Operacionalización.....	37
Tabla 8 Validez de Instrumento.....	38
Tabla 9 Descripción de altura de pisos.....	42
Tabla 10 Descripción de área techada.....	42
Tabla 11 Elementos Estructurales.....	49
Tabla 12 Peso de la Edificación.....	56
Tabla 13 Distribución de Fuerzas Sísmicas Norma E.030 2006.....	57
Tabla 14 Control de Derivas Eje "X" Norma E.030 2006.....	57
Tabla 15 Control de Derivas Eje "Y" Norma E.030 2006.....	57
Tabla 16 Distribución de Fuerzas Sísmicas Norma E.030 2018.....	60
Tabla 17 Control de Derivas Eje "X" Norma E.030 2018.....	60
Tabla 18 Control de Derivas Eje "Y" Norma E.030 2018.....	61
Tabla 19 Periodo y Frecuencia Norma E.030 2006.....	63
Tabla 20 Control de Derivas Sismo Y Norma E.030 2006.....	63
Tabla 21 Control de Derivas Sismo X Norma E.030 2006.....	64
Tabla 22 Periodo y Frecuencia Norma E.030 2018.....	66
Tabla 23 Control de Derivas Sismo X Norma E.030 2018.....	66
Tabla 24 Control de Derivas Sismo Y Norma E.030 2018.....	67
Tabla 25 Cuadro de resumen de comparación de resultados.....	72

ÍNDICE DE FIGURAS

		Página
Figura 1	Mapa de zonificación - Norma E.030 2006.....	15
Figura 2	Mapa de zonificación - Norma E.030 2018.....	15
Figura 3	Sistema de Pórticos.....	20
Figura 4	Sistema de Muros Estructurales.....	21
Figura 5	Sistema Dual.....	22
Figura 6	Sistema MDL.....	22
Figura 7	Sismos Importantes en el Perú.....	26
Figura 8	Fuerza de Inercia por la vibración.....	27
Figura 9	Relación Carga-Deformación.....	27
Figura 10	Ubicación del Proyecto.....	41
Figura 11	Vista 3D del Proyecto.....	43
Figura 12	Malla del Proyecto.....	48
Figura 13	Definición de la Propiedad del Concreto.....	48
Figura 14	Definición de Losas.....	49
Figura 15	Definición de Vigas.....	50
Figura 16	Definición de Columnas.....	50
Figura 17	Definición de Placas.....	51
Figura 18	Modelación del Proyecto.....	52
Figura 19	Definición de la Carga Muerta.....	53
Figura 20	Definición de la Carga Viva.....	53
Figura 21	Espectro de Diseño Norma E.030 2006.....	62
Figura 22	Espectro de Diseño Norma E.030 2018.....	65
Figura 23	Parámetro de Zonificación.....	67
Figura 24	Categoría de Uso e Importancia.....	68
Figura 25	Coefficiente de Amplificación Sísmica.....	68
Figura 26	Parámetro de Sitio.....	69
Figura 27	Coefficiente de Reducción Sísmica.....	69
Figura 28	Cortante Basal del Edificio.....	70
Figura 29	Desplazamientos X – Y.....	70
Figura 30	Distribución de Fuerzas Sísmicas del Proyecto.....	71

RESUMEN

La presente investigación de tesis tiene por objetivo evaluar y realizar un análisis comparativo de una edificación de 7 pisos con sistema DUAL aplicando la norma E.030 2006 y la Norma E.030 2018 diseño sismorresistente para saber que norma origina mejor diseño estructural. Posteriormente una vez concluido el análisis se realizará un cuadro comparativo de los resultados que obtendremos de los siguientes parámetros: factor zona, factor de amplificación de suelo, coeficiente de amplificación sísmica y coeficiente de reducción sísmica. La metodología a emplear para el desarrollo de la tesis es del tipo cuantitativo, nivel descriptivo y el diseño de investigación no experimental.

Así mismo se podrá comparar mediante los resultados si la constante actualización de la norma E.030, influye de manera positiva o negativa frente a eventos sísmicos, puesto que con la modificaciones hechas a la norma, lo que se quiere es que las edificaciones que se pretendan construir estén dentro del rango de los parámetros establecidos, así de esta manera se tendrá construcciones con un mejor comportamiento estructural frente a distintas sollicitaciones sísmicas. Por lo tanto esta investigación está aplicado a un solo caso que está ubicado dentro de Lima Metropolitana, el presente proyecto tiene por nombre: Creación e Implementación del palacio Municipal de la Juventud en el distrito de Puente Piedra, Lima. El caso en estudio pertenece a la categoría de edificaciones esenciales (A1) para ambas normas.

De esta manera, al término de la investigación y al obtener los resultados del análisis, se percató que la comparación de ambas normas tuvo una variación con respecto a algunos parámetros sísmicos, como es el caso del factor zona y factor suelo, teniendo un 12.50% y un -12.50% respectivamente para cada parámetro, lo cual originó que la cortante basal tenga una disminución de -1.56% en similitud con la norma E.030 2016.

Palabras claves: Comportamiento sísmico, desempeño sísmico, análisis sísmico, parámetros sísmicos, sistema dual.

ABSTRACT

The purpose of this thesis investigation is to evaluate and carry out a comparative analysis of a 7-story building with a DUAL system applying the E.030 2006 standard and the E.030 2018 Norm for earthquake-resistant design to know which standard produces the best structural design. Subsequently, once the analysis is completed, a comparative table will be made of the results that we will obtain from the following parameters: zone factor, soil amplification factor, simic amplification coefficient and seismic reduction coefficient. The methodology to be used for the development of the thesis is of the quantitative type, descriptive level and the design of non-experimental research.

Likewise, it will be possible to compare by means of the results if the constant updating of the E.030 standard, influences positively or negatively in the face of seismic events, since with the modifications made to the standard, what is wanted is that the buildings that they intend to build are within the range of the established parameters, so in this way they will have constructions with a better structural behavior against different seismic stresses. Therefore this investigation is applied to a single case that is located within Metropolitan Lima, the present project has the name: Creation and Implementation of the Municipal Youth Palace in the Puente Piedra district, Lima. The case study belongs to the category of essential buildings (A1) for both standards.

Thus, at the end of the investigation and when obtaining the results of the analysis, it was found that the comparison of both standards had a variation with respect to some seismic parameters, such as the area factor and soil factor, having a 12.50% and -12.50% respectively for each parameter, which caused the basal shear to decrease -1.56%, similar to the E.030 2016 standard.

Keywords: Seismic behavior, seismic performance, seismic analysis, seismic parameters, dual system.

I. INTRODUCCIÓN

I. INTRODUCCIÓN

Desde tiempos inmemorables el país sufre diferentes catástrofes por los diversos desastres naturales, como: terremotos, huacos, tsunamis. Esto se da porque estamos ubicados en una zona altamente sísmica; con el solo hecho de volcar la mente a unos años atrás encontramos el terremoto que sucedió en el año 2007 en el ciudad de Ica, siendo el de mayor magnitud en los últimos años, donde el resultado muy devastador para la población. Es por ello que, aun así, siendo vulnerables a los desastres en el año 1970 se creó la primera norma E.030 diseño sismorresistente, compuesta por códigos de diseño, que incluyen factores, criterios y coeficientes con el fin de dar mayor seguridad al análisis de estructura y por consecuencia se evitan pérdidas de vidas y los colapsos de las edificaciones, reduciendo así la tasa de mortalidad y evitando la falla parcial o total de la estructura, donde estos son considerados como graves en las de acuerdo a lo estipulado en la norma.

El crecimiento que ha tenido la construcción en el Perú se relaciona directamente con la evolución económica que atraviesa el país y la disposición de programas que ayudan en el análisis de los diseños estructurales (softwares), lo que genera diversos desenlaces para la mejora de la infraestructura. Es por ello que en el sector construcción influyen diversos componentes que desarrollan el bienestar de la sociedad, siendo uno de los más importantes la actualización constante de la NTP E.030 sismorresistente en el país.

Teniendo en cuenta lo dicho anteriormente existen aún construcciones realizadas hace décadas y que hasta el día de hoy todavía siguen intactas a pesar de los diferentes niveles de intensidad de los sismos. Se sabe que desde el siglo XXI estas edificaciones soportan un mínimo las fuerzas que interactúan, creando así las fallas estructurales; entonces el propósito de las normas técnicas peruanas y en especial para este proyecto las normas E-030 diseño sismorresistente, es la de servir como guía de análisis sísmico de la edificaciones para que exista el más mínimo de fallas y los colapsos, es por ello que estas normas son modificadas constantemente ya que los sismos son el verdadero laboratorio para recopilar información y emplearlas mediante la norma sísmica.

De este modo, el actual desarrollo de investigación propone examinar y analizar las variaciones que presentan los parámetros y los códigos sísmicos obtenidos del análisis sísmico estructural aplicando la norma E.030 2006 y la Norma E.030 2018 diseño Sismorresistente, esto se dará mediante el modelamiento que se efectuará en el software ETABS 16 que sirve para el modelamiento estructural y que busca analizar del edificio llamado: Palacio de la Juventud, que es un proyecto efectuado con un sistema dual para el beneficio de los que residen en el distrito de Puente Piedra.

Así mismo en el presente trabajo de investigación se desarrollarán las comparaciones, discusiones y recomendaciones de los resultados conseguidos una vez aplicado las normas técnicas de sismo E.030 2006 y E.030 2018, ya que se basa en parámetros que ayudan a las edificaciones a resistir las diversas fuerza que interactúan mediante los fenómenos naturales, para ello tendremos el aporte de un software (ETABS) que ayudará a evaluar la inseguridad sísmica de acuerdo a la categoría de zona y al factor del suelo de cada norma utilizada.

1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA

Somos uno de los tantos países que se encuentran en alerta mundial por el simple hecho de que sufrimos cambios sismológicos por tantas oscilaciones provocadas por la interacción de las placas tectónicas; en los últimos años, las vibraciones constantes de los sismos nos han servido para darnos cuenta que debemos estar mejor preparados en ámbito de la construcción. El país está localizado en una franja o región de frecuentes movimientos sísmicos, de acuerdo a ello constantemente se liberan energías que generan movimientos llamados sismos.

El año 2007, Pisco – Ica, hubo 597 fallecidos, 2291 personas heridas, 434 000 damnificados, y además daños irreparables en establecimientos de primer nivel (postas y centros de salud) así como también hospitales del estado, catedrales y edificaciones importantes. Siendo este, uno de los desastres más devastadores ocurridos en el Perú hasta el día de hoy desde hace muchos años.

Ante este suceso que involucró la muerte de personas, surgieron incógnitas ¿Estamos realmente preparados para un desastre de mayor magnitud?, ¿Tenemos un conocimiento óptimo de lo que es el comportamiento estructural que tiene una edificación frente a una actividad sísmica como la que ocurrió el año 2007? Por estas dudas se realizó un reestudio de la NTP E-030 Sismorresistente para modificar de acuerdo a los daños ocurridos para así brindar mayor seguridad en los factores y coeficientes establecidos anteriormente en la norma donde existía tres tipos de zonas para cada nivel de sismo ocurrido.

Tanta fue la preocupación hacia la interrogante, que a partir de ese desastre se tuvo que incluir un factor de zona más de sismo a las ya conocidas de la NTP E.030, pero también dada la actualización se produjo controversias entre los ingenieros que estaban a cargo de esta actualización de la norma; ya que ahora las edificaciones se calculan sobredimensionadas teniendo como mayor monto de inversión al momento de construir.

Por tanto, la presente investigación tiene por finalidad de realizar una comparación de los resultados entre la norma E.030 2006 y la actual norma E.030 2018 diseño Sismorresistente por medio de un análisis sísmico de una edificación de concreto armado aplicando la herramienta ETABS especializada para el modelamiento y posteriormente

se encargará de analizar estática y dinámicamente insertando los parámetros de cada norma sísmica y de acuerdo al factor de perfil de suelo que posee el terreno en construcción.

1.2. TRABAJOS PREVIOS

Previamente a mi trabajo de investigación se indagó en otras tesis elaboradas a nivel nacional e internacional, ante ello toda la información obtenida de los proyectos de tesis, revistas, artículos indexados que fueron consultados sirvieron como un modelo de desarrollo para mi tesis; ante lo dicho anteriormente presento las tesis relacionadas a mi proyecto que argumentan mi tema de investigación planteada:

1.2.1. ANTECEDENTES NACIONALES

(Leveau, 2017) **Título:** “Análisis comparativo de los parámetros de la nueva y anterior norma E.030 aplicado en un sistema dual - Tarapoto 2017” **Objetivo:** Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero civil, Universidad César Vallejo.

Resultados

Leveau nos menciona en su tesis que adiciona un nuevo factor de zona de la NTP E.030 2016, pero el proyecto en sí se encuentra ubicado en la zona 3 por desarrollarse en la ciudad de Tarapoto, sin embargo el factor que se le otorga incrementa un porcentaje de 16.67% con relación a la NTP E.030 2006.

Una vez culminada el modelamiento sísmico del proyecto, se obtiene que la energía vertical (fuerza) calculada en la base de la NTP E.030 2016 acrecienta un porcentaje de 11.81% en comparación con el resultado conseguido con la NTP E.030 2006. Esto dio que las estructuras se deberán diseñar con mayor seguridad para evitar que los desplazamientos laterales de la edificación aumenten porcentajes más altos de lo permitido.

Nuevamente después de finalizado el análisis de la edificación, percibimos que en la do direcciones lo derivas y movimientos laterales o conocido mayormente como desplazamientos, aumentan en 49.10% y 11.81% respectivamente, a las conclusiones

obtenidos de la norma E.030 2016 en comparación con las conclusiones de la norma antigua E.030 2006.

(Flores y Govea, 2017) **Título:** “Diseño estructural en concreto armado de un edificio de 16 pisos y un sótano aplicando la nueva norma E.030-2016 Diseño Sismorresistente”

Objetivo: Investigación para la obtención del título profesional de Ingeniero civil, Universidad Católica de Santa María.

Resultados

Govea y Flores después de haber analizado la estructura mediante el programa ETABS obtiene por resultado que el peso del edificio es el mismo y no varía para ambos casos, pero donde si encuentra la diferencia es en el resultado de la empuje cortante de la base de la estructura aplicadas según cada norma, por consiguiente después de los resultados elaboró un cuadro donde nos muestra la diferencia de cada caso:

	NTP E.030 - 2016		NTP E.030 - 2003	
	Dirección X-X	Dirección Y-Y	Dirección X-X	Dirección Y-Y
V_{estático}	767.99 Ton	921.53 Ton	780.88 Ton	814.83 Ton
V_{dinámico}	691.43 Ton	840.22 Ton	703.63 Ton	736.49Ton

Tabla 1: Estimaciones conseguidos del análisis estático y dinámico en ambas normas.

Fuente: (Flores y Govea, 2017, p. 184)

Concluimos entonces que:

- ✓ La cortante estática de la base en el eje “x” de la NTP 2016 tiene una disminución de 1.65 % en comparación de la NTP 2003.
- ✓ La cortante estática de la base en el eje “y” de la NTP 2016 tiene una incremento de 11.53 % en comparación de la NTP 2003.
- ✓ La fuerza cortante dinámica de la base en el eje “x” de la NTP 2016 tiene una disminución de 1.73 % en comparación de la NTP 2003.
- ✓ La cortante cortante dinámica de la base en el eje “y” de la NTP 2016 tiene una incremento de 12.35 % en comparación de la NTP 2003.

(Retamozo, 2016) **Título:** “Comparación de las normas E-030 2006 – 2016 en el diseño estructural de un edificio en el distrito de Huancayo” **Objetivo:** Investigación para la obtención del título de Ingeniero civil, Universidad de Huancayo, Peruana los Andes.

Resultados

Finalizamos diciendo que el diseño y análisis estructural que realizó Retamozo a una estructura ubicada en el departamento de Huancayo, aplicando la comparación de las normas E.030 2006 y 2016 contribuye elocuentemente en la resistencia del edificio, 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.

El modelamiento estructural que se aplicó al edificio en relación con la comparación de las normas E.030 2006 y 2016 en el distrito de Huancayo no resulta más económico para la E.030 2016, siendo 16.1% más costoso que la E.030 2006, 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.

(León y Gutiérrez, 2018) **Título:** “Comparación estructural y económica de edificio de 7 pisos ante cambio de la norma E.030 diseño Sismorresistente” **Objetivo:** Investigación para la obtención del título de Ingeniero, Universidad Católica del Perú.

Resultados

Previo al análisis del edificio se procedió al metrado de toda la estructura, esto incluye cada uno de los elementos que conforma la edificación, entonces al concluir se obtuvo un acrecentamiento en el costo del concreto en la actividad de zapatas siendo un total de s/. 26 599 soles en comparación con los resultados obtenidos con la norma anterior.

Así mismo el costo absoluto de la estructura analizada tuvo un acrecentamiento en dinero, con un valor de s/ 61 295 soles y al representarlo en porcentajes apreciamos que tiene un incremento de 5.7 % del costo absoluto de la obra habiendo realizado el análisis con la norma E.030 2003 cuya descripción del edificio está dada por 7 pisos y está constituido por muros portantes en ambas direcciones para el estudio.

(Martel, 2004) **Título:** “Comparación de la respuesta sísmica de edificaciones escolares diseñadas con las normas sismorresistentes de 1997 y 1977. (Afectados por el sismo del 23 de junio del 2001, región sur – Arequipa)” **Objetivo:** Investigación para la obtención del título de Ingeniero civil, UNI.

Resultados

Según los cálculos obtenidos que realizamos tenemos, que existe una gran diferencia de la respuesta esperada para los centros educativos modulados; construidos y diseñados con la N-97 en comparación con los construidos y diseñados con la N-77, esta se mejoró con la dirección del eje X al reducirse las distorsiones esperadas a 40% en el segundo nivel y 36% en primer nivel, esto es debido al incremento de la rigidez en esta dirección al usar muros de concreto armado, aumentando su rigidez.

Económicamente se tiene que, es más costoso reparar los módulos 780 N-77, para un sismo similar a lo sucedido en el mes de junio en el departamento de Arequipa, que el construir un módulo 780 N-97, con el cual no se incurre en gastos de reparación.

Este incremento es dado en los análisis de costos, pero los centros educativos diseñados y construidos aplicando la N-77 incurrieron en costo de reparación y funcionalidad post sismo, los cuales se tuvieron después de la ocurrencia del sismo del 23 de Junio del 2001, el centro educativo Chucarapi (todo el complejo educativo) tuvo un gasto de \$ 97,407.93 dólares (dólares + inflación), de los cuales \$ 28,346.60 fueron destinados a la reparación del módulo 780 N-77, este representaría un incremento equivalente del 40% al módulo original, solo la reparación.

1.2.2. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

(Málaga, 2015) **Título:** “Estudio comparativo de distintas normas internacionales respecto a la aplicación de los espectros sísmicos de respuesta” **Objetivo:** Investigación de tesis para obtener el master oficial en Ingeniería civil aplicado a estructuras, cimentaciones y materiales, Universidad Politécnica de Madrid.

Resultados

Málaga desarrolla su proyecto de tesis para hacer un estudio de comparación de 4 normas de distintos países, en este caso tomó como ejemplos de estudio las normas de sismos de Costa Rica, Argelia, Perú y España. Tal es el análisis que al término de su proyecto concluye diciendo que los resultados obtenidos más desfavorables es el de la norma de Costa Rica y completados por las 3 normas restantes, respectivamente.

Así mismo nos dice que la norma española no tiene resultado tan relevantes como la costarricense, pero la NTP E.030 es más completo en líneas generales por el simple hecho de que la población debe regirse a los parámetros de la norma para poder realizar un análisis óptimo de la estructura, aunque si se habla de complejidad por sus parámetros, códigos se concluye que la norma de sismo argelina es la más difícil de analizar.

En definitiva una vez obtenido los resultados del espectro sísmico de la norma costarricense es el que tiene mayor grado de vulnerabilidad, ya que en balance con las demás normas de sismo la reducción que posee es mucho más pequeño y por consecuente tendrá un costo más elevado. El puente estudiado en este trabajo tiene un comportamiento relativamente dúctil. Una estructura más rígida tendrá modos con periodos de vibración más bajos incluyendo los modos principales (con más porcentaje de participación de masa). Esto implica que las aceleraciones se tomarán en la zona de la meseta del espectro donde es más penalizador.

(Campaña, 2015) **Título:** “Análisis comparativo de los sistemas estructurales: Aporticado y muros portantes, edificio de 10 pisos en Quito” **Objetivo:** Investigación para la obtención al título profesional de ingeniero civil, Universidad Central de Ecuador.

Resultados

Campaña realiza un análisis comparativo de dos diferentes de sistemas de concreto armado, como lo son los sistemas aporticados y el de muros estructurales, lo que consigue en su tesis es que el sistema de muros estructurales resulta mucho más relevante que el sistema de pórticos, debido a que en el primer caso presenta valores de la cortante en la base sea estático o dinámico mucho más elevados a comparación del sistema aporticado, se dice que la estructura que posee mayor peso es la que sufrirá mayores daños por lo movimientos sísmicos por el simple hecho que los muros tienen un peso mayor a los otros sistemas.

En la estructura de muros, partimos colocando muros portantes en las paredes según la distribución original de espacios en los departamento, pero luego de que se realizaron muchos corridas del programa con diferentes posiciones de los muros no se logró que el edificio pase los requisitos de la NEC15, ya que solo cumplió las derivas máximas pero no se logró que el edificio cumpla con que los modos de vibración uno y dos sean traslacionales, por lo que se tuvo que volver a realizar el edificio con muros portantes, pero esta vez partimos de otro tipo de distribución de las paredes, 110 lo cual afectó en un pequeño porcentaje a la distribución original de algunas paredes de los departamentos, por lo que se tendrá que rediseñar esos espacios, con esta nueva distribución se logra conseguir que el edificio cumpla con las normas ecuatorianas NEC 15 tanto en las derivas en los ejes y en los modos de vibración analizados.

(Jaramillo y Rocha, 2013) **Título:** “Comparación entre la Norma Ecuatoriana de la construcción 2011 y la Norma American Society of Civil Engineers 07-10 para diseño Sismo-resistente: Corte Basal” **Objetivo:** Investigación para la obtención al título profesional de ingeniero civil, Pontificia Universidad Católica de Ecuador.

Resultados

Al realizar el análisis estático de todas las estructuras en la gran mayoría, los valores de la corte basal para el tipo Pórtico especial a momento de hormigón, fueron más altos los obtenidos con la norma ecuatoriana que con la norma americana; esto se debe a la diferencia de los valores de R. En cambio en el sistema dual de Hormigón y Pórtico

especial arriostrado de acero, los resultados de corte basal fueron mayores en la Norma ASCE 07-10 en comparación con los obtenidos en la NEC – 11.

Al escoger el análisis de Respuesta Modal, la Norma americana permite obtener el valor de S_a a partir de la ecuación para el rango $0 < T \leq T_o$ de la curva del espectro de respuesta modal, en cambio la Norma ecuatoriana únicamente especifica el uso de la ecuación para el rango $0 < T \leq T_o$ “solo para modos de vibración distintos al fundamental.

1.2.3. ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

(Ozmen, Inel y Meral, 2014) **Título:** “Evaluation of the main parameters affecting seismic performance of the RC buildings”. Indian Academy of Sciences.

Resultados

Las especificaciones de los códigos modernos mejoran el comportamiento sísmico para el rendimiento objetivo. La Evaluación estadística de todos los edificios por código pre-moderno y aquellos por moderno, el código muestra que la mejora del rendimiento en todas las cargas sísmicas consideradas es obvio y significativo, solo el 23% de los edificios según el código pre-moderno satisface el rendimiento de IO objetivo mientras que esta proporción es del 52% para los edificios según el código moderno.

Los edificios de pisos bajos tienen un mejor rendimiento sísmico en comparación con los edificios de mediana altura. Los índices de edificios que cumplen con el objetivo de rendimiento de IO son 84%, 19% y 9% para 2-, 4-y edificios de 7 pisos, respectivamente, que indican la disminución en el rendimiento como el número aumenta la historia. Del mismo modo, el objetivo de rendimiento de LS se cumple en 97%, 62% y 88% de edificios de 2, 4 y 7 pisos, respectivamente. Estos números son 91%, 44% y 56% en CP. Objetivo para edificios de 2, 4 y 7 pisos, respectivamente.

(Salgado *et all*, 2010) **Título:** “Evaluación de la amenaza sísmica de Colombia. Actualización y uso en las nuevas normas colombianas de diseño sismorresistente NSR-10”. Revista de Ingeniería, Universidad de los Andes Colombia.

Resultados

Los resultados del estudio de amenaza se han integrado a las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente (NSR-10) mediante la determinación de los valores Aa, Av, Ae, Ad adoptados por dicha normativa y la adopción de los mapas nacionales oficiales de zonificación sísmica.

La metodología utilizada permite obtener espectros de amenaza uniforme que son de especial beneficio para una evaluación consistente dentro de estructuras y edificaciones con diferentes períodos de vibración. Los resultados encontrados en el presente estudio son a nivel de roca firme, los cuales sirven como dato de entrada para estudios detallados de microzonificación sísmica o estudios de sitio para edificaciones en las cuales se desea un análisis más

(Ugel y Herrera, 2015) **Título:** “Comportamiento sismo-resistente de tres edificios de mediana altura proyectados según las normas venezolanas”. Artículo de Investigación, Revista Gaceta Técnica, Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado.

Resultados

Los modelos estructurales cumplieron todos los requerimientos normativos vigentes en los códigos venezolanos. El método de análisis normativo utilizado considera condiciones modales y espectrales que simulan el efecto sísmico sobre las edificaciones. Sin embargo, el análisis de empuje incremental adaptativo, y los análisis dinámicos generan resultados que evidencian la necesidad de evaluar en forma rigurosa y detallada los desplazamientos laterales horizontales, puesto que este parámetro es fundamental en la determinación del daño y el desempeño sismo-resistente, sea usando las norma venezolana o comparando con criterios internacionales como el VISION 2000.

En las derivas de entrepiso se evidenció la importancia de verificar las derivas locales (entrepiso) puesto que su análisis permite estimar los niveles más propensos a sobrepasar los *Estados Límite* previstos; bajas deformaciones en ciertos pisos podrían compensar deformaciones excesivas en otros, obteniendo valores globales por debajo del rango límite, pero aun así alcanzando el colapso de la estructura. Las mayores derivas locales estuvieron consistentemente entre los niveles 2 y 3, o los niveles 6 y 7, lo que concuerda con lo concluido por [35] y [36] quienes afirmaron que en edificios de baja y mediana

altura, los niveles superiores generalmente tienen su máximo desplazamiento en el rango elástico de respuesta, mientras que existe una alta concentración de inelasticidad en los niveles bajos, pero en edificios altos la influencia de los modos superiores de vibración puede dar lugar a derivas en los niveles superiores mucho mayores que en los inferiores.

1.3. TEORÍAS RELACIONADOS AL TEMA (DEFINICIONES)

1.3.1. NTP E.030 DISEÑO SISMO-RESISTENTE

1.3.1.1. Alcance

Esta norma peruana está creada para establecer códigos y parámetros para el diseño y análisis de las edificaciones que se pretendan realizar en el país.

Se diseñan los edificios para que frente a un gran evento sísmico no sufran colapsos, lo cual significa que se debería construir con los códigos y parámetros que están establecidos en dicha norma. La E.030 de diseño obliga que las construcciones que servirán de albergue frente a un desastre natural estén construidas de manera estable y segura a los sismos que ocurren frecuentemente en el país.

1.3.1.2. Ámbito de Aplicación

Para el RNE (2018), “la Norma de sismo E.030 Diseño sismorresistente se usa para el diseño de todo tipo de edificaciones recientes que se puedan analizar, así como también para el reforzamiento y reparación de las estructuras existentes que han sufrido daños por los movimientos de los sismos” (p. 8).

Esta Norma fue desarrollada para la aplicación a todo tipo de edificaciones que se procure construir, así como también es de gran influencia para las edificaciones que sufren constantes cambios negativos en la estructura, lo cual se aplica para el reforzamiento y/o reparación de los daños que sufren con los desastres naturales, específicamente los sismos. Se tendrá que priorizar los parámetros que establece la norma para que posteriormente las construcciones en un lapso corto de tiempo no sufran daños superficiales o colapsos que requerirán un mayor monto de inversión para poder repararlas o reconstruirlas.

1.3.1.3. Consideraciones Generales

El sector construcción genera mucha demanda laboral y por consecuencia la economía crece con el pasar de los años, por ende las edificaciones deben estar construidas de acuerdo a lo establecido en la NTP E.030 de diseño sismorresistente. Toda edificación debe ser diseñada tomando como fuente de respaldo cada código de diseño que permita a las edificaciones resistir con normalidad las sollicitaciones sísmicas descritas en la norma.

Nuestro país por geografía está ubicada en una zona donde constantemente ocurren movimientos sísmicos que son transportados mediante ondas tectónicas, la norma establece condiciones mínimas que previene de una u otra manera los desastres que generan estos sismos.

El principal motivo por el que se crean estas normas es por la cantidad de sucesos negativos que se tuvieron como resultado por la acción de los sismos, en donde el principal objetivo es de evitar pérdidas humanas, disminuir de alguna u otra forma los desastres que generan a la sociedad y prevenir el colapso de las construcciones.

De esta manera SENCICO, nos menciona respecto a la norma E.030 de diseño:

Cada tipo de edificio, sea el sistema que poseen y cada uno de sus elementos deben ser diseñados y construidos para soportar las fuerzas horizontales provocadas por la acción de los sismos que estén acorde con lo estipulado en esta norma.

En relación con lo establecido en el artículo 3 de la norma, nos menciona que está permitido que los edificios sufran algunas incursiones inelásticas frente a movimientos severos provocados por las sollicitaciones sísmicas. Es así que las fuerzas sísmicas de diseño son una pequeña fracción de las sollicitaciones sísmicas máximas elásticas (2018, p. 8).

1.3.1.4. Zonificación

Esta norma se dice que es una regla que pretende regular la conducta humana en la sociedad para el bienestar del país frente a las edificaciones que se tienen en mente realizar, es por ello que la norma sufre cambios permanentes en función a eventos sísmicos que ocurren constantemente en el país.

De acuerdo a las constantes actualizaciones de la norma E.030; podemos observar la reforma del factor zona (zonificación) en la NTP sísmica E.030 2018 con relación a la Norma sísmica E.030 2006, se observa en las siguientes imágenes 1 y 2.



Figura 1: Zonificación NTP E.030 2006.
Fuente: EL PERUANO, 2006. p. 1.

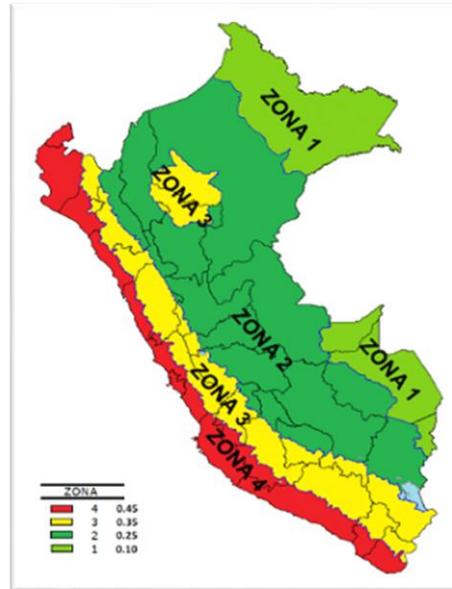


Figura 2: Zonificación NTP E.030-2018.
Fuente: EL PERUANO, 2018. p. 10.

En consecuencia a la actualización de la norma, la división de la región se da en distintas zonas (4 tipos) como se observa en la figura 1 y 2, obteniendo que; para cada tipo de zonificación se le añade un factor z, lo cual este factor está en relación con el factor de cada tipo de zona y según la norma se representa como la Aceleración del Terreno (**Z**), que con los años tiene una eventualidad de incremento del 10%, se puede apreciar en la siguiente información:

Tabla 2: Valores factor “Z”

FACTOR DE ZONA Z		
ZONA	Z	
	NTP E.030 2006	NTP E.030 2018
4		.45
3	.40	.35
2	.30	.25
1	.15	.10

Fuente: Elaboración propia

Este proyecto por tratarse de la realización de la comparación del análisis de la estructura que se encuentra localizada en la ciudad de Lima, se utilizará la zona 3 y 4 respectivamente de cada norma E.030, por lo que cada valor correspondiente a cada zona es de $Z=0.30$ y $Z=0.45$.

“La NTP propone una zonificación basada en la repartición espacial de la intensidad del sismo que se pueda presentar en las diferentes zonas establecida por la norma de diseño sismorresistente, así como también las distintas tipologías generales de las oscilaciones sísmicas” (RNE E.030, 2016, p. 10).

1.3.1.5. Condiciones geotécnicas

Perfiles de Suelo

De acuerdo a la NTP el factor de amplificación del suelo se dividen en 4 tipos, de acuerdo a varios parámetros establecidos por el comité que está a cargo de las actualizaciones y a las propiedades que determinarán que tipo de suelo se utilizará para un análisis de la estructuras. El profesional tendrá que evaluar cada estructura para saber qué tipo de perfil será la más adecuada q aplicar para un análisis profundo y beneficioso, así tendremos por resultados un proyecto acorde con la Norma

Según la NTP E.030 la clasificación de los suelos que se aprecian son: (2006, p. 11):

a. Perfil tipo S1: Roca o suelos muy rígidos. A este tipo corresponden las rocas y los suelos muy rígidos con velocidades de propagación de onda de corte similar al de una roca, en los que el período fundamental para vibraciones de baja amplitud no excede de 0,25 s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- Roca sana o parcialmente alterada, con una resistencia a la compresión no confinada mayor o igual que 500 kPa (5 kg/cm²).
- Grava arenosa densa.
- Estrato de no más de 20 m de material cohesivo muy rígido, con una resistencia al corte en condiciones no drenadas superior a 100 kPa (1 kg/cm²), sobre roca u otro material con velocidad de onda de corte similar al de una roca.
- Estrato de no más de 20 m de arena muy densa con $N > 30$, sobre roca u otro material con velocidad de onda de corte similar al de una roca.

b. Perfil tipo S2: Suelos intermedios. Se clasifican como de este tipo los sitios con características intermedias entre las indicadas para los perfiles S1 y S3.

c. Perfil tipo S3: Suelos flexibles o con estratos de gran espesor. Corresponden a este tipo los suelos flexibles o estratos de gran espesor en los que el período fundamental, para vibraciones de baja amplitud, es mayor que 0,6 s.

d. Perfil Tipo S4: Condiciones excepcionales. A este tipo corresponden los suelos excepcionalmente flexibles y los sitios donde las condiciones geológicas y/o topográficas son particularmente desfavorables.

En los datos de la tabla 3 se resume los valores de los tipos de suelo mediante la NTP E.030 sismorresistente 2006.

Tabla 3: *Parámetros para cada tipo de suelo*

PARÁMETROS FACTOR SUELO “S” NTP-2006							
Tipo de Suelo							
S 1		S 2		S 3		S4	
T p	S	T p	S	T p	S	T p	S
0.40	1.00	0.60	1.20	0.90	1.40	*	*

Fuente: Elaboración propia.

(*) Para asumir el valor de Tp y S, será de acuerdo al resultado del EMS que se efectuó o en casos extremos será establecido por el especialista a cargo, pero no deberá ser menor a tipo de suelo S3.

Según la NT E.030 la clasificación de los suelos que se aprecian son: (2018, p. 2):

a. Perfil Tipo S₀: Roca Dura: A este tipo corresponden las rocas sanas con velocidad de propagación de ondas de corte Vs mayor que 1500 m/s

b. Perfil Tipo S₁: Roca o Suelos muy Rígidos: A este tipo corresponden las rocas con diferentes grados de fracturación, de macizos homogéneos y los suelos muy rígidos con velocidades de propagación de onda de corte Vs, entre 500 m/s y 1500 m/s.

c. Perfil de tipo S₂: Suelos Intermedios: A este tipo corresponden los suelos medianamente rígidos, con velocidades de propagación de onda de corte Vs, entre 180 m/s y 500 m/s.

d. Perfil de Tipo S₃: Suelos Blandos: Corresponden a este tipo los suelos flexibles con velocidades de propagación de onda de corte Vs, menor o igual a 180 m/s.

e. Perfil Tipo S₄: Condiciones Excepcionales: A este tipo corresponden los suelos excepcionalmente flexibles y los sitios donde las condiciones geológicas y/o topográficas son particularmente desfavorables, en los cuales se requiere efectuar un estudio específico para el sitio.

La NTP de sismo 2018 nos menciona que para cada zona se deberá considerar un factor de suelo pero será dependiendo del tipo de suelo a utilizar y así como también los periodos “Tp” y “TL” de acuerdo a cada tipo de suelo como se manifiesta en las siguientes tablas 4 y 5:

Las Tablas 4 y 5: Se resume los valores para los diferentes perfiles de suelo, así mismo los valores para “Tp” y “TL”, mencionado anteriormente en la Norma E.030 sismorresistente 2018.

FACTOR DE SUELO "S"				
ZONA	SUELO			
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
Z ₄	0.80	1.00	1.05	1.10
Z ₃	0.80	1.00	1.15	1.20
Z ₂	0.80	1.00	1.20	1.40
Z ₁	0.80	1.00	1.60	2.00

PERIODOS "Tp" y "TL"				
	Perfil de Suelo			
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
T _p	0.30	0.40	0.60	1.00
T _L	3.00	2.50	2.00	1.60

Tabla 4: Los parámetros para cada suelo
Fuente: NTP E.030, 2018, p. 14.

Tabla 5: Los periodos Tp y TL
Fuente: NTP E.030, 2018, p. 14

1.3.1.6. Factor Amplificación Sísmica (C)

“El factor de amplificación sísmica está dado por los siguientes términos, ellos están acorde con los periodos y el perfil de suelo” (Norma de Sismo E.030, 2018).

$$\begin{aligned}
 T < T_p & \quad C = 2.5 \\
 T_p < T < T_L & \quad C = 2.5 \cdot (T_p/T) \\
 T > T_L & \quad C = 2.5 \cdot (T_p \cdot T_L / T^2)
 \end{aligned}$$

T es el período y se expresa como el factor de amplificación de la aceleración estructural en relación al terreno (NTE E0.30, 2018).

1.3.1.7. Factor de uso e importancia (U)

“Cada cierto tiempo se actualiza la norma de diseño de sismo, se modifica o se actualizan los parámetros que se han estudiado para una mejor análisis, es por ello que esta hace mención que cada estructura que se requiera analizar y construir deber regirse al factor de uso e importancia que poseerá la edificación. La Norma dispone 4 categorías donde se pudiesen encontrar las diferentes edificaciones que se diseñen en un futuro cercano” (León, 2013, p.11).

La norma está compuesta por varios parámetros importantes para que un análisis del edificio sea aceptable antes de que sea construido, esto nos sirve como argumento de lo que estamos realizando, es por ello que el factor de uso o importancia es primordial tenerlo siempre presente porque estará enfocado con el tipo de edificación que se ha planteado; para esto la Norma establece 4 tipos de categorías, donde cada uno tiene un porcentaje que minimiza las solicitaciones sísmicas.

La tesis se ubica en la categoría A, con factor de Uso U=1.5. Se puede apreciar:

Tabla N° 5 CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR "U"		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A Edificaciones Esenciales	A1: Establecimientos del sector salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.	Ver nota 1
	A2: Edificaciones esenciales para el manejo de las emergencias, el funcionamiento del gobierno y en general aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. Se incluyen las siguientes edificaciones: <ul style="list-style-type: none"> - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. - Puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias de pasajeros, sistemas masivos de transporte, locales municipales, centrales de comunicaciones. - Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. - Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. - Instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. - Edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. - Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado. 	1,5
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de buses de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas. También se consideran depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	1,3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1,0
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2

Tabla 6: Factor de uso e importancia.

Fuente: E.030 Diseño Sismorresistente, 2018, P. 16.

1.3.1.8. Sistemas Estructurales para cargas sísmicas

Estructuras de Concreto Armado

Al iniciar la etapa de pre dimensionamiento y estructuración se seleccionan los elementos estructurales, estos son los que conformaran dicha estructura como lo son: el sistema estructural, las dimensiones iniciales de cada elemento de la edificación que serán los más relevantes. Estas mismas soportarán los efectos de viento, de sismo, cargas vivas y muertas que posteriormente serán transmitidas al suelo, así el edificio tendrá un mejor desempeño frente a estos movimientos.

El sistema estructural tiene por finalidad de demostrar los distintos sistemas más empleados en el rubro de la construcción:

a) Sistema de pórticos

La mayor presión de las cargas la resisten las columnas de los pórticos, es por eso que las edificaciones se diseñan para que mínimo resistan el 80% del total de la fuerza de sismo (cortante) que ejerce en la edificación.

Es una estructura flexible que está conformada por las vigas y las columnas adheridos a través de los nodos, esto permitirá las transferencias de las cargas axiales, los momentos flectores y serán repartidas en cada columna. Este sistema tiene la capacidad de minimizar enormes masas de energía, esto se da por la gran ductilidad que posee cada uno de sus elementos que la componen, es por ello que los elementos estructurales no sufren tanto daño. Las columnas son analizadas para resistir un mayor porcentaje de deformación que recibirá al momento de cada fuerza dada en comparación con las vigas.

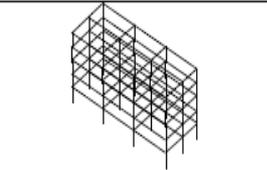
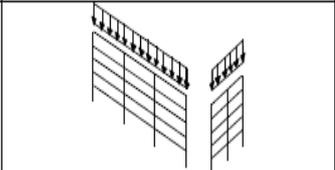
SISTEMAS ESTRUCTURALES DE RESISTENCIA SISMICA		
SISTEMA	CARGAS VERTICALES	FUERZAS HORIZONTALES
PORTICO		

Figura 3: Sistema de pórticos.

Fuente: NSR-10

b) Sistema de Muros estructurales

Está conformada por muros o placas diseñadas para resistir un mínimo del 70% del total de la fuerza transmitida en la base de la estructura.

La estructura es muy fácil de diseñar y ejecutar, por lo que el costo de construcción es reducido a diferencia de los pórticos. Siendo una estructura liviana que brinda una enorme resistencia a todos los esfuerzos verticales que puedan presentarse, por ende los daños que son ocasionados serán de menor consideración, lo cual no descarta que la estructura casi siempre estará expuesta grandes sollicitaciones sísmicas.

Es el arreglo entre las placas horizontales, losas y las placas verticales, cada uno de estos elementos trabajan como si fuesen muros que soportarán grandes cargas. Es uno de los sistemas conocidos que posee una solidez a las fuerzas laterales, ahora, si se da de una forma asimétrica dará un comportamiento inadecuado que por consecuencia habrá una posibilidad de colapso.

En el gráfico se puede notar la postura que tiene este sistema estructural de acuerdo a las fuerzas aplicadas:

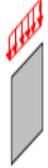
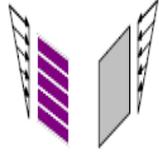
SISTEMAS ESTRUCTURALES DE RESISTENCIA SISMICA		
SISTEMA	CARGAS VERTICALES	FUERZAS HORIZONTALES
MUROS DE CARGA		

Figura 4: Sistema de muros estructurales.

Fuente: NSR-10

c) Sistema Dual

La resistencia requerida para este tipo de estructura (pórticos y muros) debe ser la necesaria y que se pueda diseñar en óptimas condiciones, la NTP E.030 determina que la resistencia permitida de las placas debe ser mayor al 20% y menor del 70% de la cortante transmitida en la base de la edificación.

Este tipo de sistema está dado por un columnas, vigas (pórticos) y placas que resisten los momentos que actúan en él, es conocido también como un sistema combinado de muros estructurales o placas de corte. La Norma nos dice, para que se defina como un sistema del tipo dual, este debe estar compuesta por varios requisitos indispensables. Es un sistema muy común y es muy utilizado por lo que las placas resisten las fuerzas laterales.

Es un sistema con mayor rigidez y resistencia en comparación con el sistema de pórticos, ya que resulta mucho más óptimo ya que soporta las constantes cargas verticales ocasionadas por el sismo.

En el gráfico se puede notar la postura que tiene este sistema Dual:

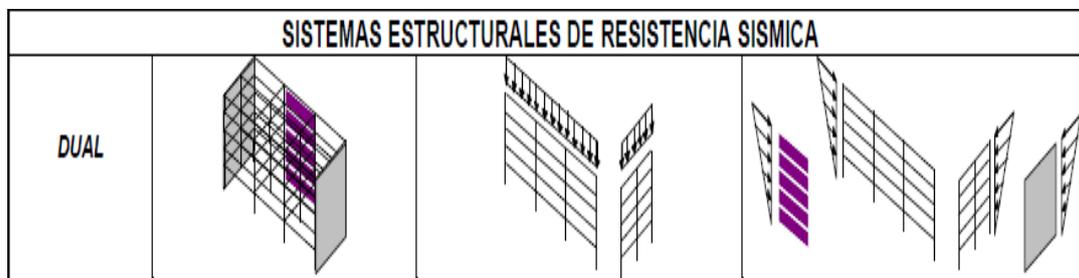


Figura 5: Sistema Dual.
Fuente: NSR-10

d) Sistema de Muro de Ductilidad Limitada

Un sistema de muro dúctil es la capacidad que tiene un elemento, un material o incluso un sistema estructural como lo es un edificio para deformarse sin romperse, esto se da gracias a que todo el elemento estructural está conformado por elementos dúctiles.

Este sistema se caracteriza por muros de espesores reducidos, lo cual resiste las sollicitaciones sísmicas y las cargas de gravedad.

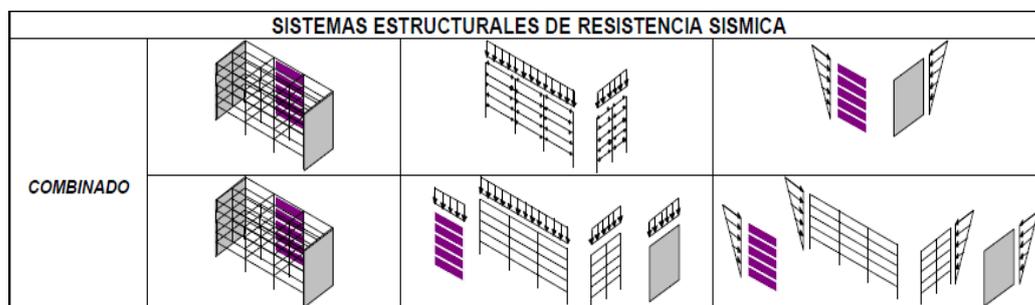


Figura 6: Sistema de Muro de Ductilidad Limitada.
Fuente: NSR-10

1.3.1.9. Análisis estructural

Consideraciones Generales para el Análisis

“Para estructuras regulares, el análisis puede hacerse considerando que el total de la fuerza sísmica actúa independientemente en dos direcciones ortogonales predominantes. Las solicitaciones sísmicas verticales se consideran 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” (NTP E.030, 2018, p. 28).

1.3.1.10. Modelos para el Análisis

Los objetivos de la norma de sismos, el esqueleto conformado por armaduras de concreto y armaduras de albañilería necesariamente deben ser estudiados teniendo en cuenta las fuerzas de inercia de todas las secciones que fueron dimensionadas, pero excluyendo el esfuerzo y fisuración que fuera tener los elementos.

Para todo tipo de estructura que generalmente se merezca que los sistemas de cada nivel actúen como diafragmas rígidos, para ellos se puede utilizar un análisis de masas agrupadas conjunto con los grados de libertad que se tiendan a elaborar. Tal es el caso que para un modelo de análisis se requieren tener todas las características y parámetros que conforman un grupo adecuado para poder realizar que la estructura funcione de manera segura ante las vibraciones sísmicas que se puedan desarrollar durante su etapa útil. Se sabe que el sismo se propaga por ondas superficiales haciendo que la estructura tenga desplazamientos y que de una u otra manera generará que la edificación tenga algún tipo de comportamiento frente a estos desastres.

1.3.1.11. Procedimiento del Análisis

Para el desarrollo del análisis se utiliza uno de estos casos siguientes, dependiendo de lo que se requiera obtener como resultado.

- El Análisis Estático y Dinámico de la estructura en estudio

1.3.1.12. Cimentaciones

Capacidad Portante

Capacidad portante del suelo se denomina a la máxima presión que va a soportar el suelo con la carga de gravedad que ejercerá la edificación entre la cimentación y el suelo, tal que no produzca ni desarrolle un fallo que perjudique a la estructura. Durante el estudio de suelos se realiza considerando los movimientos provocados por los sismos y así se determina la capacidad portante que soportará el suelo de la estructura.

Momento de Volteo

Es un momento externo que se da por una fuerza lateral provocado por el viento o por el sismo haciendo que la estructura pierda el equilibrio ganado una vez terminada la construcción. Esto se desarrolla en el inicio de la base de toda edificación por lo que si se requiere construir una edificación se deberá hacer un buen análisis de la estructura y en acorde con la cimentación para que este soporte los momentos de volteo que son generados por las sollicitaciones sísmicas.

1.3.1.13. Fallas más comunes en las edificaciones

La estructura tiene como una única y sola misión que es la de proteger y resistir las fuerzas sometidas por diferentes tipos de movimientos sísmicos post construcción. Del mismo modo las estructuras deben soportar el peso de todas las cargas actuantes así como también las fuerzas de viento, para ello se deben diseñar teniendo en cuenta los esfuerzos y deformaciones que puedan llegar a suceder por los diferentes ataques ya antes mencionados.

De acuerdo al tipo de falla que se presenta en una estructura (Martel, 2004, p. 7) define:

Efecto de columna corta

Esencialmente se da por un tema específico, que es cuando le quitamos o restringimos parcialmente el desplazamiento lateral de la columna con respecto a una sollicitación sísmica en algún momento determinado. Para cada falla siempre hay una solución por

más imposible que parezca, en este caso es el de dejar una separación que sirve como una junta de dilatación para cada columna con muro.

Confinamiento (Estribos o aros) deficiente en columnas:

Este tipo de falla generalmente sucede por el pandeo que suele tener el acero a lo largo del eje, por lo general se da junto a la unión de las columnas con las vigas, son elementos importantes que asumen de dar seguridad a la estructura.

Excentricidad y torsión

Es un parámetro que determina la desviación parcial o total que sufre una sección, elemento o estructura en el centro de rigidez justo al momento de sufrir algún movimiento sísmico y soportar cargas verticales u horizontales y así como también momentos torsionales, provocando fallas y causando daños a la estructura.

1.3.1.14. Los parámetros Urbanísticos más comunes

Según El peruano (2007, p. 7) nos dice en la ley de habilitaciones urbanas N. 29090, nos menciona que:

“Este Certificado es un tipo de documento donde está compuesto por varios parámetros de diseño que las municipalidades de Lima, provincias o departamentos otorgan a la autoridades o a la sociedad que cuentan con un predio urbano para realizar algún tipo de edificación. Estos documentos sirven para la obtención eficaz de terrenos libres para una futura inversión que se plantea realizar”.

Estos aspectos son los siguientes a seguir para obtener un proceso más sencillo para realizar una edificación:

- a) Zonificación.
- b) Usos de los suelos permisibles y compatibles.
- c) Coeficientes máximos y mínimos de edificación.
- d) Porcentaje mínimo de área libre.
- e) Altura máxima y mínima de edificación expresada en metros.
- f) Área de lote normativo.
- g) Densidad neta expresada en habitantes por hectárea.
- h) Exigencias de estacionamientos para cada uno de los usos permitidos.

1.3.2. GENERACIÓN DE LOS SISMOS

los sismos son movimientos bruscos provocados por la interacción de dos placas ubicadas a profundidad de la corteza terrestre, este lugar llamado foco o hipocentro es en donde se produce el movimiento inicial generado por factores naturales o artificiales, tales como: la actividad volcánica, por movimiento tectónicos, explosiones.

En muchos casos la presión generada por el sismo en la corteza al interior de la tierra llegan al punto de ser mucho más fuertes que vencen el roce que está en contacto continuo con los filos de cada placa, al suceder esta fricción originan enormes cantidades de energía que son liberadas por medio de ondas superficiales de sismo que a la vez estas son propagadas por la superficie de la corteza terrestre.

	Lima 1746	Arica 1868	Lima 1974	Arequipa 2001	Pisco 2007
Magnitud Ms	8,1	8,2	7,9	8,2	7,9
Intensidad Máxima (MM)	X-XI	XI	VIII - IX	VIII	VII
Altura de la ola Tsunami (m)	15-20	20	1,6	-	-

Figura 7: Los sismos más relevantes en el país.
Fuente: IGP.

1.3.2.1. Efectos sísmicos en las construcciones

Los efectos que puedan tener los sismos en una edificación son muy devastadoras, es por ello que algunas de las medidas que se puedan tomar siempre van a ser de gran ayuda para que las construcciones se comporten de una manera segura frente a estas solicitaciones sísmicas que se desarrollan con frecuencia en el país, para lograrlo que sea así se debe contar con normas de diseño de sismo, reglamentos de construcción que sean óptimos para un buen análisis de cada estructura. Siguiendo este proceso y aplicado de manera correcta se evitará la estructura colapse y las vidas humanas estén protegidas en porcentaje favorable para la sociedad.

El movimiento producido por el sismo afecta de manera considerable a la base de las edificaciones por medio del terreno, la dirección del suelo es la misma de del sismo, se sabe que el peso y la masa que posee el edificio contradice a efectuar el mismo movimiento que genera algunas fuerzas que ponen en peligro la armadura, se puede observar en la imagen:

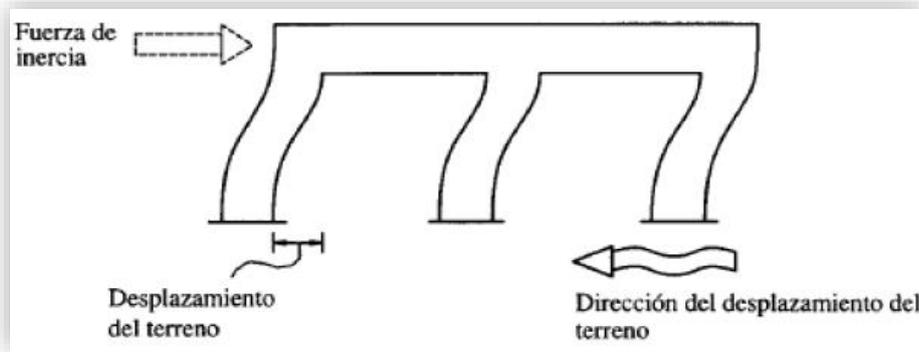


Figura 8: Desplazamiento de la estructura dado la fuerza de inercia.
Fuente: Tesis de Bazán & Meli, 2004

En muchos casos lo principales elementos estructurales de todo el sistema resultan muy dañadas una vez concluido el movimiento sísmico, es así que el comportamiento positivo que pueda tener la estructura muchas veces es gracias al amortiguamiento que posee esta edificación en el momento de sufrir alguna deformación. Se sabe que la estructura no debe ser tan rígida, sino perdería la seguridad estructural que deben tener los edificios por la que se ha construido, a esta propiedad se le conoce como ductilidad, que tiene por objetivo el de deformarse por un movimiento sísmico pero mas no llegar a romperse por completo.

Se aprecia en la imagen, la relación carga-deformación de una edificación:

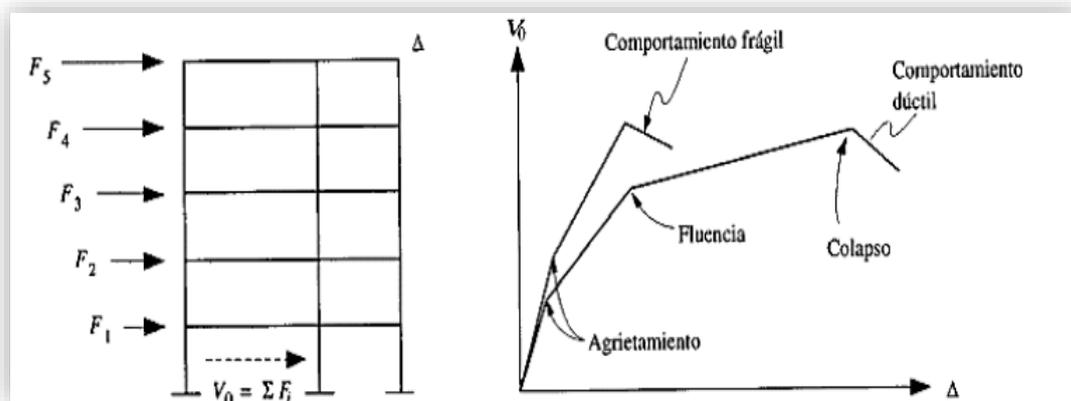


Figura 9: Relación de carga-deformación de una estructura.
Fuente: Tesis de Bazán & Meli, 2004

1.3.3. Utilización de programas en ámbito de la ingeniería estructural

Actualmente la evolución que ha tenido los programas de cálculo estructural ha sido muy significativo y de provecho para la sociedad, ya que surgen diversos problemas estructurales los constantes y diversos movimientos efectuados por el sismo, tanto así es la preocupación de los ingenieros por diseñar una estructura que sea capaz de soportar estos embates y preservar la integridad de los seres vivos que se apoyan en estos softwares que simplemente es de gran ayuda para evitar colapsos y pérdidas de vidas. Aunque las últimas versiones de ETABS aparentan ser distintos a sus predecesoras, pero todos los programas siguen con la idea y la misma misión: proveer a la ingeniería uno de los software más eficaz que sirva para el análisis y diseño óptimo de las distintas edificaciones.

“Cada cierto tiempo se actualizan todos los software abocado a la ingeniería civil, el beneficio que tiene esta herramienta son muy positivos por los avance tecnológicos que se plantean a menudo. El propósito por el cual se han inventado estas herramientas sirve para simplificar a gran escala los riesgos que se tienen durante el ejercicio profesional involucrando grandes pérdidas, sean económica y sociales, es así que esto tiene un gran impacto eficiente cuando se trata de seguridad en la construcción” (ACADEMIA NACIONAL DE INGENIERÍA, 2017, p. 6).

1.3.4. Software ETABS

La herramienta de análisis ETABS v2016 estas siglas se traduce como **Extend Three Dimensional Analysis of Building System** y de manera que en el idioma español lo traducimos de la siguiente manera **Análisis Tridimensional Extendido de Edificaciones**. Este es un programa desarrollado para el análisis estático y dinámico, así como también el análisis elástico tridimensional de las edificaciones que se requieran diseñar, puede analizar una estructura de lo más básico hasta una estructura muy compleja lo cual siempre irá estar presente cuando se pretenda realizar un diseño de estructuras.

“El Software ETABS es una herramienta fácil de utilizar, además es un programa de diseño que propone un análisis sofisticado, y realizado específicamente para los distintos tipos de sistemas de un edificio. ETABS brinda una enorme gama de gran alcance unido por los procedimientos de modelo y de diseño, estos han sido compuestos empleando una

base de datos habitual. Como ya se dijo antes, es un software rápido y muy sencillo de manipular para el modelo de las estructuras, pero además puede ser utilizado para la realización de infinidad de modelos de edificaciones de gran envergadura y muy complejas” (Computers & Structures, Inc., 2015).

1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

PROBLEMA GENERAL

¿El análisis del diseño estructural de un edificio de sistema dual se verá afectado por la aplicación de la Norma E.030 2018 en comparación con la Norma E.030 2006 diseño sismorresistente?

PROBLEMAS ESPECÍFICOS

¿El análisis del diseño estructural de un edificio de sistema dual se verá afectado por la aplicación de los parámetros de zonificación de la Norma E.030 2018 en comparación con la Norma E.030 2006 diseño sismorresistente?

¿El análisis del diseño estructural de un edificio de sistema dual se verá alterado por la aplicación de los parámetros de sitio de la Norma E.030 2018 en comparación con la Norma E.030 2006 diseño sismorresistente?

¿El análisis del diseño estructural de un edificio de sistema dual será modificado por la aplicación del coeficiente de amplificación sísmica de la Norma E.030 2018 en comparación con la Norma E.030 2006 diseño sismorresistente?

¿El análisis del diseño estructural de un edificio de sistema dual se verá afectado por la aplicación del coeficiente de reducción sísmica de la Norma E.030 2018 en comparación con la Norma E.030 2006 diseño sismorresistente?

1.5. JUSTIFICACIÓN DE ESTUDIO

SOCIAL

La realización de las normas técnicas de diseño Sismorresistente se da principalmente para reducir efectivamente el riesgo sísmico que puede ocurrir en un tiempo indefinido.

Esto generalmente involucra a toda la sociedad, ya que con el constante cambio y/o modificación de la NTP E.030 diseño sismorresistente, los técnicos y profesionales tendrán que tener la capacitación necesaria para conocer al detalle cada parámetro o código que se haya modificado para un posible desarrollo de un análisis estructural. Del mismo modo al efectuar la modificación será de gran ayuda para la sociedad, puesto que genera un cambio relevante en la economía y seguridad estructural de las edificaciones, previniendo de esta manera el derrumbe de las estructuras y pérdidas vidas en general.

METODOLÓGICA

Para lograr el cumplimiento de los objetivos de estudio, se elaboró dos instrumentos que se emplearon para facilitar el tema de investigación mediante la ficha de observación y recolección de datos. Estos instrumentos fueron formulados y antes de su aplicación filtrados por el juicio de expertos para luego ser evaluados mediante la confiabilidad y la validez. A través de la aplicación de los instrumentos de recolección de datos y la observación se buscó conocer el nivel de relación entre las variables y cuánto es el porcentaje de variación de los parámetros que tendrá la comparación entre la norma E.030 2006 y la norma E.030 2018 diseño sismorresistente, mediante los resultados obtenidos del análisis estructural realizado aplicando el software ETABS v2016.

HIPÓTESIS

HIPÓTESIS GENERAL

El análisis del diseño estructural de un edificio de sistema dual varía aplicando la Norma E.030 2018 en comparación con la Norma E.030 2006 diseño sismorresistente

HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

El análisis del diseño estructural de un edificio de sistema dual varía por la aplicación de los parámetros de zonificación de la Norma E.030 2018 en comparación con la Norma E.030 2006 diseño sismorresistente.

El análisis del diseño estructural de un edificio de sistema dual es alterado por la aplicación de los parámetros de sitio de la Norma E.030 2018 en comparación con la Norma E.030 2006 diseño sismorresistente.

El análisis del diseño estructural de un edificio de sistema dual es modificado por la aplicación del coeficiente de amplificación sísmica de la Norma E.030 2018 en comparación con la Norma E.030 2006 diseño sismorresistente.

El análisis del diseño estructural de un edificio de sistema dual varía por la aplicación del coeficiente de reducción sísmica de la Norma E.030 2018 en comparación con la Norma E.030 2006 diseño sismorresistente.

1.6. OBJETIVO

OBJETIVO GENERAL

Determinar la variación del análisis estructural de un edificio de sistema dual aplicando la Norma E.030 2018 en comparación con la Norma E.030 2006 diseño sismorresistente

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar la variación del análisis estructural de un edificio de sistema dual mediante la aplicación de los parámetros de zonificación de la Norma E.030 2018 en comparación con la Norma E.030 2006 diseño sismorresistente.

Determinar la alteración del análisis estructural de un edificio de sistema dual mediante la aplicación de los parámetros de sitio de la Norma E.030 2018 en comparación con la Norma E.030 2006 diseño sismorresistente.

Determinar la modificación del análisis del diseño estructural de un edificio de sistema dual mediante la aplicación del coeficiente de amplificación sísmica de la Norma E.030 2018 en comparación con la Norma E.030 2006 diseño sismorresistente.

Determinar la variación del análisis estructural de un edificio de sistema dual mediante la aplicación del coeficiente de reducción sísmica de la Norma E.030 2018 en comparación con la Norma E.030 2006 diseño sismorresistente.

II. MÉTODO

2.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

2.1.1. MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

“Este tipo de investigación científica se entiende por ser un método que resuelve las incógnitas o conflictos de la vida diaria cuyo desenlace se obtiene a través de estudios y operaciones obtenidos de problemas sucedidos en la vida real” (Tamayo, 2004, pág. 38).

Por lo dicho anteriormente en esta investigación de tesis se emplea el **MÉTODO CIENTÍFICO**, debido a que este es calificado como uno de los métodos más aceptables para realizar cualquier tipo de investigación, es usado para evidenciar los conocimientos observados desde un punto de vista real.

2.1.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

En relación al tipo de investigación Borja Suárez indica que:

“Nos dice que para conocer la realidad de cada suceso de una manera confiable se da a través de la recopilación y análisis de todos los datos que se obtendrán, de esta manera se lograría conocer las incógnitas de la tesis y refutar cada hipótesis. Es un tipo de investigación que se fía en la medición de datos” (2012, pág. 11).

De acuerdo a lo mencionado anteriormente por Borja Suárez esta investigación es del **TIPO CUANTITATIVO**, ya que en el presente proyecto se adquirirá información de otras tesis sobre datos estadísticos sucedidos años anteriores, así como también con esquemas y porcentajes de la comparación del análisis de la estructura respecto a cada norma.

2.1.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

“El nivel descriptivo radica y consiste en que se va a estudiar y describir, en todos sus componentes principales, una realidad que aqueja a la sociedad” (Arias, 2012, pág. 24).

Este proyecto es definido por un **NIVEL DESCRIPTIVA**, debido a que se analizará y calculará el comportamiento estructural de un edificio aplicando las dos normas en estudio para posteriormente realizar una comparación de los resultados.

2.1.4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Según (Sampieri *et all*, 2010) “La investigación de diseño **NO** experimental como lo menciona su nombre, se trabaja sin manipular, experimentar, transformar o involucrarse con la variable independiente, son investigaciones de casos que en tiempos pasados ya acontecieron, la relación que tienen las variables entre si se dan de manera habitual y se analizan de tal forma en cómo se suscitan los casos” (pág. 121).

El diseño que se aplica a esta investigación es **NO EXPERIMENTAL**, puesto que se investigarán hechos que ya fueron estudiados años anteriores, en este caso la norma E.030 diseño sismorresistente es una variable independiente , esta es una variable fija y por ende no sufrirá cambio alguno en la investigación.

2.2. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

2.2.1. VARIABLES

Según Arias (2014, p.57) “La variable en muchos casos es una cualidad, magnitud o cantidad, que continuamente se modifica hasta que encuentres una variable que esté acorde con lo que pretendes realizar en tu tema de investigación”.

Las variables estudiadas en el proyecto son:

- **Variable Independiente:** *NTP E0.30 diseño Sismorresistente.*
- **Variable Dependiente:** *Diseño estructural.*

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA	ESCALA DE MEDICIÓN
La norma E.030 diseño Sismorresistente	NTP E.030 (2018) El principio de la norma es un material de investigación formada por códigos y parámetros de diseño que sirve para el análisis sísmico estático y dinámico y que para toda edificación y cada una de sus partes deberán ser diseñadas y construidas para resistir las solicitaciones sísmicas prescritas en la Norma, siguiendo las especificaciones de las normas pertinentes a los materiales empleados (p. 10).	Para la mejora del diseño estructural de la edificación se dará mediante la aplicación de la norma E.030 diseño sismorresistente, ya que al realizar el modelamiento de la estructura se tendrá que acatar a los que establece dicha norma, por lo que esta norma está compuesta por códigos y parámetros de diseño que ayudan a que la estructura tenga un comportamiento adecuado frente a las solicitaciones sísmicas.	Parámetro de Zonificación	Z1, Z2	DISEÑO No experimental	Cuantitativo
				Z3, Z4		
			Parámetro de Sitio (perfiles de suelo)	S1, S2		
				S3, S4		
			Coficiente de Amplificación Sísmica	C		
Factor de Reducción Sísmica	R					
Diseño estructural	Bazán y Meli (2002) Desde el punto de vista del diseño sísmico esta costumbre es particularmente peligrosa, puesto que no se puede lograr que un edificio mal estructurado se comporte satisfactoriamente antes sismos, por mucho que se refinen los procedimientos de análisis y dimensionamiento. Por el contrario, la experiencia obtenida en varios temblores muestra que los edificios bien concebidos estructuralmente y bien detallados han tenido un comportamiento adecuado, aunque no hayan satisfecho rigurosamente los reglamentos (p. 175).	Para esta investigación el diseño estructural del proyecto Palacio de la Juventud se determinará mediante las deformaciones y daños que sufra la edificación, para ello es necesario realizar el análisis y posteriormente sabremos qué tanto es el peligro sísmico de la estructura de acuerdo a los movimientos sísmicos que se generan constantemente.	Comportamiento Sísmico	Desplazamiento	TIPO: Cuantitativa	Cuantitativo
				Rigidez		
			Peligro Sísmico	Fuerza Cortante	NIVEL: Descriptiva	
				Falla Estructural		
			Análisis Sísmico	Estático		
				Dinámico		
			Desempeño Sísmico	Deformaciones		
Frecuencia de Eventos Sísmicos						

2.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO

2.3.1. POBLACION

“La población está comprendida por todos aquellos elementos que ostentan una variedad de características en común, se pueden estar compuestos por objetos, individuos o dimensiones que se presentan en un lugar y momento” (Hernández, 2014, Pg. 2).

Por lo tanto, mi población está compuesta por todas las edificaciones de concreto armado de sistema dual, que se encuentran ubicado en el distrito de Puente Piedra.

2.3.2. MUESTRA

“La muestra está formada por una pequeña cantidad de individuos que se adquiere del total de la población para posteriormente ser investigada y estudiada de forma continua” (Tamayo, 1997, pág. 38).

Por lo citado párrafos arriba, para esta investigación se cogió como ejemplo de muestra todos los elementos estructurales de concreto armado que soportan o sufren daños a causa de los sismos, tales como: columnas, vigas, losas, zapatas que forman parte del proyecto **Implementación y Creación del Palacio Municipal de la Juventud en el distrito de Puente Piedra.**

2.3.3. MUESTREO

El muestreo es un instrumento de gran validez en la investigación, es el medio a través del cual el investigador, selecciona las unidades representativas para obtener los datos que le permitirán obtener información acerca de la población a investigar. (Gómez, 2012, pág. 38).

De acuerdo a lo mencionado, en esta investigación se desarrollará un muestro **NO PROBABILÍSTICO.**

2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTACIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD

2.4.1. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Según Chávez refiere:

En la Investigación Social, la recolección de datos se refiere al proceso de obtención de información empírica que permita la medición de las variables en las unidades de análisis, a fin de obtener los datos necesarios para el estudio del problema o aspecto de la realidad social motivo de investigación (2008, pág. 105).

En esta investigación se efectuará la técnica de observación y el análisis de contenido, ya que mediante el uso y revisión de documentos, EMS y la recolección de datos servirá para tener la información adecuada para poder iniciar la investigación deseada. Posteriormente se analizará el edificio aplicando la NTP E.030 2006 y la NTP E.030 2018, de acuerdo a los parámetros y códigos respectivamente de cada norma, lo cual nos permitirá obtener el conocimiento necesario para poder obtener los resultados de los análisis a realizar mediante el apoyo del software de modelación estructural ETABS, para finalmente ser comparados.

2.4.2. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para definir técnicas de instrumentación, Sabino menciona:

Un instrumento de recolección de datos es en principio cualquier recurso de que pueda valerse el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos información. De este modo el instrumento sintetiza en si toda la labor previa de la investigación, resume los aportes del marco teórico al seleccionar datos que corresponden a los indicadores y, por lo tanto a las variables o conceptos utilizados. (2010, p. 150).

TÉCNICAS	INSTRUMENTOS	FUENTES
Recolección de datos.	Certificado de parámetros urbanísticos.	Municipalidad Distrital de Puente Piedra.
Estudio de Mecánica de Suelos.	Planos del proyecto.	El proyecto en investigación, Palacio de la Juventud.
Observación.	Excel	Tesis, revistas, artículos, PDF.
Revisión de documentos.	Software de modelación estructural.	Norma E.030 de diseño sismorresistente.

2.4.3. VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DE INSTRUMENTOS

La validez es un concepto que hace referencia a la capacidad de un instrumento de medición para cuantificar de forma significativa y adecuada el rango para cuya medición ha sido diseñado.

Herrera (1998) nos menciona:

La validez es un instrumento utilizado para la confiabilidad de las investigaciones por medio de expertos que deben estar especializados y capacitados para los temas que se quieran desarrollar con el fin de dar una solución a los problemas tratados en cada trabajo (p. 20).

Por ello, la validación para esta investigación se da gracias a los conocimientos de ingenieros capacitados en temas desarrollados en esta investigación. Mediante las correcciones y modificaciones que se realicen se logrará obtener el rango de escala permitido para la validez confiable.

Tabla 8: Rango de validez de instrumentos.

RANGO O ESCALA	MAGNITUD
0.53 a más	Validez nula
0.54 a 0.59	Validez baja
0.60 a 0.65	Válida
0.66 a 0.71	Muy válida
0.72 a 0.99	Excelente validez
1	Validez perfecta

Fuente: Herrera, 1998.

2.5. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS

- ✓ Se ubicarán los ejes estructurales y los posibles elementos estructurales (placas y pórticos) en los planos arquitectónicos, para tener un enfoque global del sistema estructural.

- ✓ Se realizará el pre dimensionamiento o estructuración de los elementos estructurales para que cumplan con los parámetros establecidos en las normas E.030-2006 y E.030-2016.
- ✓ Se modelarán los elementos estructurales en un software de modelación estructural (ETBAS 2016).
- ✓ Se procederá a realizar el análisis sísmico estático y dinámico de la edificación para que cumplan en un sistema dual aplicando la norma E.030 2006 y la E.030 2018 diseño sismorresistente.
- ✓ Se procesará y analizará los resultados obtenidos del análisis sísmico en un cuadro comparativo, que indicará la variación de los parámetros y la influencia de los mismos en un sistema dual aplicando las normas E.030 2006 y E.030 2018.

2.6. ASPECTOS ÉTICOS

Para los aspectos éticos que serán asumidos de acuerdo a la información que se obtuvo serán los siguientes:

- Referencias bibliográficas de la norma ISO 690, ya que la investigación está ligada a la ingeniería.
- Todas las investigaciones encontradas serán citadas de manera que asegure un buen sustento de la investigación que estoy realizando.
- Toda la compilación de la información y de los datos están siendo efectuados de una manera honesta y con la responsabilidad necesaria del caso.

III. RESULTADOS

3.1. Generalidades

3.1.1. Nombre del proyecto

“CREACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL PALACIO MUNICIPAL DE LA JUVENTUD EN EL ÁMBITO DE INFLUENCIA DE PUENTE PIEDRA EN EL DISTRITO DE PUENTE PIEDRA, LIMA – LIMA”.

3.1.2. Objetivos del proyecto

La elaboración del expediente tiene por finalidad proponer la mejor alternativa arquitectónica que solucione los requerimientos planteados por parte de la organización, y así poder ofrecer a los usuarios un servicio de alta calidad.

3.1.3. Ubicación

El terreno para la construcción del proyecto está localizado en el complejo deportivo Gallo de Oro que pertenece a la Municipalidad Distrital de Puente Piedra, que se encuentra ubicada en la Av. Juan Lecaros S/N, en el Distrito de Puente Piedra, Provincia de Lima y Departamento de Lima.

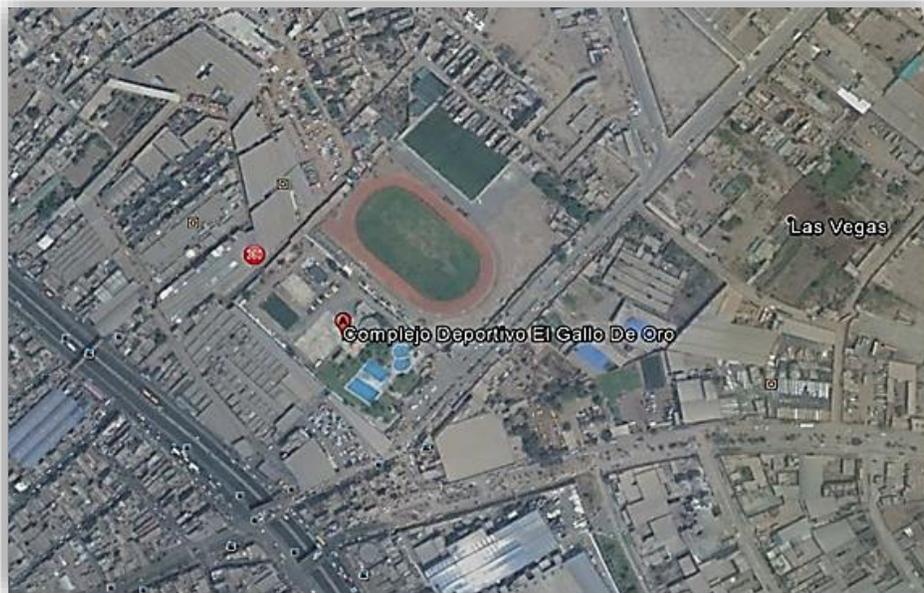


Figura 10: Ubicación de Proyecto: Palacio de la Juventud
Fuente: Google Maps

3.1.4. Altura de la Edificación

El proyecto del Palacio está conformado por una edificación que tiene un total de 7 pisos, siendo la altura de entre piso de 4.25 metros. (Ver tabla N° 9).

DESCRIPCIÓN	ALTURA (m)	ALTURA ACUMULADA (m)
Piso 1	4.75	4.75
Piso 2	4.25	9.00
Piso 3	4.25	13.25
Piso 4	4.25	17.50
Piso 5	4.25	21.75
Piso 6	4.25	26.00
Piso 7	4.25	30.25
Altura total (m)		30.25

Tabla 9: Descripción de altura de pisos del Palacio de la Juventud
Fuente: Planos del Proyecto

3.1.5. Área del proyecto

El edificio Palacio de la Juventud se construye sobre un área de 1,665.57 m². Siendo el total de techo de 4783.67 m², de los cuales se establece que para el piso 1 consta con un área total de 678.77 m² y para los pisos del 2 al 6 cuenta con área total de 651.61 m² cada uno de los pisos, siendo un total de 3258.05 m², del piso 7 tiene un área de 653.23 m² (Ver tabla 10).

DESCRIPCIÓN	ÁREA POR PISO (m ²)	PARCIAL (m ²)
Piso 1	678.77	678.77
Piso 2	651.61	1330.38
Piso 3	651.61	1981.99
Piso 4	651.61	2633.6
Piso 5	651.61	3285.21
Piso 6	651.61	3936.82
Piso 7	653.23	4590.05
Total de área techada (m²)		4590.05

Tabla 10: Descripción de área techada del Palacio de la Juventud
Fuente: Planos del proyecto

3.1.6. RESÚMEN DEL PROYECTO

El proyecto radica en una edificación comprendida por 7 pisos efectuado por un sistema dual. En el planteamiento arquitectónico se aprecia 1 bloque. Según levantamiento topográfico, el terreno consta con un área total de 1,665.57 m², con los siguientes perímetros de 188.67 ml.



Figura 11: Vista 3D de Palacio de la Juventud – Puente Piedra

Fuente: Planos del proyecto

Se ha organizado el edificio de la siguiente manera:

Primer Piso:

El acceso principal es a través de una rampa interior que da a la Caseta de Control, posteriormente se accede a otra rampa y/o escalón que da a un Atrio del edificio principal en este nivel se distribuye un Hall Principal, Ascensor, Baño Varones, Baño Damas, Baño Discapacitados, Cuartos de Limpieza, Pool de Oficinas, Secretaría y Gerencia, Escalera 02, Escalera 03, Sala de Usos Múltiples, Cuarto de Comunicaciones, Cuarto de Tableros, Escalera 01, Grupo Electrónico, Sub – Estación y Cuarto de Ingreso de Telecomunicaciones.

Segundo Piso

Hall Principal, Ascensor, Baño Varones, Baño Damas, Baño Discapacitados, Cuartos de Limpieza, Escalera 2 y 3, Sala de Eventos y Conferencias, Depósitos, Almacén, Puente, Recepción, Sala de Lectura y Biblioteca Virtual, Cuarto de Tableros y Escalera 01.

Tercer Piso

Hall Principal, Ascensor, Baño Varones, Baño Damas, Baño Discapacitados, Cuartos de Limpieza, Escalera 2, Escalera 3, Aula 1 y 2, Puente, Depósitos, Recepción, Sala de Lectura y Biblioteca Virtual, Cuarto de Tableros y Escalera 01.

Cuarto Piso

Hall Principal, Ascensor, Baño Varones, Baño Damas, Baño Discapacitados, Cuartos de Limpieza, Escalera 2 y 3, Aula 03, Aula 04, Puente, Taller de Clases Didácticas, Cuarto de Comunicaciones, Data Center, Soporte y Monitoreo, Cuarto UPS, Cuarto de Tableros y Escalera 01.

Quinto Piso

Hall Principal, Ascensor, Baño Varones, Baño Damas, Baño Discapacitados, Cuartos de Limpieza, Escalera 2 y 3, Aula 05, Aula 06, Puente, Depósitos, Taller de Danzas Típicas, Cuarto de Tableros y Escalera 01.

Sexto Piso

Hall Principal, Ascensor, Baño Varones, Baño Damas, Baño Discapacitados, Cuartos de Limpieza, Escalera 2 y 3, Aula 07, Aula 08, Puente, Depósitos, Taller de Danzas Modernas, Cuarto de Tableros y Escalera 01.

Séptimo Piso

Hall Principal, Ascensor, Baño Varones, Baño Damas, Baño Discapacitados, Cuartos de Limpieza, Escalera 2 y 3, Aula 09, Aula 10, Puente, Depósitos, Taller de Juegos de Mesa, Cuarto de Tableros y Escalera 01.

El proyecto propuesto busca reflejar el carácter educativo-Cultural del conjunto, utilizando en la composición elementos característicos de este uso, adecuándolos a una concepción moderna a través una propuesta adecuada de las proporciones volumétricas de llenos y vacíos.

3.2. ESTRUCTURACIÓN

La estructura está conformada por elementos estructurales de concreto armado que integran el proyecto de investigación. Este proyecto emplea el sistema dual para su modelamiento y análisis mediante el software.

Para las losas aligeradas en el proyecto se optó por utilizar un espesor de 0.20 m. y para las losas macizas se optó por un espesor de 0.15 m. Ya que para su pre dimensionamiento se siguió de la norma técnica E.060 de concreto armado.

PROYECTO ARQUITECTÓNICO

Uso: Palacio de la Juventud

Número de pisos: 07 Pisos

Área total techada: 4590.50 m²

ESPECIFICACIONES DE LA ESTRUCTURA

Sistema Estructural: Pórticos y muros estructurales (DUAL)

Losa de entrepiso: Aligerado y Maciza

Concreto

Resistencia ($f'c$): 280 y 245 Kg/cm²

Peso específico: 2400 Kg/cm³

Módulo de elasticidad (E): 250998 Kg/cm²

Acero

Tipo: Corrugado (ASTM A605 – G°60)

Fluencia (f_y): 4200 Kg/cm²

Módulo de Elasticidad (E): 2x10⁶ Kg/cm²

CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO DE FUNDACIÓN

Tipo de suelo: Suelos intermedios - S2

Estratigrafía: Uniforme.

Módulo de elasticidad: 100 Kg/cm²

Angulo de fricción (ϕ): 27.5°

Cohesión (c): 0.0798 Kg/cm²

Nivel freático: No presenta.

Capacidad portante: 0.78 Kg/cm²

Relación Poisson (u): 0.35

METRADO DE CARGAS

WD (carga muerta): = 250 Kg/m²

S/C (carga viva): = 300 Kg/m²

PESO TOTAL: =550 Kg/m²

3.2.1. Losas Aligeradas

BLOCK	Tipo	Entre ejes	Ln	Ln/25	H colocado
B2	Un sentido	4-5	4.40	0.18	0.20

3.2.2. Losas Macizas

BLOCK	Lmayor	Lmenor	p/180	L mayor/40	Hcolocado	Ubicación
BLOCK2	6.62	5.95	0.14	0.17	0.15	2-3/D'-B

3.2.3. Vigas

Para el respectivo análisis estructural se consideraron 4 tipos diferentes de viga.

V1 (0.40 x 1.10)

V2 (0.30 x 0.65)

V3 (0.30 x 1.10)

V4 (0.40 x 1.00)

V5 (0.30 x 1.00)

3.2.4. Columnas

Se consideraron columnas de tipo rectangular, cuadradas y del tipo L. Para columnas rectangulares los efectos de esbeltez son más críticos en la dirección de menor espesor, por lo que se recomienda utilizar columnas con espesores mínimos de 25 cm.

3.2.5. Muros

Los sistemas estructurales se clasificaran según los materiales usados. Para este caso se utilizó un sistema dual, se trabajó con muros de espesores de 0.30 m y 0.40 m distribuidos de manera equitativa para que no presente alguna variación al momento de ser analizado y por ende según la clasificación que se haga de una edificación se usará un coeficiente de reducción de fuerza sísmica (R) adecuado.

3.2.6. Definición de Materiales

Definición de ejes estructurales

Para el modelamiento y estructuración del proyecto se desarrollará por medio del software ETABS v2016.

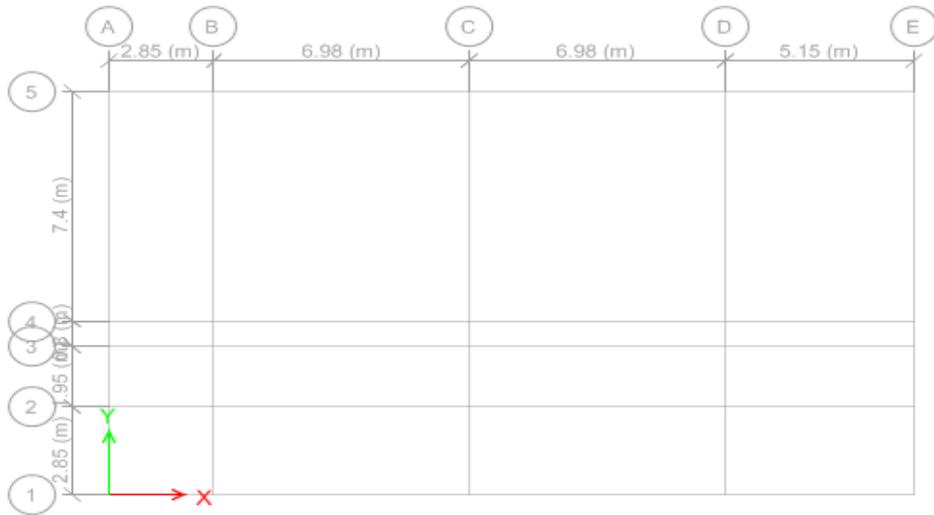


Figura 12: Malla del Proyecto, Palacio de la Juventud.
Fuente: Elaboración propia

Creación de propiedades de los materiales

Las columnas que se crearon para el análisis fue de dos tipos: para el primer y segundo piso fue con un $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ y para el resto de pisos fue con un $f'c= 245 \text{ Kg/cm}^2$

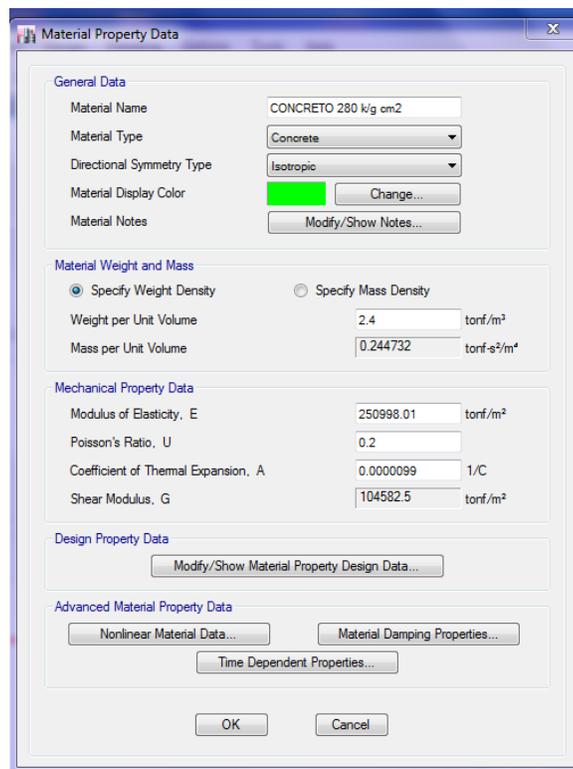


Figura 13: Definición de propiedades del material
Fuente: ETABS

Creación de Secciones Lineales

Las secciones de los elementos horizontales fueron creadas en función previa a la estructuración y a la información del expediente técnico.

ELEMENTOS ESTRUCTURALES	DIMENSIONES
Losa Maciza	0.15
Losa Aligerada	0.20
V1	40x110
V2	30x65
V3	0x110
V4	40x100
V5	30x100
C1-L	145x60x40x30
C2-L	145x115x30x30
C2-L	135x105x30x30
C4	60x40
C5-L	130x112x40x30
C6	120x40
C7	130x30

Tabla 11: Definición de Losas
Fuente: ETABS

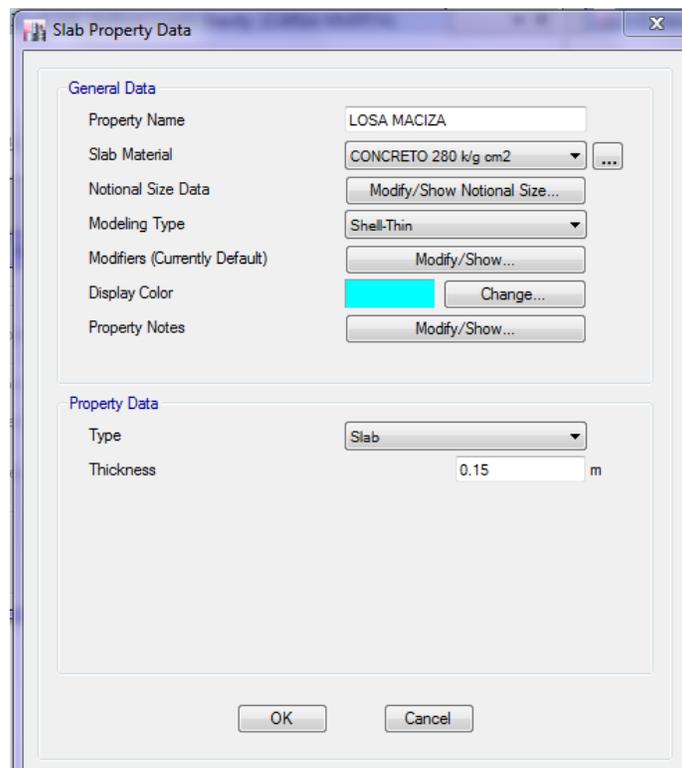


Figura 14: Definición de Losas
Fuente: ETABS

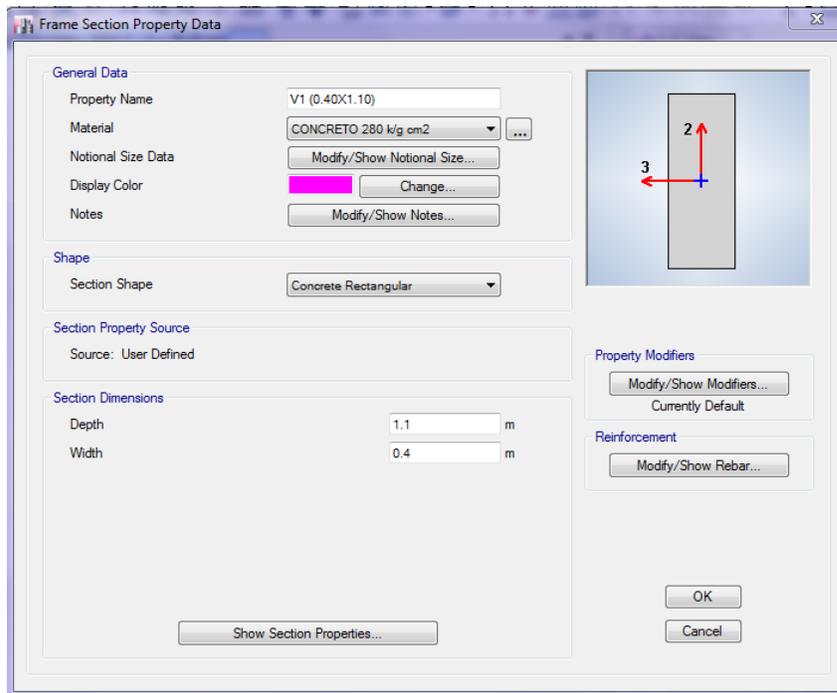


Figura 15: Definición de Vigas
Fuente: ETABS

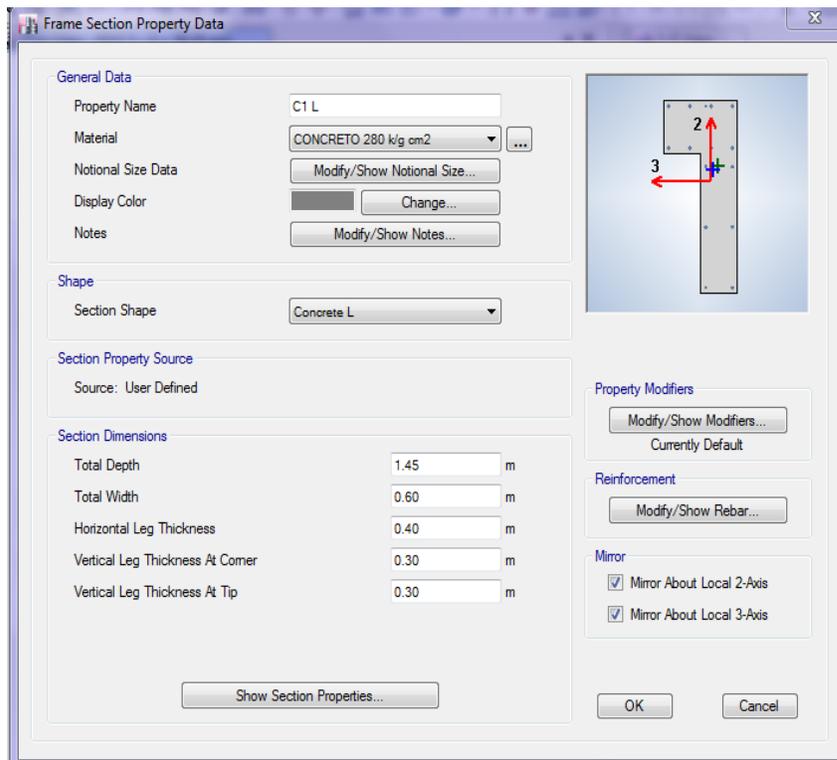


Figura 16: Definición de Columnas
Fuente: ETABS

Creación de Secciones Lineales

En esta parte se denomina la sección de la placa a utilizar en el análisis estructural mediante el software ETABS.

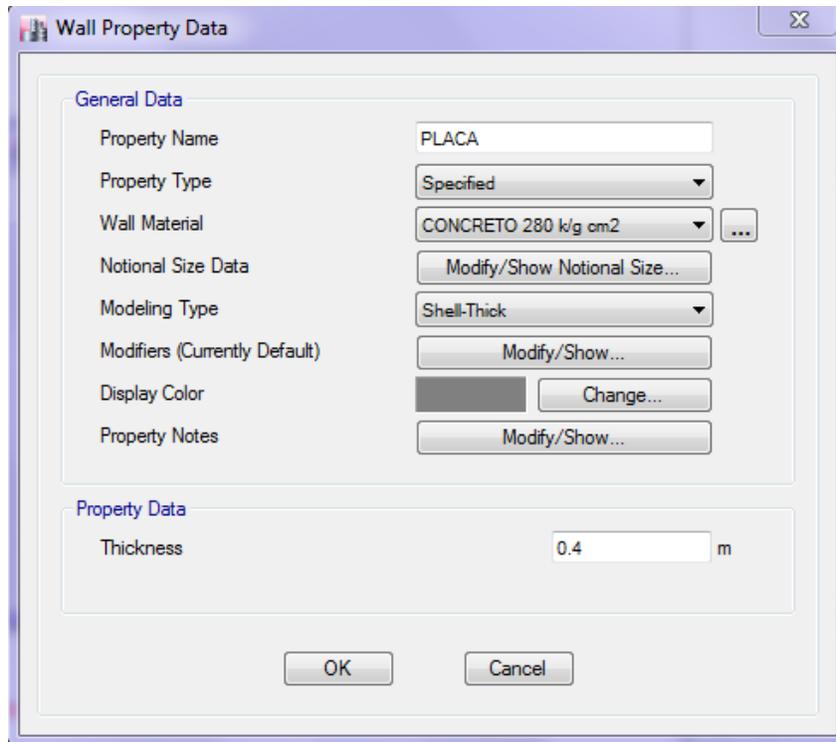


Figura 17: Definición de Columnas
Fuente: ETABS

3.3. MODELAMIENTO ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO

“CREACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL PALACIO MUNICIPAL DE LA JUVENTUD EN EL DISTRITO DE PUENTE PIEDRA”

A continuación se muestra la modelación del proyecto Palacio de la Juventud mediante el apoyo de programa ETABS, lo cual sirvió para el para el recojo de los resultados adquiridos del análisis estructural del edificio. Fue necesario tener todos los planos de estructuras y de arquitectura del proyecto:

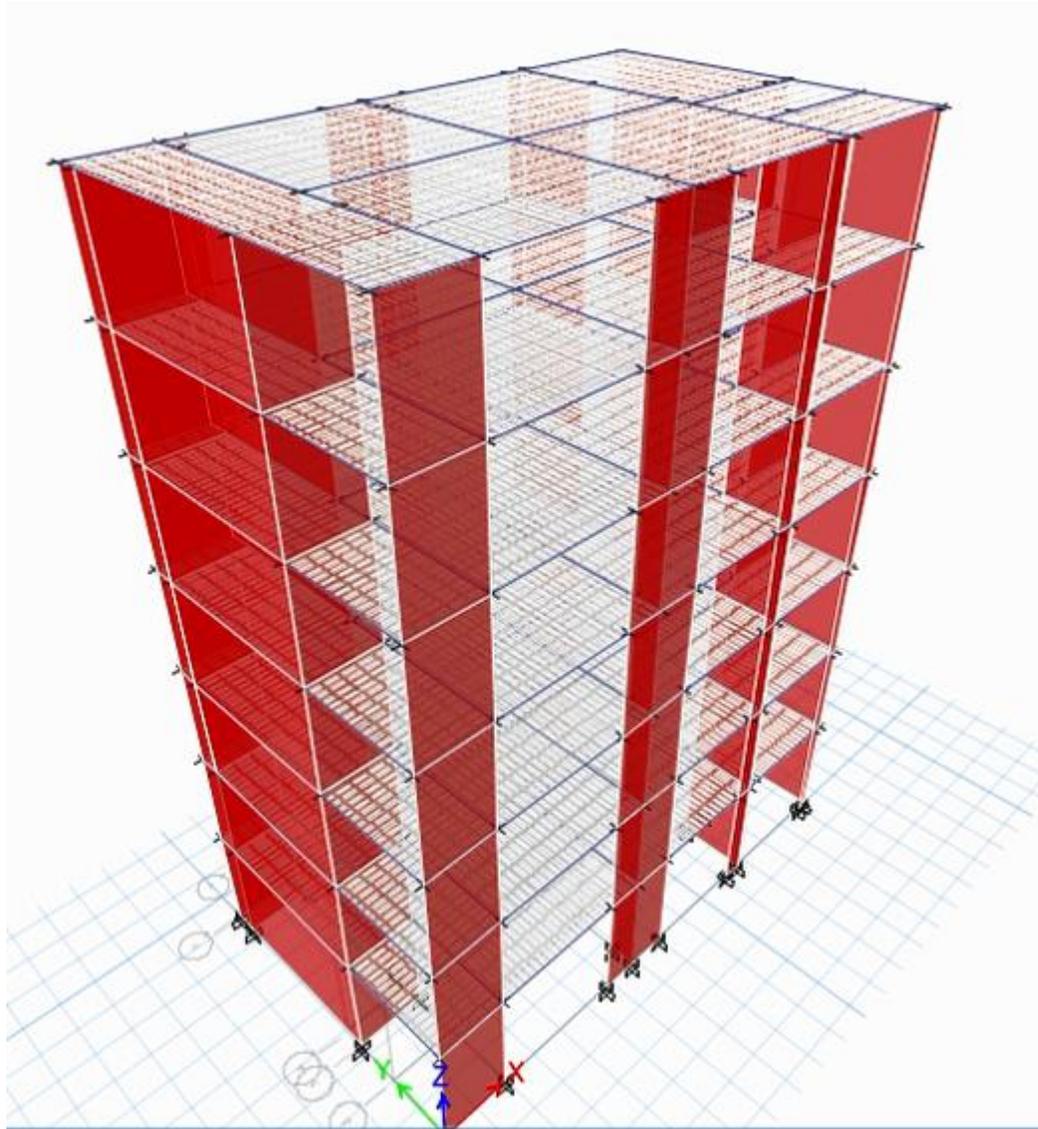


Figura 18: Modelación del proyecto - Palacio de la Juventud.
Fuente: ETABS 2016.

Para la modelación del proyecto se consideraron las cargas sísmicas en los dos sentidos, Eje “X” y Eje “Y”, tanto para el análisis estático y dinámico empleando la norma E.030 2006 y para análisis estático y dinámico empleando la norma E.030 2018, del mismo modo se consideró las cargas y las sobrecargas para la estructura, en mi caso las cargas consideradas fueron los siguientes: $CM=250 \text{ Kg/m}^2$, $CV=300 \text{ Kg/m}^2$ para los 7 pisos.

Asignación de cargas a la estructura

En esta parte se procedió a ingresar las cargas vivas y las cargas muertas para el análisis, lo cual el programa se encargó de distribuir el peso en la losa.

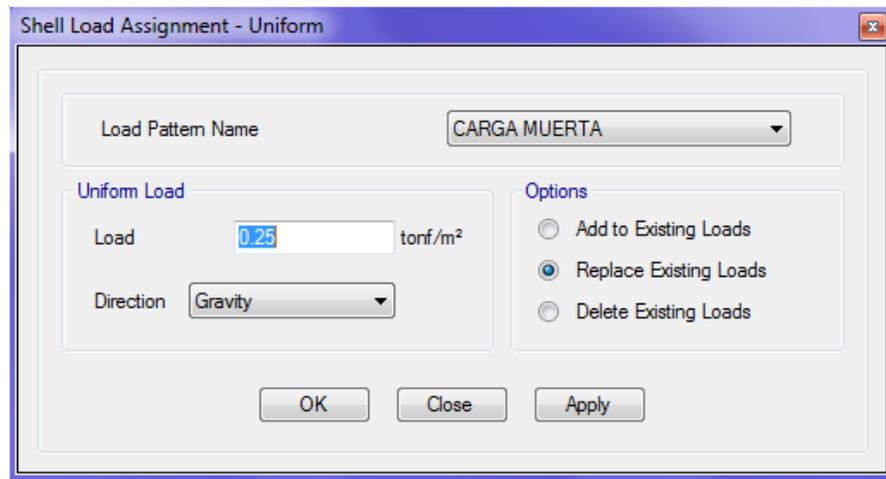


Figura 19: Definición de la Carga Muerta

Fuente: ETABS

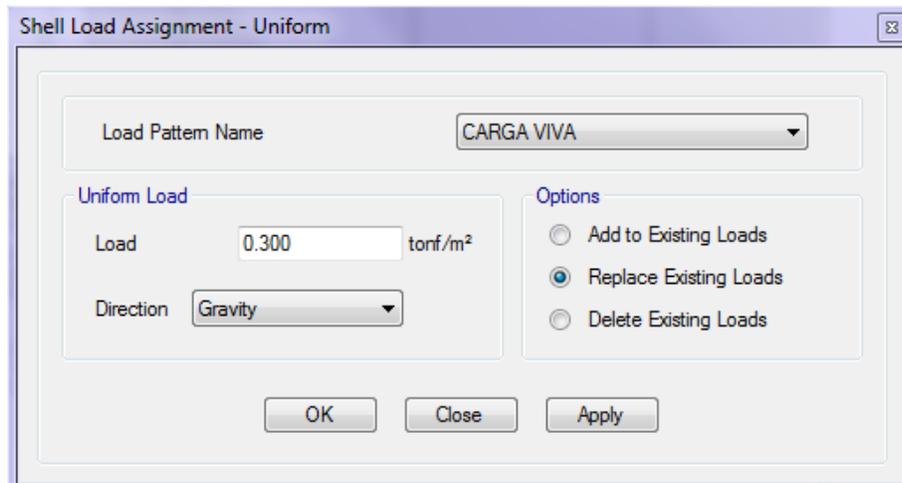


Figura 20: Definición de la Carga Viva

Fuente: ETABS

3.4. ANÁLISIS SÍSMICO ESTÁTICO DEL PROYECTO

Características sísmicas del proyecto

Para adquirir todas las características que están comprendidos por el proyecto se rige a un formato que se necesita y que sirven para la estructuración del proyecto, lo tipos de análisis, la modelación y de más características que sirve para la obtención de los resultados planeados, para finalizar se puede procesar y analizar mediante el software ETABS, que se efectuará aplicando los parámetros y códigos según las dos NTP E.030 diseño sismorresistente en estudio de la presente tesis.

Todo tipo de análisis sísmico estructural implica a los movimientos sísmicos que puede tener la estructura y que se define como el conjunto de todas las fuerzas que puedan aparecer, sean verticales u horizontales.



3.4.1. CÁLCULO DEL ANÁLISIS SÍSMICO ESTÁTICO DE LA ESTRUCTURA EN ESTUDIO APLICANDO LA NORMA E.030 2006

Parámetros de las características sísmicas según la NTP E.030 diseño Sismorresistente 2006

a. Zonificación

Zona: 3

Z=0.40

b. Parámetro de sitio

Tipo de suelo: S2

S₂=1.20

T_p=0.60

c. Categoría del proyecto

Categoría: Estructuras esenciales - A

U=1.50

d. Coeficiente Básico de reducción de fuerzas sísmicas

Categoría: Concreto Armado: Sistema Dual

$R_0 = 7$

e. Regularidad Estructural

Estructura regular

$I_a = 1,0$

$I_p = 1,0$

f. Coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas

considerar

- Si existe irregularidad, $R = I_a \times I_p \times R_0$
- Si no existe irregularidad, $R = R_0$

$R = 7$

ANÁLISIS ESTÁTICO DEL PROYECTO – NORMA E.030 2006

g. Periodo fundamental

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

$$T = \frac{30.25}{60}$$

$$T = 0.50 \text{ seg}$$

Ct	35	Pórticos
Ct	45	Muros de Corte
Ct	60	Dual, MDL y Muros estructurales

h_n = Altura total de la edificación (Se considera desde el 00+000)

h. Coeficiente de amplificación sísmica “C”

$$C = 2.5 * \left(\frac{T_p}{T}\right) \leq 2.5$$

$$C = 2.5 * \frac{0.60}{0.50}$$

$$C = 3.00$$

Si $C \geq 2.50$ se asume $C=2.50$, Entonces por Norma E.030 2006 se asume:

$$C = 2.50$$

i. Fuerza (reacción) cortante de la Estructura

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

Datos:

Z=0.40
U=1.50
C=2.50
S=1.20
R=7
P= 2521.98 Ton.

$$V = 648.51 \text{ Ton.}$$

Comprobando:

$$\frac{C}{R} \geq 0.125$$

$$\frac{C}{R} = 0.357$$

$$0.357 \geq 0.125 \dots \text{CUMPLE}$$

j. Distribución de la Fuerza Sísmica del Edificio

Tabla 12: *Peso de la Edificación*

Piso	Peso	
Piso 7	343.803	Ton
Piso 6	358.024	Ton
Piso 5	358.024	Ton
Piso 4	358.024	Ton
Piso 3	358.024	Ton
Piso 2	358.024	Ton
Piso 1	388.055	Ton
Peso total de la Edificación	2521.98	Ton

Fuente: Resultados del análisis mediante ETABS v2016

$$F_a = 0.07 * T * V \leq 0.15 * V$$

$$F_a = 22.70 \text{ Ton.} \leq 97.28 \dots \text{CUMPLE}$$

$$F_i = \frac{P_i * H_i}{\sum P_i * H_i} * (V - F_a)$$

Dónde: $V - F_a = 625.81 \text{ Ton.}$

Tabla 13: Distribución de Fuerzas Sísmica del Palacio de la Juventud - NTP 2006

Piso	Peso (Ton)	H (m)	Hi (m)	P*Hi	P*Hi (Acum.)	Fi (Ton)
Piso 7	343.8	4.25	30.25	10399.95	43569.99	149.38
Piso 6	358.02	4.25	26	9308.52	33170.04	133.70
Piso 5	358.02	4.25	21.75	7786.935	23861.52	111.85
Piso 4	358.02	4.25	17.5	6265.35	16074.58	89.99
Piso 3	358.02	4.25	13.25	4743.765	9809.23	68.14
Piso 2	358.02	4.25	9	3222.18	5065.47	46.28
Piso 1	388.06	4.75	4.75	1843.285	1843.29	26.48

Fuente: Resultados del análisis mediante ETABS v2016

$$V - Fa = \sum Fi = 625.81 \text{ Ton.}$$

k. Control de Deriva en ambas direcciones "X" y "Y"

Tabla 14: Control de Derivas en el Eje "X"- Norma E.030 2006

PISOS	ALTURAS (m)	Δ (m)	DERIVA X	CONTROL
Piso 7	4.25	0.001479	0.000348	SI CUMPLE
Piso 6	4.25	0.001645	0.000387	SI CUMPLE
Piso 5	4.25	0.001687	0.000397	SI CUMPLE
Piso 4	4.25	0.001475	0.000347	SI CUMPLE
Piso 3	4.25	0.000808	0.000190	SI CUMPLE
Piso 2	4.25	0.000026	0.000006	SI CUMPLE
Piso 1	4.75	0.000014	0.000003	SI CUMPLE

Fuente: Resultados del análisis mediante ETABS v2016.

Tabla 15: Control de Derivas en el Eje "Y"- Norma E.030 2006

PISOS	ALTURAS (m)	Δ (m)	DERIVA Y	CONTROL
Piso 7	4.25	0.000812	0.000191	SI CUMPLE
Piso 6	4.25	0.000893	0.000210	SI CUMPLE
Piso 5	4.25	0.000901	0.000212	SI CUMPLE
Piso 4	4.25	0.000786	0.000185	SI CUMPLE
Piso 3	4.25	0.000459	0.000108	SI CUMPLE
Piso 2	4.25	0.000113	0.000003	SI CUMPLE
Piso 1	4.75	0.000010	0.000002	SI CUMPLE

Fuente: Resultados del análisis mediante ETABS v2016.

3.4.2. CÁLCULO DEL ANÁLISIS SÍSMICO ESTÁTICO DE LA ESTRUCTURA EN ESTUDIO APLICANDO LA NORMA E.030 2018.

Parámetros de las características de la NTP E.030 diseño Sismorresistente 2018

a. Zonificación

zona: 4

Z = 0.45

b. Parámetros de Sitio

Perfil tipo: S2

S2 = 1.05

Tp = 0.60

TL = 2.00

c. Categoría del edificio

Categoría: Edificaciones esenciales

U = 1.5

d. Coeficiente Básico de reducción de fuerza sísmica

Categoría: Sistema Dual

R0 = 7

e. Regularidad estructural

Estructura regular

Ia = 1,0

Ip = 1,0

f. Coeficiente de reducción de fuerza sísmica

considerar

- Si existe irregularidad, R = Ia x Ip x R0

- Si no existe irregularidad, R = R0

R = 7

ANÁLISIS ESTÁTICO DEL PROYECTO – NORMA E.030 2018

g. Periodo fundamental de Vibración

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

$$T = \frac{30.25}{60}$$

T = 0.50 Seg

Ct	35	Pórticos
Ct	45	Muros de Corte
Ct	60	Dual, MDL y Muros estructurales

hn = Altura total de la edificación

h. Coeficiente de Amplificación Sísmica

Periodos "Tp" y "TL"	Perfiles de Suelo			
	S0	S1	S2	S3
	Roca Dura	Suelo muy Rígidos	Suelos Intermedios	Suelos Blandos
Tp	0.3	0.4	0.6	1.0
TL	3.0	2.5	2.0	1.6

Fuente: Elaboración propia

Tenemos:

$$\begin{aligned} T_p &= 0.60 \\ T &= 0.50 \\ T_L &= 2.00 \end{aligned}$$

Según Norma E.030 2018, para hallar C dependerá de que intervalo se encuentre T:

$T < T_p$	$C = 2.5$	$C = 2.5$
$T_p < T < T_L$	$C = 2.5 \cdot (T_p/T)$	$C = 3.0$
$T > T_L$	$C = 2.5 \cdot ((T_p \cdot T_L)/T^2)$	$C = 12$

Entonces utilizamos:

$$C = 2.5$$

i. Fuerza cortante en la base de la Estructura

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

Datos:

$$\begin{aligned} Z &= 0.45 \\ U &= 1.50 \\ C &= 2.50 \\ S &= 1.05 \\ R &= 7 \\ P &= 2521.98 \text{ Ton.} \end{aligned}$$

$$V = 638.38 \text{ toneladas}$$

Comprobando:

$$\frac{C}{R} \geq 0.11$$

$$\frac{C}{R} = 0.357$$

$$0.357 \geq 0.11 \dots \dots \dots \text{CUMPLE}$$

j. Distribución de la Fuerza Sísmica del Edificio

$$F_i = \alpha_i * V$$

$$\alpha_i = \frac{P_i * H_i^k}{\sum P_i * H_i^k}$$

Donde:

T = 0.50 seg.	T ≤ 0.50 seg	K = 1.0
	T ≥ 0.50 seg	K = (0.75 + 0.5 T) ≤ 2.0

Entonces: K = 1.0

Tabla 16: Distribución de Fuerzas Sísmica del Palacio de la Juventud - NTP 2018

Piso	Peso (Ton)	H (m)	Hi (m)	P*Hi ^k	P*Hi ^k (Acum.)	αi	Fi (Ton)
Piso 7	343.8	4.25	30.25	10399.95	43569.99	0.239	152.38
Piso 6	358.02	4.25	26.00	9308.52	33170.04	0.214	136.39
Piso 5	358.02	4.25	21.75	7786.94	23861.52	0.179	114.09
Piso 4	358.02	4.25	17.50	6265.35	16074.58	0.144	91.80
Piso 3	358.02	4.25	13.25	4743.77	9809.23	0.109	69.50
Piso 2	358.02	4.25	9.00	3222.18	5065.47	0.074	47.21
Piso 1	388.06	4.75	4.75	1843.29	1843.29	0.042	27.01

$$\sum F_i = V = 638.38 \text{ Ton.}$$

Fuente: Resultados del análisis mediante ETABS v2016.

k. Control de Deriva en ambas direcciones "X" y "Y"

Tabla 17: Control de Derivas en el Eje "X"- Norma E.030 2018

PISOS	ALTURAS (m)	Δ (m)	DERIVA X	CONTROL
Piso 7	4.25	0.001505	0.000354	SI CUMPLE
Piso6	4.25	0.001122	0.000264	SI CUMPLE
Piso5	4.25	0.002112	0.000497	SI CUMPLE
Piso4	4.25	0.001539	0.000362	SI CUMPLE
Piso3	4.25	0.000676	0.000159	SI CUMPLE
Piso2	4.25	0.000068	0.000016	SI CUMPLE
Piso1	4.75	0.000029	0.000006	SI CUMPLE

Fuente: Resultados del análisis mediante ETABS v2016.

Tabla 18: Control de Derivas en el Eje “Y”- Norma E.030 2018

PISOS	ALTURAS (m)	Δ (m)	DERIVA Y	CONTROL
Piso 7	4.25	0.000769	0.000181	SI CUMPLE
Piso6	4.25	0.000808	0.00019	SI CUMPLE
Piso5	4.25	0.000859	0.000202	SI CUMPLE
Piso4	4.25	0.000774	0.000182	SI CUMPLE
Piso3	4.25	0.000425	0.0001	SI CUMPLE
Piso2	4.25	0.000009	0.000002	SI CUMPLE
Piso1	4.75	0.000005	0.000001	SI CUMPLE

Fuente: Resultados del análisis mediante ETABS v2016.

3.5. ANÁLISIS SÍSMICO DINÁMICO DEL PROYECTO

En este párrafo se procedió a realizar el cálculo dinámico de la estructura en estudio, según la Norma E.030 nos dice que cualquier tipo de estructura evaluada, analizada mediante la norma E.030 de diseño sismorresistente está en condicione aceptables de que la estructura tenga un comportamiento óptimo frente a las sollicitaciones sísmicas que se pudiesen presentar a lo largo de su vida útil.

3.5.1. CÁLCULO DEL ANÁLISIS SÍSMICO DINÁMICO DE LA ESTRUCTURA EN ESTUDIO APLICANDO LA NORMA E.030 2006

Análisis dinámico, En este análisis se calculó la aceleración del suelo, en el que se obtiene un valor de $S_a=2.2$, el cual se calcula de acuerdo al coeficiente de amplificación sísmica, del factor Z, factor de uso, el factor de suelo, dividiendo entre el coeficiente de fuerzas sísmicas y por la gravedad (Ver tabla 21). Y del programa ETABS 2018 se obtienen los periodos y frecuencias del análisis dinámico del edificio.

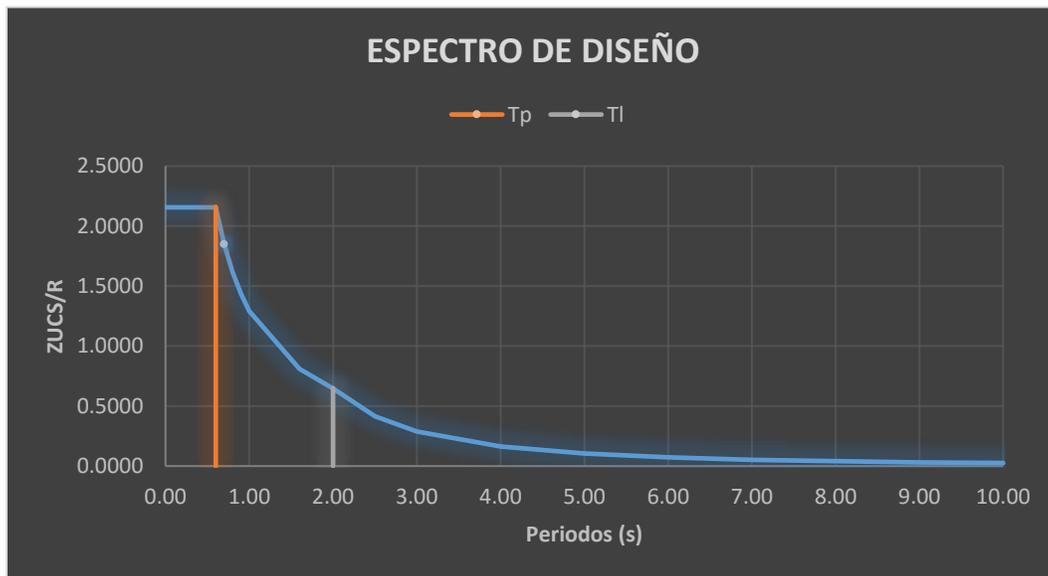
$$S_a = \frac{ZUCS}{R} * g$$

$$S_a = 2.2$$

T	C	ZUCS/R
0.00	2.50	2.1560
0.01	2.50	2.1560
0.02	2.50	2.1560
0.03	2.50	2.1560
0.04	2.50	2.1560
0.05	2.50	2.1560
0.06	2.50	2.1560
0.07	2.50	2.1560
0.08	2.50	2.1560
0.09	2.50	2.1560
0.10	2.50	2.1560
0.20	2.50	2.1560
0.30	2.50	2.1560
0.40	2.50	2.1560
0.50	2.50	2.1560

0.60	2.50	2.1560
0.70	2.14	1.8480
0.80	1.88	1.6170
0.90	1.67	1.4380
1.00	1.50	1.2940
1.60	0.94	0.8090
2.00	0.75	0.6470
2.50	0.48	0.4140
3.00	0.33	0.2880
4.00	0.19	0.1620
5.00	0.12	0.1040
6.00	0.08	0.0720
7.00	0.06	0.0530
8.00	0.05	0.0400
9.00	0.04	0.0320
10.0	0.03	0.0260

Figura 21: Espectro de diseño NTP E.030 2006 - Norma E.030 2006



Fuente: Resultados programa ETABS v2016.

PERIODO Y FRECUENCIA

Tabla 19: *Periodo y Frecuencia - Norma E.030 2006*

Case	Mode	Period	Frequency
		sec	cyc/sec
Modal	1	0.249	4.017
Modal	2	0.172	5.807
Modal	3	0.137	7.289
Modal	4	0.065	15.375
Modal	5	0.048	20.785
Modal	6	0.045	22.211
Modal	7	0.044	22.704
Modal	8	0.042	23.779
Modal	9	0.04	24.879
Modal	10	0.039	25.849
Modal	11	0.037	26.891
Modal	12	0.036	27.927
Modal	13	0.032	31.447
Modal	14	0.031	32.432
Modal	15	0.03	33.304
Modal	16	0.029	34.407
Modal	17	0.029	34.603
Modal	18	0.026	38.228
Modal	19	0.025	39.961
Modal	20	0.024	41.371
Modal	21	0.023	43.429

Fuente: Resultados del análisis mediante ETABS v2016.

TABLA DE CONTROL DE DISTORSIONES DINÁMICO

Tabla 20: *Control de Derivas Sismo "Y" - Norma E.030 2006*

PISOS	ALTURAS (m)	Δ (m)	DERIVA X	CONTROL
Techo	4.25	0.001522	0.000358	SI CUMPLE
Piso6	4.25	0.001653	0.000389	SI CUMPLE
Piso5	4.25	0.001619	0.000381	SI CUMPLE
Piso4	4.25	0.001356	0.000319	SI CUMPLE
Piso3	4.25	0.000752	0.000177	SI CUMPLE
Piso2	4.25	0.000021	0.000005	SI CUMPLE
Piso1	4.75	0.000010	0.000002	SI CUMPLE

Fuente: Resultados del análisis mediante ETABS v2016.

Tabla 21: Control de Derivas Sismo "X"- Norma E.030 2006

PISOS	ALTURAS (m)	Δ (m)	DERIVA X	CONTROL
Techo	4.25	0.002452	0.000577	SI CUMPLE
Piso6	4.25	0.002673	0.000629	SI CUMPLE
Piso5	4.25	0.002652	0.000624	SI CUMPLE
Piso4	4.25	0.002219	0.000522	SI CUMPLE
Piso3	4.25	0.001152	0.000271	SI CUMPLE
Piso2	4.25	0.000038	0.000009	SI CUMPLE
Piso1	4.75	0.000019	0.000004	SI CUMPLE

Fuente: Resultados del análisis mediante ETABS v2016.

3.5.2. CÁLCULO DEL ANÁLISIS SÍSMICO DINÁMICO DE LA ESTRUCTURA EN ESTUDIO APLICANDO LA NORMA E.030 2018

Análisis dinámico, En este análisis se calculó la aceleración del suelo, en el que se obtiene un valor de $Sa=2.53$, el cual se calcula de acuerdo al coeficiente de amplificación sísmica, del factor Z, factor de uso, el factor de suelo, dividiendo entre el coeficiente de fuerzas sísmicas y por la gravedad (Ver tabla 22). Y del programa ETABS 2018 se obtienen los periodos y frecuencias del análisis dinámico del edificio.

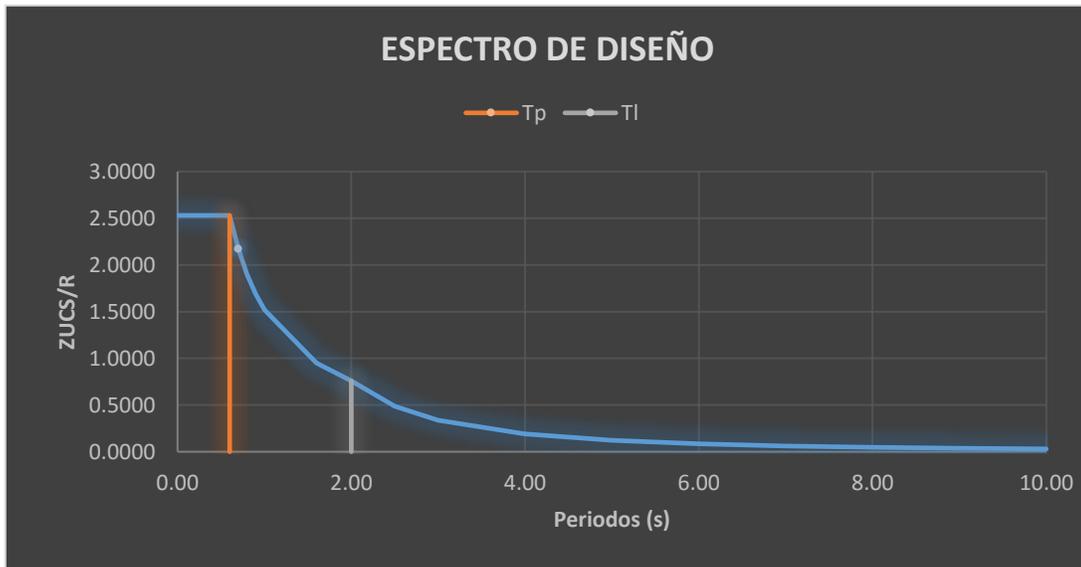
$$Sa = \frac{ZUCS}{R} * g$$

$$Sa = 2.53$$

T	C	ZUCS/R
0.00	2.50	2.5310
0.01	2.50	2.5310
0.02	2.50	2.5310
0.03	2.50	2.5310
0.04	2.50	2.5310
0.05	2.50	2.5310
0.06	2.50	2.5310
0.07	2.50	2.5310
0.08	2.50	2.5310
0.09	2.50	2.5310
0.10	2.50	2.5310
0.20	2.50	2.5310
0.30	2.50	2.5310
0.40	2.50	2.5310
0.50	2.50	2.5310

0.60	2.50	2.5310
0.70	2.14	2.1700
0.80	1.88	1.8980
0.90	1.67	1.6880
1.00	1.50	1.5190
1.60	0.94	0.9490
2.00	0.75	0.7590
2.50	0.48	0.4860
3.00	0.33	0.3380
4.00	0.19	0.1900
5.00	0.12	0.1220
6.00	0.08	0.0840
7.00	0.06	0.0620
8.00	0.05	0.0470
9	0.04	0.0380
10	0.03	0.0300

Figura 22: Espectro de diseño - NTP E.030 2018



Fuente: Resultados programa ETABS v2016.

TABLA DE PERIODO Y FRECUENCIA

Tabla 22: *Periodo y Frecuencia - Norma E.030 2018*

Case	Mode	Period	Frequency
		sec	cyc/sec
Modal	1	0.249	4.017
Modal	2	0.172	5.807
Modal	3	0.137	7.289
Modal	4	0.065	15.375
Modal	5	0.048	20.785
Modal	6	0.045	22.211
Modal	7	0.044	22.704
Modal	8	0.042	23.779
Modal	9	0.04	24.879
Modal	10	0.039	25.849
Modal	11	0.037	26.891
Modal	12	0.036	27.927
Modal	13	0.032	31.447
Modal	14	0.031	32.432
Modal	15	0.03	33.304
Modal	16	0.029	34.407
Modal	17	0.029	34.603
Modal	18	0.026	38.228
Modal	19	0.025	39.961
Modal	20	0.024	41.371
Modal	21	0.023	43.429

Fuente: Resultados del análisis mediante ETABS v2016.

TABLA DE CONTROL DE DISTORSIONES DINÁMICO

Tabla 23: *Control de Derivas "X"- Norma E.030 2018*

PISOS	ALTURAS (m)	Δ (m)	DERIVA X	CONTROL
Piso 7	4.25	0.002151	0.000506	SI CUMPLE
Piso 6	4.25	0.002346	0.000552	SI CUMPLE
Piso 5	4.25	0.002325	0.000547	SI CUMPLE
Piso 4	4.25	0.001947	0.000458	SI CUMPLE
Piso 3	4.25	0.001012	0.000238	SI CUMPLE
Piso 2	4.25	0.000034	0.000008	SI CUMPLE
Piso 1	4.75	0.000014	0.000003	SI CUMPLE

Fuente: Resultados del análisis mediante ETABS v2016.

Tabla 24: Control de Derivas “Y”- Norma E.030 2018

PISOS	ALTURAS (m)	Δ (m)	DERIVA X	CONTROL
Piso 7	4.25	0.002325	0.000547	SI CUMPLE
Piso 6	4.25	0.002338	0.000550	SI CUMPLE
Piso 5	4.25	0.002134	0.000502	SI CUMPLE
Piso 4	4.25	0.001658	0.000390	SI CUMPLE
Piso 3	4.25	0.000846	0.000199	SI CUMPLE
Piso 2	4.25	0.000030	0.000007	SI CUMPLE
Piso 1	4.75	0.000014	0.000003	SI CUMPLE

Fuente: Resultados del análisis mediante ETABS v2016.

3.6. INTERPRETACIÓN Y COMPARACIÓN DE RESULTADOS

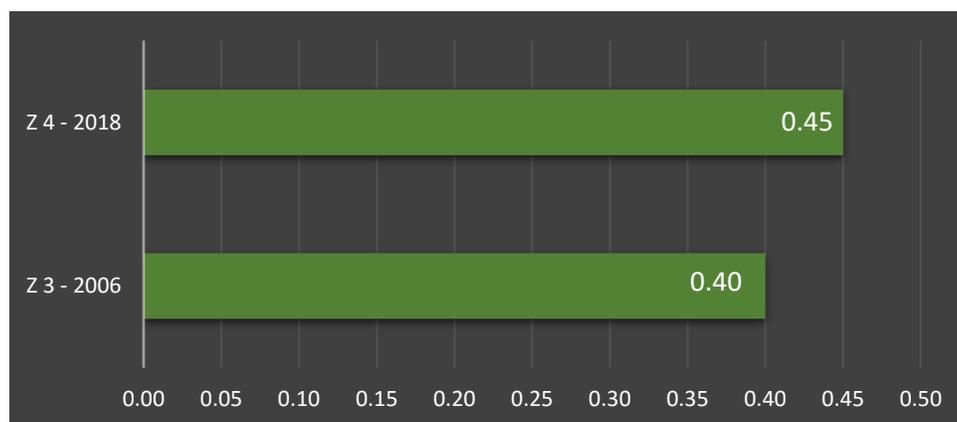


Figura 23: Parámetro de Zonificación del Palacio de la Juventud.

Fuente: Elaboración propia.

Cada norma técnica de diseño sismorresistente está compuesta por diversos indicadores y códigos que desempeñan una labor muy importante al momento de recurrir para el análisis de un edificio, esta tesis por desarrollarse con dos normas de distintos años; la norma E.030 2006 y la norma E.030 2018 diseño sismorresistente, el valor del parámetro de zonificación tiene un incremento de 12.5%, como se puede apreciar, el valor del factor Z que posee la norma E.030 2018 es igual a 0.45g a diferencia de la norma E.030 2006 que tiene un valor de $Z=0.40$ por tratarse de zonas diferentes (zona 3 y 4), esto da a que la estructura tenga un mejor desempeño sísmico gracias a la actualización que tuvo la norma antigua (Ver figura 23).

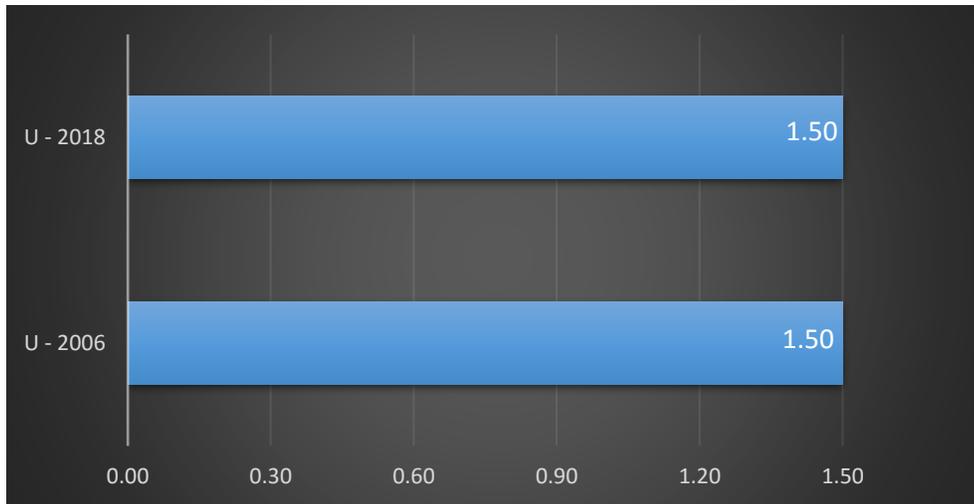


Figura 24: Categoría de uso e importancia.

Fuente: Elaboración propia.

Las constantes actualizaciones que tienen las NTP E.030 diseño sismorresistente hacen que las estructuras estén mejor diseñadas y tengan un mejor comportamiento estructural, pero en algunos casos estas actualizaciones no tienen mayor incidencia, como es el caso del indicador de categoría de uso e importancia de edificación, este no presenta cambio alguno, siendo el valor de $U=1.50$ en la normativa E.030 2006 y del mismo modo para la normativa E.030 2018 (Ver figura 24).

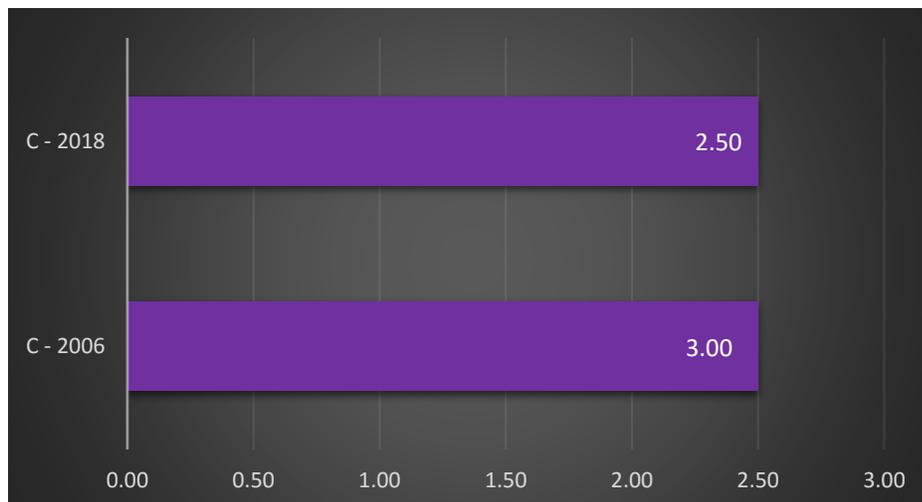


Figura 25: Coeficiente de Amplificación Sísmica.

Fuente: Elaboración propia.

Al ser comparado los resultados del coeficiente de amplificación sísmica nos percatamos que el valor obtenido en la norma es $C=3$, siendo mayor a lo estipulado en la norma E.030 2006. Según la NTP nos dice que C no debería ser mayor a 2.5, de ser así se tomará el mínimo valor dado por la norma. Sabemos que para el cálculo del coeficiente de amplificación sísmica C depende de varios factores: el tipo de suelo (S), el periodo fundamental (T) y los periodos T_p y T_L . (Ver figura 25).

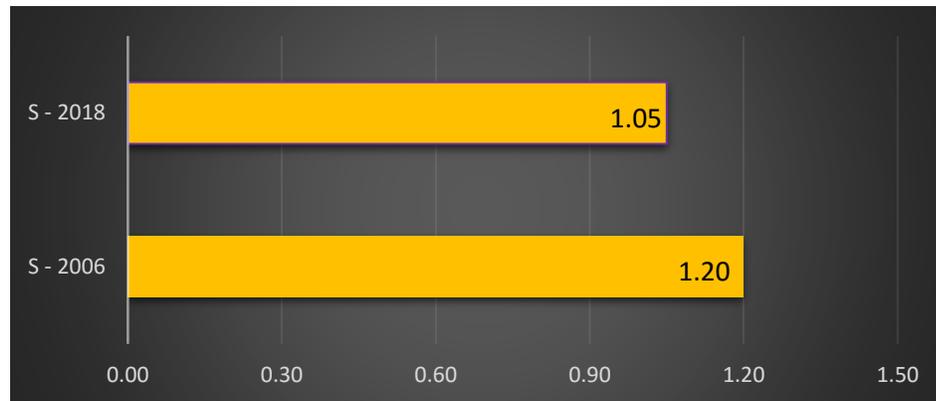


Figura 26: Parámetro de Sitio del Proyecto.
Fuente: Elaboración propia.

Se puede apreciar en la figura 26 que la actualización de la norma E.030 2018 tiene una disminución de -12.50% con respecto a la norma E.030 2006. La diferencia de estos parámetros de sitio es de 0.15 en tanto tendrá incidencias de manera positiva en el comportamiento estructural del edificio (Ver figura 26).

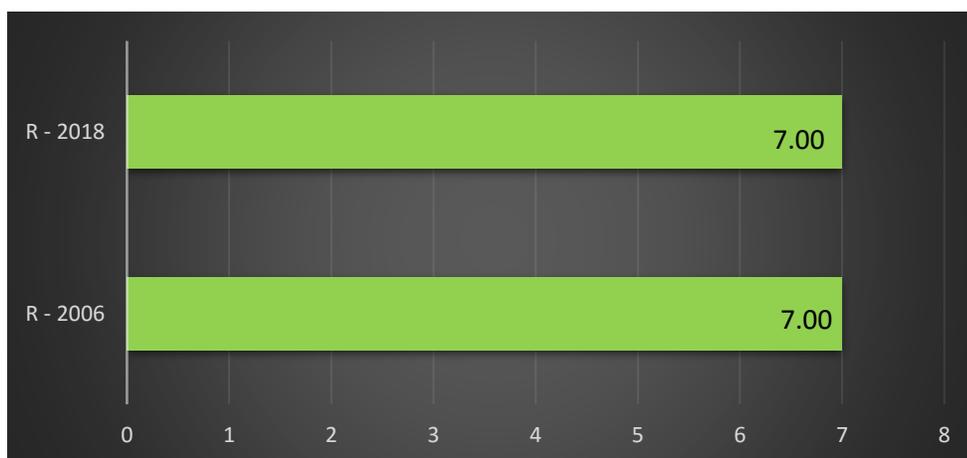


Figura 27: Coeficiente de Reducción Sísmica del Edificio.
Fuente: Elaboración propia.

En este caso el coeficiente de reducción sísmica no varía en ninguno de los dos casos analizados, ya que para las dos normas aplicadas en el proyecto el coeficiente es $R=7.0$. Este resultado no presenta mayor incidencia al momento de efectuar el cálculo para la obtención de la cortante basal (Ver figura 27).

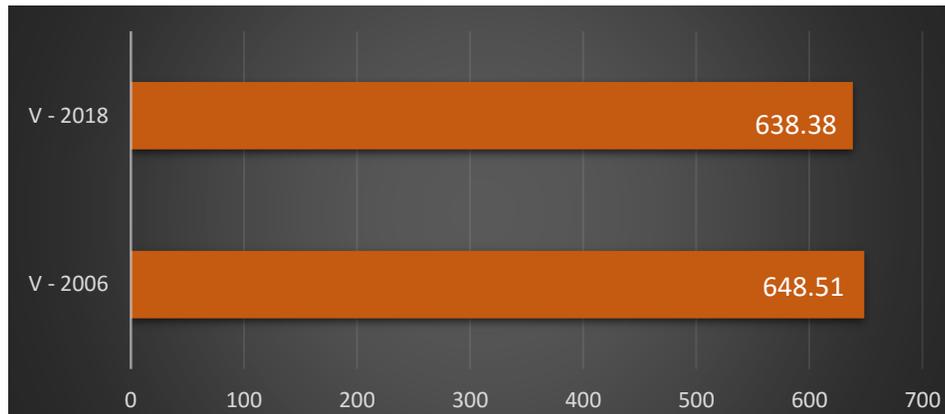


Figura 28: Cortante Basal del Edificio.
Fuente: Elaboración propia.

La figura 28 trata de la cortante basal del edificio, este cálculo se desarrolla mediante la fórmula establecida en la norma E.030 diseño sismorresistente, se debe tener como datos los parámetros necesarios, las cuales son requeridos como importantes para el cálculo. Una vez conocido cada parámetro se obtuvo una cortante basal de $V=648.51$ Ton con la norma E.030 2006 y una cortante basal de $V=638.38$ Ton aplicando la norma E.030 2018, teniendo 1.56% de variación (Ver figura 28).

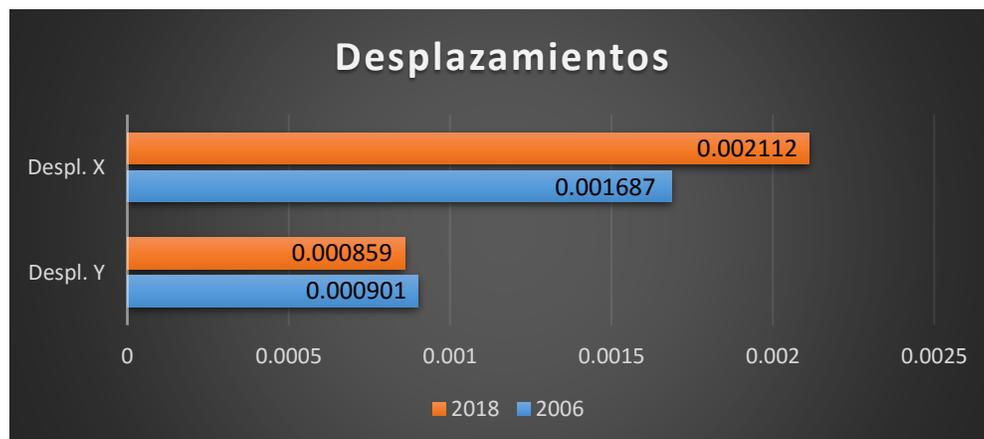


Figura 29: Desplazamientos X - Y
Fuente: Elaboración propia.

Una vez concluido con el análisis se obtiene los desplazamientos para cada sentido X - Y, de acuerdo a las dos normas en estudio. Para la norma E.030 2006 en el eje X tenemos una variación de 25.2% en comparación con la norma E.030 2018 y para el eje Y de la norma E.030 2006 tenemos una variación de 4.66% con respecto a la norma E.030 2018 (Ver figura 29).

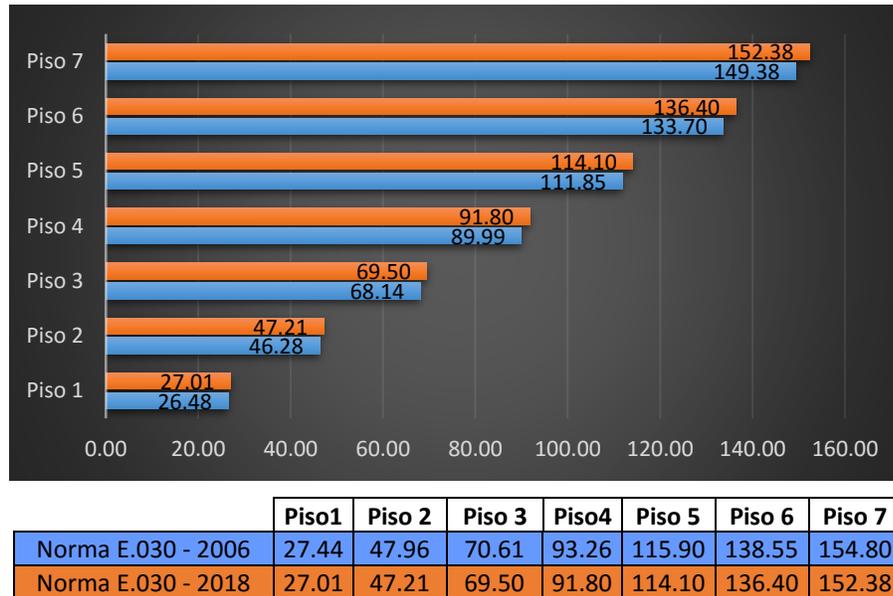


Figura 30: Distribución de Fuerzas del Proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la figura 30 de distribución de las fuerzas del edificio en estudio nos muestra mediante una representación gráfica del tamaño de las fuerzas que produce el sismo en cada piso del proyecto analizado, esto se distribuye de acuerdo a la relación del peso de la edificación, la altura y la cortante basal. La suma total que debe dar por resultado será el mismo valor calculado de la cortante basal. Nos percatamos que la diferencia que existe en los resultados de cada fuerza no tiene una variación significativa (Ver figura 30).

CUADRO DE RESUMEN DE COMPARACIÓN DE RESULTADOS

De acuerdo a las comparaciones realizadas podemos decir que los parámetros sísmicos de la actual norma E.030 2018 son mucho más seguras que la norma E.030 2006, podemos apreciar en la tabla 24 un resumen de los valores alcanzado de cada parámetro por medio del análisis

de la edificación. En algunos casos la norma actual no ha sufrido cambio alguno por lo que estos valores no tienen gran incidencia al momento de haber realizado el análisis estructural.

Tabla 25: Cuadro de resumen de comparación de resultados

PARÁMETROS SÍMICOS	PROYECTO PALACIO DE LA JUVENTUD					
	Nomenclatura	E.030 2006		E.030 2018		%
		Clasificación, tipo Categoría, Uso	Valor	Clasificación, tipo Categoría, Uso	Valor	
Zona	Z	3	0.4	4	0.45	12.50
Parámetro de sitio (suelo)	S	2	1.2	2	1.05	-12.50
		TP	0.6	TP	0.6	0.00
				TL	2	
Categoría de la edificación	U	Esencial	1.5	Esencial	1.5	0.00
Coefficiente básico de Reducción Sísmica	Ro	Sistema Dual	7	Sistema Dual	7	0.00
Regularidad estructural	Regular	la	1	la	1	0.00
		lp	1	lp	1	0.00
Coefficiente de Reducción Sísmica	R	Sistema Dual	7	Sistema Dual	7	0.00
Coefficiente de Amplificación Sísmica	C	T cal. > C	2.5	T cal. < C	2.5	0.00
Peso Sísmico	P	Peso	2521.98 Ton.	Peso	2521.98 Ton.	0.00
Coefficiente de Cortante Basal	Cv	ZUCS/R	0.257	ZUCS/R	0.216	-15.95
Cortante Basal	V	Fuerza Cortante	648.51 Ton.	Fuerza Cortante	638.38 Ton.	-1.60
Desplazamiento	Δ	X	0.001687	X	0.002112	25.19
		Y	0.000901	Y	0.000859	-4.66

Fuente: Elaboración propia.

IV. DISCUSIÓN

4.1. Discusión

Una vez concluido con los análisis e interpretación de los resultados se consiguió la variación que tuvo la norma E.030 2018 con un incremento de 12.50% en el factor de zona en comparación con la antigua norma E.030 2006. Esto se da muchas veces por la ubicación que pueda tener el proyecto que se está desarrollando en la investigación, ya que este factor Z varía de acuerdo al tipo de zona y al peligro sísmico que pueda presentar la edificación (zona 3=0.40g norma E.030 2006 y zona 4=0.45g norma E.030 2018), de este modo el incremento obtenido influirá en el cálculo de la cortante basal del proyecto.

Del mismo modo de los resultados obtenidos se obtuvo que al aplicar la norma E.030 2006 en comparación con la norma E.030 2018 no hubo modificación alguna en la categoría de uso o importancia de la edificación. La categoría o uso de la edificación para ambas normas E.030 diseño sismorresistente el factor de uso o importancia (U) se conserva con los mismos valores, siendo para las edificaciones: menores, comunes = 1.0, importantes = 1.3 y esenciales = 1.5. En esta investigación se evaluó una edificación que pertenece a la categoría esencial, ya que la norma nos menciona que todo proyecto de categoría esencial servirá como refugio para todo tipo de emergencia que involucre pérdidas de vidas después de un desastre ocurrido.

De los análisis obtenidos se conoce que al aplicar la norma E.030 2018 de diseño sismorresistente si hubo una alteración en el parámetro de sitio (factor suelo) en comparación de la aplicación de la norma E.030 2006, teniendo una disminución de -12.50% en el análisis efectuado. El proyecto Palacio de la Juventud se encuentra ubicado en la ciudad de Lima Metropolitana, entonces el parámetro de sitio que le corresponde a este proyecto no tiene similitud en ambos casos, ya que para la norma E.030 2006 le corresponde un $S=1.20$ y para la norma E.030 2018 le corresponde un $S=1.05$, esta disminución influirá en el cálculo de la cortante basal.

Por otro lado, mediante los análisis realizados en el cálculo sísmico del proyecto se sabe mediante la aplicación de la norma E.030 2018 que si hubo una modificación en el coeficiente de amplificación sísmica en comparación con la anterior norma, teniendo que para la norma E.030 2006 es igual a $C=3$ y el coeficiente de amplificación sísmica obtenida con la norma E.030 2018 es igual a $C=2.50$, teniendo una variación de 16.67%, así mismo la norma nos menciona que el valor de C no debe exceder de 2.50, es por ello que el valor asumido para ambos casos en investigación es $C=2.50$.

También, de los cálculos desarrollados se obtuvo que al aplicar la norma E.030 diseño sismorresistente no hubo modificación alguna en ambas normas, por lo que no hubo variación alguna en el cálculo del coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas. Se sabe que este coeficiente dependerá siempre del tipo de sistema que se pretenda evaluar, la norma E.030 diseño sismorresistente nos dice que contamos con 4 tipos de sistemas estructurales, cada una de ellas está conformado por sub sistemas, específicamente mencionamos que para este proyecto el coeficiente básico de reducción sísmica (R_0) es igual a 7.0, ya que el proyecto en estudio es de concreto armado y su sistema es tipo dual.

V. CONCLUSIONES

Conclusiones

Primera: Al realizar el análisis se determinó que la Norma E.030 2018 diseño sismorresistente tienen mayor incidencia en comparación con la norma E.030 2006, esto nos dice que la estructura analizada con la norma E.030 2018 resulta ser más conservadora y tendrá un mejor desempeño sísmico en una edificación de sistema dual.

Segunda: Se determinó la variación que hay entre la comparación de la norma E.030 2006 y la E.030 2018. Pues en este caso del parámetro de zonificación de la norma E.030 2006 diseño sismorresistente pasó de tener un valor de $Z=0.40$ a un valor de $Z=0.45g$ en la norma actual (2018), lo que representa un incremento favorable para el cálculo de la cortante basal. Esto nos dice que el peligro sísmico que tenga la edificación es mucho mayor en la norma E.030 2018, ya que se encuentra en una zona donde pueden ocurrir sismos de mayor magnitud.

Tercera: En el proyecto de investigación la categorización que presenta cada norma no presenta ninguna diferencia en sus valores, esto nos da como conclusión que el proyecto no tendrá ningún tipo de incremento en la cortante basal mediante la aplicación de cada norma, por lo que el peligro sísmico que presente la edificación será el mismo en ambos casos.

Cuarta: Se determinó la alteración que existe en el parámetro de sitio mediante la comparación de la norma E.030 2006 con la norma E.030 2018, dando como resultado una variación independiente de cada norma, teniendo una disminución de 14.3% en comparación de la norma del 2006, esto nos dice que la actualización de la norma influirá en el análisis sísmico de la edificación.

Quinta: Se determinó que no hubo modificación alguna en el coeficiente de amplificación sísmica, en la norma E.030 2006 se obtuvo un valor de 3.0, este valor es mayor en comparación con la norma E.030 2018, pero se optó por utilizar el valor para $C=2.50$

en ambos casos ya que la norma 2006 nos dice que no debe exceder el valor máximo permitido de 2.50.

Sexta: Se determinó que el coeficiente de reducción de fuerzas sísmica con respecto a las dos normas no presenta ningún incremento, cambio ni diferencia, esto se da por que la edificación no presenta irregularidades en planta y altura, teniendo un valor de $R=7.0$ para ambas normas, por lo que no tendrá mayor incidencia en el cálculo de la cortante basal.

Séptima: Al término del análisis sísmico de la estructura se determinó que la cortante basal calculada con la norma E.030 2006 fue 648.51 Ton. y la cortante basal calculada con la norma E.030 2018 fue 638.38 Ton, teniendo una disminución de -1.60%, esto nos dice que en la actualidad la precisión en cálculos es mayor a años anteriores, por lo que se puede lograr un diseño estructural menos robusta y que sea económico, cumpliendo los requisitos necesarios e indispensables para que sea una estructura sismorresistente, ver tabla 25.

Octava: Se determinó que el software ETABS v2016 nos permitió realizar un análisis sísmico y dinámico óptimo debido a las interacciones desarrolladas en el análisis estructural de la estructura, esto nos permitió obtener resultados favorables para el proyecto de investigación en un lapso corto de tiempo planteado.

VI. RECOMENDACIONES

Recomendaciones

Primera: Elaborar y diseñar todo tipo de proyecto empleando los parámetros y códigos que están establecidos en la norma E.030 diseño sismorresistente y estar al tanto de las actualizaciones que se puedan realizar para el correcto diseño de las edificaciones, de este modo se asegurará que las estructuras estarán mejor diseñadas para cualquier evento sísmico en el país.

Segunda: Estar en continúa actualización de las normas para que los profesionales estemos mejor preparados y seguros de lo que estamos construyendo, esto nos llevará a que las edificaciones sean más seguras y estables.

Tercera: Se recomiendan que las estructuras que ya han cumplido su vida útil se realice una adecuada evaluación sísmica mediante la norma E.030 2018, ya que estas edificaciones se ven afectadas por los constantes sismos que ocurren en el país.

Cuarta: Tener presente las constantes actualizaciones de la norma E.030, ya que presenta a menudo variaciones en sus parámetros sísmicos y si se requiere construir estructuras irregulares se debe tener un minucioso cuidado para su respectivo análisis.

Cuarta: Acudir a charlas y a capacitaciones que involucren a las Normas Técnicas Peruanas y al Reglamento Nacional de Edificaciones para que de alguna u otra manera se asegure un mejor análisis acorde a los parámetros establecidos en cada norma, con esto se evitaría un porcentaje positivo en las pérdidas de vidas y los colapsos de las edificaciones.

REFERENCIAS

- AGUIAR, Roberto. Análisis Sísmico de Edificios [en línea] 2008, 15 (Abril): [Fecha de consulta: 15 de agosto] recuperado en: https://www.researchgate.net/profile/Roberto_Aguiar2/publication/279188057_Analisis_Sismico_de_Edificios/links/558d308e08ae591c19da4bb8.pdf
ISBN-13: ISBN-978-9978-30-104-3
- ALFARO, Víctor. Estudio comparativo de la Norma peruana E.030 diseño sismorresistente y la Norma chilena nch433 diseño sísmico de edificios y su aplicación a un edificio de concreto armado. Tacna: Universidad Privada de Tacna, 2017. 128 pp.
- ALIAGA, Javier y VÁSQUEZ, José. Análisis comparativo del diseño estructural aplicando la Norma sismorresistente vigente y el proyecto de Norma, para el proyecto hospital UPAO en la ciudad de Trujillo. Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, 2015. 325 pp.
- Arteaga, Simón, Malavé, Jorge, Olival, José, Comparación del diseño de muros estructurales de concreto armado según FONDONORMA 1753:2006 y ACI 318-14. Revista INGENIERÍA UC [en línea] 2017, 24 (January-April) : [Fecha de consulta: 28 de mayo de 2019] Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=70750544013>
ISSN 1316-6832
- CAMPAÑA, Julio. Análisis comparativo de los sistemas estructurales: Aporticado y muros portantes, edificio de 10 pisos en Quito. Quito: Universidad Central de Ecuador, 2015. 136 pp.
- CCAMA, Jhosemar. Análisis y diseño estructural de edificio de concreto armado y comparación de la Norma de diseño sísmico E030-2006 y la propuesta de norma E030-2014. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2017. 151 pp.
- CARBAJAL, Luis. Análisis comparativo de las normativas de diseño sísmico para edificaciones de Nicaragua y Costa Rica. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, 2016. 189 pp.

- CUTIPA, Susan. Análisis comparativo de la respuesta sísmica de un edificio de concreto armado aplicando las Normas de Diseño Sismorresistente de Perú, Chile, Estados Unidos y Japón. Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2018. 431 pp.
- BHATT, Carlos, BENTO, Rita y PINHO Rui. Análise estática não linear de um edifício na Turquia – Regulamentos americanos vs. Eurocódigo 8. Ingeniería Sísmica e Ingeniería Sísmica [en línea] 2010: [fecha de consulta: 17 de mayo] Disponible en: http://www.3disp.org/images/stories/Conf_Port_Aveir_2.pdf
ISSN: 4830-8475
- CORDOVA, Marcela. Cargas de viento: Una comparación entre la NSR-10 y resultados numéricos con CFD. Santiago de Cali: Universidad de Valle, 2012. 111 pp.
- ETABS Nonlinear Version 9.7.4. Software Integral para Edificaciones. California: Computers and Structures inc., 2005. 242 pp.
- EL PERUANO. Norma Técnica E.030 “Diseño Sismorresistente”. Lima-Perú. 2006.
- EL PERUANO. Norma Técnica E.030 “Diseño Sismorresistente”. Lima-Perú. 2018.
- SHEHATA, Abdel, MOHAMED, Ahmed y TAREK, Alazrak. Evaluation of soil–foundation–structure interaction effects on seismic response demands of multi-story MRF buildings on raft foundations. Springerlink [en línea] 2014: [fecha de consulta: 07 de Noviembre de 2014] Disponible en: file:///C:/Users/Usuariox/Downloads/Evaluation_of_soil_foundation_structure.pdf
ISSN: 1727-9933.
- FLORES, Carlos y GOVEA Fernando. Diseño estructural en concreto armado de un edificio de 16 pisos y un sótano aplicando la nueva Norma E.030-2016 “Diseño sismorresistente”. Arequipa: Universidad Católica de Santa María, 2017. 280 pp.

- GARCIA, Mario y MOSCOSO Darwin. Análisis comparativo de la respuesta sísmica de distorsiones de entrepiso - deriva y fuerzas cortantes de una edificación de concreto armado con sistema dual, mediante los análisis sísmico dinámico, aplicado con la Norma de diseño sismorresistente E.030 del 2016 y la Norma chilena de diseño sísmico de edificios NCh 433.of1996 modificada en 2012. Cusco: Universidad Andina del Cusco, 2016. 214 pp.
- GONZALES, César y VELI, Alfredo. Evaluación del comportamiento sísmico de una edificación con sistema MDL aplicando la NTP E030-2016 y la norma chilena 433-2012. Lima: Universidad de San Martín de Porres, 2016. 99 pp.
- HAYRI, Ozmen1, MEHMET Inel and EMRAH Meral. Evaluation of the main parameters affecting seismic performance of the RC buildings. Academy of sciences [en línea] April 2014, pp. 437–450. Disponible en: <https://www.ias.ac.in/article/fulltext/sadh/039/02/0437-0450>
ISSN: 0523-6485
- HERRERA, R. y UGE, R. Comportamiento Sismo-resistente de tres edificios de mediana altura proyectados según las Normas venezolanas. Revista Gaceta Técnica [en línea] 2015, (Julio): [fecha de consulta: 03 de diciembre de 2015] disponible en: <file:///C:/Users/Usuariox/Downloads/Dialnet-ComportamientoSismoresistenteDeTresEdificiosDeMedi-6521684.pdf>
ISSN: 2477-9539
- Seismic response of high-rise steel framed buildings with Chevron-braced designed according to Venezuelan codes por Herrera Reyes [et al]. Scrip journal [en línea]. Mayo 2012, [fecha de consulta: 12 de julio del 2012] Disponible en: <http://www.scirp.org/journal/ns/>
ISSN: 1727-9933.
- JARAMILLO, Gabriela y ROCHA Maritza. Comparación entre la norma Ecuatoriana de la construcción 2011 y la norma American Society of civil Engineers 07-10 para diseño

Sismorresistente: Corte basal. Quito: Pontificia Universidad Católica de Ecuador, 2013. 207 pp.

- JURADO, Carlos y MENDOZA, Mijaíl. Desempeño sísmico de un edificio Aporticado de 5 pisos diseñado con el Reglamento Nacional de Edificaciones pero aceptando una Deriva Máxima de 1%. Lima: Pontificia Universidad Católica de Ecuador, 2012. 99 pp.
- LANZA, Freddy, PUENTES, Scarlet y VILLALOBOS, Fernando. Estudio comparativo de la norma sismorresistente venezolana actual con códigos sísmicos de otros países. Revista INGENIERÍA UC [en línea] 2003, 10 (diciembre): [Fecha de consulta: 13 de marzo de 2019] recuperado en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=70710307>> ISSN: 1316-6832.
- LEVEAU, Fernando. Análisis comparativo de los parámetros de la nueva y anterior Norma E.030 aplicado en un sistema dual - Tarapoto 2017. Tarapoto: Universidad César Vallejo, 2017. 219 pp.
- LEÓN, Maycol y GUTIÉRREZ, Sergio. Comparación estructural y económica de edificio de 7 pisos ante cambio de la Norma E.030 Diseño sismorresistente. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2018. 91 pp.
- L. Pujades, A. Barbat y N. Lantada. “Evaluación del riesgo sísmico en zonas urbanas: desarrollo de escenarios”. Revista internacional de Ingeniería de Estructuras. Vol. 12, 1. 1 – 28. ESPE, Quito – Ecuador. 2007. ISSN 1390-0315.
- LOA, Gustavo. Evaluación del desempeño sísmico de tres opciones de reforzamiento incremental en edificaciones educativas típicas construidas antes de 1997. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2017. 70 pp.
- Effect of Soil Classification on Seismic Behavior of SMFs considering Soil-Structure Interaction and Near-Field Earthquakes por Mansouri Iman [et al]. Department of Civil

Engineering, Birjand University of Technology [en línea]. June de 2018 [fecha de consulta: 8 October 2018] Disponible en: <file:///C:/Users/Usuariox/Downloads/4193469.pdf>
ISSN: 1958-8480

- MÁLAGA, José. Estudio comparativo de distintas normas internacionales respecto a la aplicación de los espectros sísmicos de respuesta. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, 2015. 109 pp.
- Martínez Rodríguez, Lucas de la C., Llanes Burón, Carlos, Algunos comentarios con relación a la nueva propuesta de Norma Sismorresistente. Revista de Arquitectura e Ingeniería [en línea] 2016, 10 (Diciembre-Sin mes): [Fecha de consulta: 28 de mayo de 2019] Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193949520001>
ISSN: 1990-8830
- MARTEL S., Comparación de la Norma Técnica de Edificación E.030 Diseño Sismorresistente 1997 vs. La Norma Básica de Diseño Sismorresistente 1977, aplicadas en el Perú Centros Educativos INFES (Región Sur – Arequipa, afectados por el sismo del 23 de junio del 2001). Lima: Instituto de Investigación de la facultad de Ingeniería Civil. 2004. 134 pp.
- MORENO, R. y BAIRÁN M. Análisis del comportamiento sísmico de los edificios de obra de fábrica, típicos del distrito Eixample de Barcelona. Informes de la construcción [en línea] 2011, (Octubre-Diciembre): [fecha de consulta: Diciembre del 2011] disponible en: <http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/1285/1368>.
ISSN: 0020-0883.
- National Institute of Standards and Technology, N. Comparison of U.S and Chilean Building Code Requirements and Seismic Design Practice 1985-2010. EE.UU. U.S. Department of Commerce, 2012. 110 pp.

- NEGRINIA, Giuseppe. Análisis comparativo de la Norma Sismorresistente en estructuras de concreto armado. Piura: Universidad de Piura, 2002. 120 pp.
- RAMIREZ, Jessica y SÁNCHEZ, Jorge. Comportamiento estructural de edificaciones medianas irregulares de sistema DUAL, aplicando la Norma E.030 del 2006 y el proyecto de Norma 2014 en Lima metropolitana. Lima: Universidad de San Martín de Porres, 2015. 165 pp.
- RETAMOZO, Geovani. Comparación de la Normas E-030 2006 – 2016 en el diseño estructural de un edificio en el distrito de Huancayo. Huancayo: Universidad Peruana los Andes, 2016. 248 pp.
- Rincón, J., León, J., Gratero, J. Análisis comparativo de los modelos HEC-RAS y BRISTARS en la evaluación hidráulica de puentes considerando el lecho fijo. Revista INGENIERÍA UC [en línea] 2015, 22 (Diciembre-Sin mes): [Fecha de consulta: 28 de mayo de 2019] Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=70745268005>>
ISSN 1316-6832
- Ronald–David, Ugel, Herrera Reyes, Indira, Pérez, Sigit, López, Leonardo, Estudio comparativo de la respuesta sismo–resistente de edificios de acero de gran altura con dos tipos de rigidizadores laterales. Revista INGENIERÍA UC [en línea] 2015, 22 (Diciembre-Sin mes): [Fecha de consulta: 28 de mayo de 2019] Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=70745268002>>
ISSN 1316-6832
- SANTOYO, César. Análisis y Diseño Estructural comparativo entre el sistema de muros de Ductilidad Limitada y albañilería confinada de una vivienda en la ciudad de Lircay [en línea] 2015, 22 (Marzo): [Fecha de consulta: 15 de junio] recuperado en: <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/280>
ISSN: 3736-8542

- Silva O., Marlyn S., Soto, Francisco, Instrumentación sísmica de edificios inteligentes para la medición de desplazamientos laterales (Estructuras Aporticadas). Revista INGENIERÍA UC [en línea] 2016, 23 (January-April) : [Fecha de consulta: 28 de mayo de 2019] Disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=70745478011>>
ISSN 1316-6832
- TAIPE, Javier. Criterio de diseño por desempeño para la Norma peruana de Diseño Sismorresistente. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2003. 142 pp.
- VALERAZO, Marlon, SUAREZ, Vinicio, ZAPATA, Yorky y MOROCHO, José. Análisis comparativo de Pórticos diseñados con varios códigos sismorresistentes [s.a.]. Universidad Técnica Particular de Loja. ECUADOR. <<http://www.utpl.edu.ec/ucg/images/stories/Investigaciones/valarezo-suarezzapatamorocho.pdf>>
- Vielma, Juan Carlos, Barrios, Angely, Alfaro, Anny. Evaluación numérica de la respuesta sísmica de edificio dañado por el terremoto de Tucacas de 2009. Revista INGENIERÍA UC [en línea] 2013, 20 (Septiembre-Diciembre) : [Fecha de consulta: 28 de mayo de 2019] Disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=70732641003>>
ISSN 1316-6832
- VILLACÍS, Christian. Factores de reducción de respuesta sísmica, coeficientes de configuración estructural y control de deformaciones para la nueva Norma ecuatoriana de la construcción NEC-2011. Quito: Universidad San Francisco de Quito, 2011. 111 pp.
- Vielma Pérez, Juan Carlos, Mendoza, Eurimar, Respuesta sísmica de pórticos de acero con diagonales concéntricas tipo V invertida diseñados conforme a las normas venezolanas. Revista INGENIERÍA UC [en línea] 2011, 18 (Enero-Abril) : [Fecha de consulta: 28 de mayo de 2019] Disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=70723245011>>
ISSN 1316-6832

- YEPEZ, Fabricio, *et al.* Análisis comparativo de los requisitos del CEC-1979 y de la nueva propuesta de código CEC-2000 para estructuras aporricadas de hormigón armado. Ponencia. Quito: Pontificia Universidad Católica de Ecuador, 2000. 210 pp.

ANEXOS

ANEXO I

MATRIZ DE CONSISTENCIA

ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE CONCRETO ARMADO APLICANDO LAS NORMAS E.030 2006 Y LA E.030 2018 DISEÑO SISMORRESISTENTE, 2019

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS PRINCIPAL	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METOD.
¿El análisis del diseño estructural de un edificio de sistema dual se verá afectado por la aplicación de la Norma E.030 2018 en comparación con la Norma E.030 2006 diseño sismorresistente?	Determinar la variación del análisis estructural de un edificio de sistema dual aplicando la Norma E.030 2018 en comparación con la Norma E.030 2006 diseño sismorresistente.	El análisis del diseño estructural de un edificio de sistema dual varía aplicando la Norma E.030 2018 en comparación con la Norma E.030 2006 diseño sismorresistente.	VI			
			La norma E.030 diseño Sismorresistente	Parámetro de Zonificación	Z1, Z2 Z3, Z4	DISEÑO No experimental
				Parámetro de Sitio (perfiles de suelo)	S1, S2 S3, S4	
				Coefficiente de Amplificación Sísmica	C	
				Factor de Reducción Sísmica	R	
			VD			TIPO: Cuantitativa
¿El análisis del diseño estructural de un edificio de sistema dual se verá alterado por la aplicación de los parámetros de sitio de la Norma E.030 2018 en comparación con la Norma E.030 2006 diseño sismorresistente?	Determinar la alteración del análisis estructural de un edificio de sistema dual mediante la aplicación de los parámetros de sitio de la Norma E.030 2018 en comparación con la Norma E.030 2006 diseño sismorresistente.	El análisis del diseño estructural de un edificio de sistema dual es alterado por la aplicación de los parámetros de sitio de la Norma E.030 2018 en comparación con la Norma E.030 2006 diseño sismorresistente.		Comportamiento Sísmico	Desplazamiento Rigidez	
¿El análisis del diseño estructural de un edificio de sistema dual será modificado por la aplicación del coeficiente de amplificación sísmica de la Norma E.030 2018 en comparación con la Norma E.030 2006 diseño sismorresistente?	Determinar la modificación del análisis del diseño estructural de un edificio de sistema dual mediante la aplicación del coeficiente de amplificación sísmica de la Norma E.030 2018 en comparación con la Norma E.030 2006 diseño sismorresistente.	El análisis del diseño estructural de un edificio de sistema dual es modificado por la aplicación del coeficiente de amplificación sísmica de la Norma E.030 2018 en comparación con la Norma E.030 2006 diseño sismorresistente.	Diseño estructural	Peligro Sísmico	Fuerza Cortante Falla Estructural	NIVEL: Descriptiva
				Análisis Sísmico	Estático Dinámico	
¿El análisis del diseño estructural de un edificio de sistema dual se verá afectado por la aplicación del coeficiente de reducción sísmica de la Norma E.030 2018 en	Determinar la variación del análisis estructural de un edificio de sistema dual mediante la aplicación del coeficiente de reducción sísmica de la Norma E.030 2018 en	El análisis del diseño estructural de un edificio de sistema dual varía por la aplicación del coeficiente de reducción sísmica de la Norma E.030 2018 en		Desempeño Sísmico	Deformaciones	

comparación con la Norma E.030 2006 diseño sismorresistente?	comparación con la Norma E.030 2006 diseño sismorresistente.	comparación con la Norma E.030 2006 diseño sismorresistente.			Frecuencia de Eventos Sísmicos	
--	--	--	--	--	--------------------------------	--

ANEXO II

Instrumentos validados

VALIDACIÓN DEL EXPERTO

I. DATOS DEL EXPERTO

Nombres y Apellidos: Marcos Martínez Sánchez

Especialidad: Ing. Civil Fecha: 10-07-2019

II. OBSERVACIONES

Para el desarrollo de la presente investigación es importante contar con documentos que faciliten el desarrollo de la presente tesis, estos documentos son los planos de arquitectura y estructuras EHS, los parámetros urbanísticos y un software para el modelamiento estructural, luego aplicará la norma E-030 2006 y la norma E-030 2018 por lo cual se valida la presente investigación para que pueda culminar de manera satisfactoria su investigación.

III. VALIDACIÓN

SI

NO

Procede su aplicación

Marcos Martínez Sánchez
ING. CIP MARCO ANTONIO
MARTÍNEZ SÁNCHEZ
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 216106

Firma y Sello



FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

PROYECTO: "Análisis comparativo del diseño estructural de un edificio de concreto armado (dual) aplicando las normas E.030 2006 y la E.030 2018 diseño sismorresistente, 2019"

AUTOR: Jhosel Tacuche Paredes

I. INFORMACIÓN GENERAL

Ubicación			
Distrito		Altitud	
Provincia		Latitud	
Región		Longitud	Evaluación

II. LA NORMA E.030 DISEÑO SISMORRESISTENTE

Parámetro de Zonificación

Z1	Z2	Z3	Z4	0.9
----	----	----	----	-----

Parámetro de Sitio (perfiles de suelo)

S1	S2	S3	S4	1
----	----	----	----	---

III. DISEÑO ESTRUCTURAL

Comportamiento Sísmico

Muro Estructural	Dual, MDL		0.9
------------------	-----------	--	-----

Tipo de Análisis Sísmico

Estático	Dinámico		0.8
----------	----------	--	-----

Desempeño Sísmico

Deformaciones	Frecuencia de Eventos Sísmicos		1
---------------	--------------------------------	--	---

Apellidos y Nombres	MARCO MARTINEZ SANCHEZ
Profesión	ING. CIVIL
Registro CIP N°	216106
Email	marko50000ms@gmail.com
Teléfono	941028400


 ING. CIP MARCO ANTONIO
 MARTINEZ SANCHEZ
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 216106



VALIDACIÓN DEL EXPERTO

I. DATOS DEL EXPERTO

Nombre y Apellidos: AYBAR ARRIOLA GUSTAVO ADOLFO

Especialidad: ING. CIVIL Fecha: 08/07/2019

II. OBSERVACIONES

Para el desarrollo de la presente tesis del sr. Jhosel Taucche Porcedes, se requiere contar con los planos de la estructura, certificados de los parámetros urbanísticos, software ETABS, EMS lo cual aplicando la norma E.030 2006 diseño sísmorresistente y comparado con la norma E.030 2018 se procederá a realizar un cuadro comparativo - El tesisista cuenta con todos los documentos por lo que valido su firma de investigación.

III. VALIDACIÓN



SI



NO

Procede su aplicación


Firma y Sello
GUSTAVO ADOLFO
AYBAR ARRIOLA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 47898



FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

PROYECTO: "Análisis comparativo del diseño estructural de un edificio de concreto armado (dual) aplicando las normas E.030 2006 y la E.030 2018 diseño sismorresistente, 2019"

AUTOR: Jhosel Tacuche Paredes

I. INFORMACIÓN GENERAL

Ubicación				Evaluación
Distrito		Altitud		
Provincia		Latitud		
Región		Longitud		

II. LA NORMA E.030 DISEÑO SISMORRESISTENTE

Parámetro de Zonificación

Z1	Z2	Z3	Z4	1
----	----	----	----	---

Parámetro de Sitio (perfiles de suelo)

S1	S2	S3	S4	1
----	----	----	----	---

III. DISEÑO ESTRUCTURAL

Comportamiento Sísmico

Muro Estructural	Dual, MDL		0.8
------------------	-----------	--	-----

Tipo de Análisis Sísmico

Estático	Dinámico		1
----------	----------	--	---

Desempeño Sísmico

Deformaciones	Frecuencia de Eventos Sísmicos		0.8
---------------	--------------------------------	--	-----

Apellidos y Nombres	AYBAR ARRIOLA GUSTAVO ADOLFO		
Profesión	ING. CIVIL		
Registro CIP N°	47898		
Email	gaybar@hotmail.com		
Teléfono	995220086		

GUSTAVO ADOLFO
AYBAR ARRIOLA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 47898

ANEXO III

Estudio de Mecánica de Suelo

ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION

CREACION E IMPLEMENTACION DEL PALACIO MUNICIPAL DE LA JUVENTUD EN EL AMBITO DE LA INFLUENCIA DE PUENTE PIEDRA

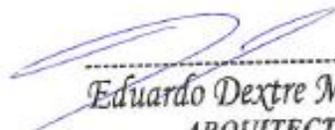
2.0 GEOLOGIA Y SISMICIDAD

2.1 Geología.

El Terreno en estudio, está ubicado en la Región de la Costa Central del Perú, en la ciudad de Lima, en la provincia y departamento de Lima. De acuerdo al Mapa Geológico del Cuadrángulo de Lima (hoja 24-I, Boletín N°43 del INGEMET), se identificó en el área de Estudio un grupo litológico principal constituido por un depósito de sedimentos de tipo aluvial cuya edad geológica pertenece al cuaternario (Qp-al). En el área en estudio no se determinó la presencia del nivel freático hasta la profundidad explorada. Asimismo no se determinó la presencia de estructuras geológicas importantes, como fallas, discordancias, grietas pronunciadas, etc. Ver Anexo II Figura 4.

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

La litología del suelo fue caracterizado por un suelo del tipo transportado, identificándose en superficie material arcilloso, continuando con suelos gravas de grandes potencias de estratos, arenosas y arcillosas. Siendo permeable y de alta resistencia en el Centro de Lima.


Eduardo Dextre Morimoto
ARQUITECTO
CAR 2839

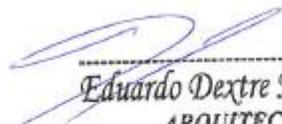

 Manuel Emilio Calacra Muñoz Buiton
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 48497

2.2 Sismicidad

De acuerdo al Nuevo Mapa de Zonificación Sísmica del Perú, según la nueva Norma Sismo Resistente (NTE E-030) y del Mapa de Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas observadas en el Perú, presentado por Alva Hurtado (1984), el cual se basó en isosistas de sismos peruanos y datos de intensidades puntuales de sismos históricos y sismos recientes; Se concluye que el área en estudio se encuentra dentro de la zona de Sismicidad (zona 4), existiendo la posibilidad de que ocurran sismos de intensidades tan considerables como VIII a IX en la escala Mercalli Modificada. (Ver figura N°2 " Zonificación Sísmica del Perú" y Figura N°3 "Mapa de Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas".)

De acuerdo con la nueva Norma Técnica NTE E-30 y el predominio del suelo bajo la cimentación, se recomienda adoptar en los Diseños Sismo - Resistentes, los siguientes parámetros:

Factor de zona	: $Z=0.45$
Factor de ampliación del suelo	: $S=1.05$
Periodos de los espectros	: $T_P(s) = 0.60$
	: $T_L(s) = 2.00$


Eduardo Dextre Morimoto
ARQUITECTO
CAR 2839


 Mariela Emilia González Muñoz Betton
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 43897

ANEXO IV

Parámetros Urbanísticos



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUENTE PIEDRA
 GERENCIA DE DESARROLLO URBANO
 SUB GERENCIA DE OBRAS PRIVADAS Y HABILITACIONES URBANAS

"AÑO DE LA CONSOLIDACIÓN DEL MAR DE GRAU"



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUENTE PIEDRA
 GERENCIA DE DESARROLLO URBANO
 SUB GERENCIA DE OBRAS PRIVADAS Y HABILITACIONES URBANAS
 "AÑO DEL BUEN SERVICIO AL CIUDADANO"

INFORME N° 76 -2017/ MASM-SGOPHU-GDU-MDPP

A : ING. ELENA VASQUEZ CUZCO
 Subgerente de Estudios y Proyectos

DE : ING. MARIO ALDO SANCHEZ MANTERO
 Sub. Gerente de Obras Privadas y Habilitaciones Urbanas

Asunto : Complejo Deportivo Gallo de Oro
 Fecha : Puente Piedra, 03 de Mayo de 2017

1. AREA

Área : 20.895 m² (según base grafica de datos)

La MDPP. Certifica Que Al Terreno Indicado Le Corresponde Los Sigüentes Parámetros:

2. PARÁMETROS URBANÍSTICOS Y EDIFICATORIOS

Zonificación	: Otros Usos (OU)
Área de Tratamiento Normativo - Estructuración	: 1

Usos permitidos	: otros usos (OU)
Usos Compatibles	: otros usos (OU)
Lote Mínimo	: según entorno
Frente Mínimo	: según entorno
Altura de la Edificación	: según entorno
Porcentaje de Área Libre	: según entorno
Coefficiente de Edificación (Máx.)	: No Exigible
Retiros	: Frontal en avenida 3.00 ml, frente a calle o Jrón 1.50 ml, frente a pasaje 0.00 ml.
Alineamiento de fachada	: 15 ml. Al eje de la Av. Lecaros A/2+r ⁽¹⁾
Espacio de Estacionamiento	: 1/Cada Viv. Unif. / 1/Cada 02 vlv. Multif.

Nota:

- (1) A: ancho de vía; r: retiro
- (2) Se verifica el alineamiento predominante por consolidación (80% más uno) de los predios edificados a ambos lados de la vía pública correspondiente en el que se constata retiro 0.00ml, desde el límite de propiedad hacia la edificación.

ANEXO V

Calculo del Análisis Estructural Lineal

1. CÁLCULO EDIFICIO PALACIO DE LA JUVENTUD – NORMA E.030 2006

a. Zonificación

Zona: 3

Z=0.40

b. Parámetro de sitio

Tipo de suelo: S2

S₂=1.20

T_p=0.60

c. Categoría del proyecto

Categoría: Edificaciones esenciales - A

U=1.50

d. Coeficiente Básico de reducción de fuerzas sísmicas

Categoría: Concreto Armado: Sistema Dual

R₀ = 7

e. Regularidad Estructural

Estructura regular

I_a = 1,0

I_p = 1,0

f. Coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas

considerar

- Si existe irregularidad, R = I_a x I_p x R₀

- Si no existe irregularidad, R = R₀

R = 7

ANÁLISIS ESTÁTICO DEL PROYECTO – NORMA E.030 2006

g. Periodo fundamental

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

$$T = \frac{30.25}{60}$$

T = 0.50 seg

C _t	35	Pórticos
C _t	45	Muros de Corte
C _t	60	Dual, MDL y Muros estructurales

h_n = Altura total de la edificación (Se considera desde el 00+000)

h. Coeficiente de amplificación sísmica “C”

$$C = 2.5 * \left(\frac{T_p}{T}\right) \leq 2.5$$

$$C = 2.5 * \frac{0.60}{0.50}$$

$$C = 3.00$$

Si $C \geq 2.50$ se asume $C=2.50$, Entonces por Norma E.030 2006 se asume:

$$C = 2.50$$

i. Fuerza cortante en la base de la Estructura

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

Datos:

Z=0.40
U=1.50
C=2.50
S=1.20
R=7
P= 2521.98 Ton.

$$V = 648.51 \text{ Ton.}$$

Comprobando:

$$\frac{C}{R} \geq 0.125$$

$$\frac{C}{R} = 0.357$$

$$0.357 \geq 0.125 \dots \text{CUMPLE}$$

j. Distribución de la Fuerza Sísmica del Edificio

Tabla 12: *Peso de la Edificación*

Piso	Peso	
Piso 7	343.803	Ton
Piso 6	358.024	Ton
Piso 5	358.024	Ton
Piso 4	358.024	Ton
Piso 3	358.024	Ton
Piso 2	358.024	Ton
Piso 1	388.055	Ton
Peso total de la Edificación	2521.98	Ton

Fuente: Resultados del análisis mediante ETABS v2016

$$F_a = 0.07 * T * V \leq 0.15 * V$$

$$F_a = 22.70 \text{ Ton.} \leq 97.28 \dots \dots \dots \text{CUMPLE}$$

$$F_i = \frac{P_i * H_i}{\sum P_i * H_i} * (V - F_a)$$

Dónde: $V - F_a = 625.81 \text{ Ton.}$

Tabla 13: Distribución de Fuerzas Sísmica del Palacio de la Juventud - NTP 2006

Piso	Peso (Ton)	H (m)	Hi (m)	P*Hi	P*Hi (Acum.)	Fi (Ton)
Piso 7	343.8	4.25	30.25	10399.95	43569.99	149.38
Piso 6	358.02	4.25	26	9308.52	33170.04	133.70
Piso 5	358.02	4.25	21.75	7786.935	23861.52	111.85
Piso 4	358.02	4.25	17.5	6265.35	16074.58	89.99
Piso 3	358.02	4.25	13.25	4743.765	9809.23	68.14
Piso 2	358.02	4.25	9	3222.18	5065.47	46.28
Piso 1	388.06	4.75	4.75	1843.285	1843.29	26.48

Fuente: Resultados del análisis mediante ETABS v2016

$$V - F_a = \sum F_i = 625.81 \text{ Ton.}$$

k. Control de Deriva en ambas direcciones "X" y "Y"

Tabla 14: Control de Derivas en el Eje "X"- Norma E.030 2006

PISOS	ALTURAS (m)	Δ (m)	DERIVA X	CONTROL
Piso 7	4.25	0.001479	0.000348	SI CUMPLE
Piso 6	4.25	0.001645	0.000387	SI CUMPLE
Piso 5	4.25	0.001687	0.000397	SI CUMPLE
Piso 4	4.25	0.001475	0.000347	SI CUMPLE
Piso 3	4.25	0.000808	0.000190	SI CUMPLE
Piso 2	4.25	0.000026	0.000006	SI CUMPLE
Piso 1	4.75	0.000014	0.000003	SI CUMPLE

Fuente: Resultados del análisis mediante ETABS v2016.

Tabla 15: Control de Derivas en el Eje “Y”- Norma E.030 2006

PISOS	ALTURAS (m)	Δ (m)	DERIVA Y	CONTROL
Piso 7	4.25	0.000812	0.000191	SI CUMPLE
Piso 6	4.25	0.000893	0.000210	SI CUMPLE
Piso 5	4.25	0.000901	0.000212	SI CUMPLE
Piso 4	4.25	0.000786	0.000185	SI CUMPLE
Piso 3	4.25	0.000459	0.000108	SI CUMPLE
Piso 2	4.25	0.000113	0.000003	SI CUMPLE
Piso 1	4.75	0.000010	0.000002	SI CUMPLE

Fuente: Resultados del análisis mediante ETABS v2016.

1.1. Análisis Dinámico - NORMA E.030 2006

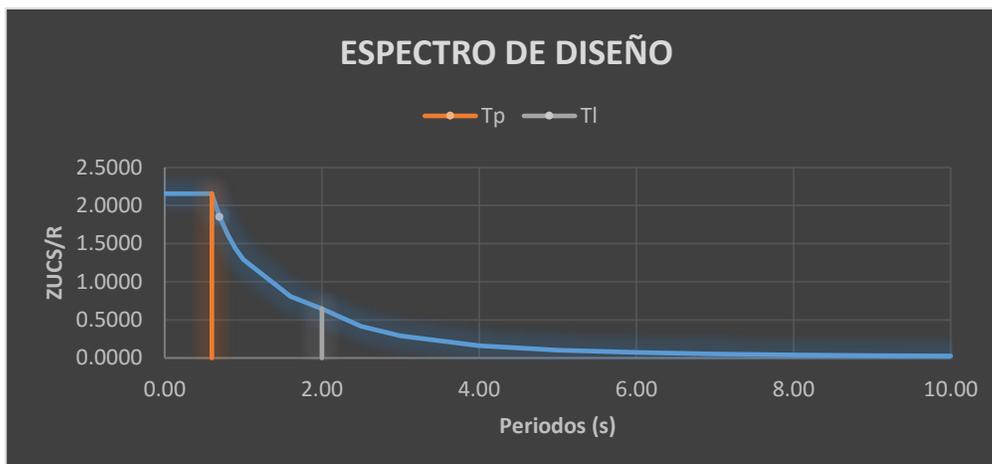
$$S_a = \frac{ZUCS}{R} * g$$

$$S_a = 2.2$$

T	C	ZUCS/R
0.00	2.50	2.1560
0.01	2.50	2.1560
0.02	2.50	2.1560
0.03	2.50	2.1560
0.04	2.50	2.1560
0.05	2.50	2.1560
0.06	2.50	2.1560
0.07	2.50	2.1560
0.08	2.50	2.1560
0.09	2.50	2.1560
0.10	2.50	2.1560
0.20	2.50	2.1560
0.30	2.50	2.1560
0.40	2.50	2.1560
0.50	2.50	2.1560

0.60	2.50	2.1560
0.70	2.14	1.8480
0.80	1.88	1.6170
0.90	1.67	1.4380
1.00	1.50	1.2940
1.60	0.94	0.8090
2.00	0.75	0.6470
2.50	0.48	0.4140
3.00	0.33	0.2880
4.00	0.19	0.1620
5.00	0.12	0.1040
6.00	0.08	0.0720
7.00	0.06	0.0530
8.00	0.05	0.0400
9.00	0.04	0.0320
10.0	0.03	0.0260

Figura 21: Espectro de diseño NTP E.030 2006 - Norma E.030 2006



Fuente: Resultados programa ETABS v2016.

PERIODO Y FRECUENCIA

Tabla 19: *Periodo y Frecuencia - Norma E.030 2006*

Case	Mode	Period	Frequency
		sec	cyc/sec
Modal	1	0.249	4.017
Modal	2	0.172	5.807
Modal	3	0.137	7.289
Modal	4	0.065	15.375
Modal	5	0.048	20.785
Modal	6	0.045	22.211
Modal	7	0.044	22.704
Modal	8	0.042	23.779
Modal	9	0.04	24.879
Modal	10	0.039	25.849
Modal	11	0.037	26.891
Modal	12	0.036	27.927
Modal	13	0.032	31.447
Modal	14	0.031	32.432
Modal	15	0.03	33.304
Modal	16	0.029	34.407
Modal	17	0.029	34.603
Modal	18	0.026	38.228
Modal	19	0.025	39.961
Modal	20	0.024	41.371
Modal	21	0.023	43.429

Fuente: Resultados del análisis mediante ETABS v2016.

TABLA DE CONTROL DE DISTORSIONES DINÁMICO

Tabla 20: Control de Derivas Sismo "Y" - Norma E.030 2006

PISOS	ALTURAS (m)	Δ (m)	DERIVA X	CONTROL
Techo	4.25	0.002452	0.000577	SI CUMPLE
Piso6	4.25	0.002673	0.000629	SI CUMPLE
Piso5	4.25	0.002652	0.000624	SI CUMPLE
Piso4	4.25	0.002219	0.000522	SI CUMPLE
Piso3	4.25	0.001152	0.000271	SI CUMPLE
Piso2	4.25	0.000038	0.000009	SI CUMPLE
Piso1	4.75	0.000019	0.000004	SI CUMPLE

Fuente: Resultados del análisis mediante ETABS v2016.

Tabla 21: Control de Derivas Sismo "X" - Norma E.030 2006

PISOS	ALTURAS (m)	Δ (m)	DERIVA X	CONTROL
Techo	4.25	0.001522	0.000358	SI CUMPLE
Piso6	4.25	0.001653	0.000389	SI CUMPLE
Piso5	4.25	0.001619	0.000381	SI CUMPLE
Piso4	4.25	0.001356	0.000319	SI CUMPLE
Piso3	4.25	0.000752	0.000177	SI CUMPLE
Piso2	4.25	0.000021	0.000005	SI CUMPLE
Piso1	4.75	0.000010	0.000002	SI CUMPLE

Fuente: Resultados del análisis mediante ETABS v2016.

2. CÁLCULO EDIFICIO PALACIO DE LA JUVENTUD – NORMA E.030 2018

a. Zonificación

zona: 4

Z = 0.45

b. Parámetros de Sitio

Perfil tipo: S2

S2 = 1.05

Tp = 0.60

TL = 2.00

c. Categoría del edificio

Categoría: Edificaciones esenciales

U = 1.5

d. Coeficiente Básico de reducción de fuerza sísmica

Categoría: Sistema Dual

$R_0 = 7$

e. Regularidad estructural

Estructura regular

$I_a = 1,0$

$I_p = 1,0$

f. Coeficiente de reducción de fuerza sísmica

considerar

- Si existe irregularidad, $R = I_a \times I_p \times R_0$
- Si no existe irregularidad, $R = R_0$

$R = 7$

ANÁLISIS ESTÁTICO DEL PROYECTO – NORMA E.030 2018

g. Periodo fundamental de Vibración

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

$$T = \frac{30.25}{60}$$

$$T = 0.50 \text{ Seg}$$

Ct	35	Pórticos
Ct	45	Muros de Corte
Ct	60	Dual, MDL y Muros estructurales

h_n = Altura total de la edificación

h. Coeficiente de Amplificación Sísmica

Periodos "Tp" y "TL"	Perfiles de Suelo			
	S0	S1	S2	S3
	Roca Dura	Suelo muy Rígidos	Suelos Intermedios	Suelos Blandos
Tp	0.3	0.4	0.6	1.0
TL	3.0	2.5	2.0	1.6

Fuente: Elaboración propia

Tenemos:

$$\begin{aligned} T_p &= 0.60 \\ T &= 0.50 \\ T_L &= 2.00 \end{aligned}$$

Según Norma E.030 2018, para hallar C dependerá de que intervalo se encuentre T:

$T < T_p$	$C = 2.5$	$C = 2.5$
$T_p < T < T_L$	$C = 2.5 \cdot (T_p/T)$	$C = 3.0$
$T > T_L$	$C = 2.5 \cdot ((T_p \cdot T_L)/T^2)$	$C = 12$

Entonces utilizamos: $C = 2.5$

i. Fuerza cortante en la base de la Estructura

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

Datos:

Z=0.45
U=1.50
C=2.50
S=1.05
R=7
P= 2521.98 Ton.

$V = 638.38$ toneladas

Comprobando:

$$\frac{C}{R} \geq 0.11$$

$$\frac{C}{R} = 0.357$$

0.357 ≥ 0.11.....**CUMPLE**

j. Distribución de la Fuerza Sísmica del Edificio

$$F_i = \alpha_i \cdot V$$

$$\alpha_i = \frac{P_i \cdot H_i^k}{\sum P_i \cdot H_i^k}$$

Donde:

T = 0.50 seg.	$T \leq 0.50$ seg	$K = 1.0$
	$T \geq 0.50$ seg	$K = (0.75 + 0.5 T) \leq 2.0$

Entonces: $K = 1.0$

Tabla 16: Distribución de Fuerzas Sísmica del Palacio de la Juventud - NTP 2018

Piso	Peso (Ton)	H (m)	Hi (m)	P*Hi ^k	P*Hi ^k (Acum.)	α _i	Fi (Ton)
Piso 7	343.8	4.25	30.25	10399.95	43569.99	0.239	152.38
Piso 6	358.02	4.25	26.00	9308.52	33170.04	0.214	136.39
Piso 5	358.02	4.25	21.75	7786.94	23861.52	0.179	114.09
Piso 4	358.02	4.25	17.50	6265.35	16074.58	0.144	91.80
Piso 3	358.02	4.25	13.25	4743.77	9809.23	0.109	69.50
Piso 2	358.02	4.25	9.00	3222.18	5065.47	0.074	47.21
Piso 1	388.06	4.75	4.75	1843.29	1843.29	0.042	27.01

$$\Sigma F_i = V = 638.38 \text{ Ton.}$$

Fuente: Resultados del análisis mediante ETABS v2016.

k. Control de Deriva en ambas direcciones “X” y ”Y”

Tabla 17: Control de Derivas en el Eje “X”- Norma E.030 2018

PISOS	ALTURAS (m)	Δ (m)	DERIVA X	CONTROL
Piso 7	4.25	0.001505	0.000354	SI CUMPLE
Piso6	4.25	0.001122	0.000264	SI CUMPLE
Piso5	4.25	0.002112	0.000497	SI CUMPLE
Piso4	4.25	0.001539	0.000362	SI CUMPLE
Piso3	4.25	0.000676	0.000159	SI CUMPLE
Piso2	4.25	0.000068	0.000016	SI CUMPLE
Piso1	4.75	0.000029	0.000006	SI CUMPLE

Fuente: Resultados del análisis mediante ETABS v2016.

Tabla 18: Control de Derivas en el Eje “Y”- Norma E.030 2018

PISOS	ALTURAS (m)	Δ (m)	DERIVA Y	CONTROL
Piso 7	4.25	0.000769	0.000181	SI CUMPLE
Piso6	4.25	0.000808	0.00019	SI CUMPLE
Piso5	4.25	0.000859	0.000202	SI CUMPLE
Piso4	4.25	0.000774	0.000182	SI CUMPLE
Piso3	4.25	0.000425	0.0001	SI CUMPLE
Piso2	4.25	0.000009	0.000002	SI CUMPLE
Piso1	4.75	0.000005	0.000001	SI CUMPLE

Fuente: Resultados del análisis mediante ETABS v2016.

2.1 Análisis Dinámico - NORMA E.030 2018

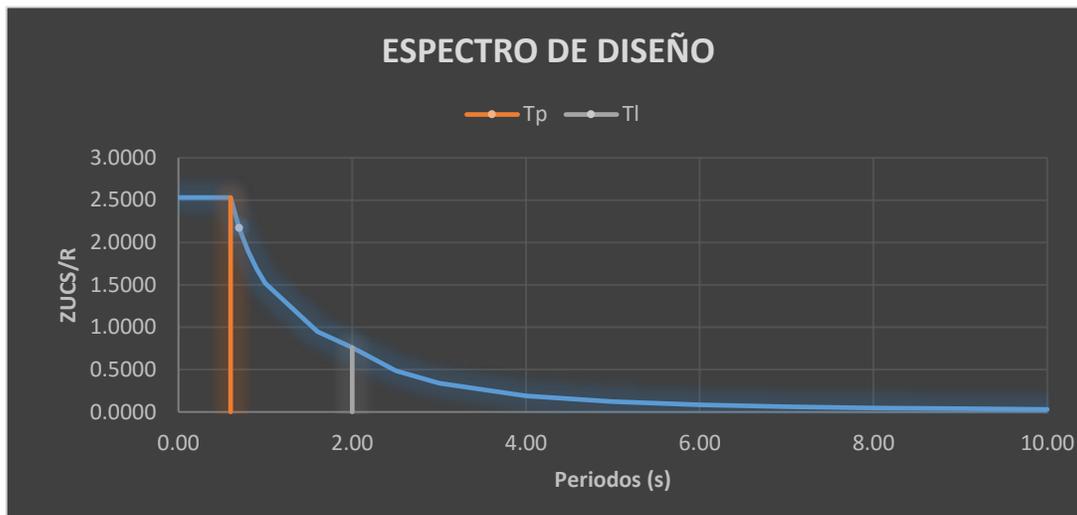
$$S_a = \frac{ZUCS}{R} * g$$

$$S_a = 2.53$$

T	C	ZUCS/R
0.00	2.50	2.5310
0.01	2.50	2.5310
0.02	2.50	2.5310
0.03	2.50	2.5310
0.04	2.50	2.5310
0.05	2.50	2.5310
0.06	2.50	2.5310
0.07	2.50	2.5310
0.08	2.50	2.5310
0.09	2.50	2.5310
0.10	2.50	2.5310
0.20	2.50	2.5310
0.30	2.50	2.5310
0.40	2.50	2.5310
0.50	2.50	2.5310

0.60	2.50	2.5310
0.70	2.14	2.1700
0.80	1.88	1.8980
0.90	1.67	1.6880
1.00	1.50	1.5190
1.60	0.94	0.9490
2.00	0.75	0.7590
2.50	0.48	0.4860
3.00	0.33	0.3380
4.00	0.19	0.1900
5.00	0.12	0.1220
6.00	0.08	0.0840
7.00	0.06	0.0620
8.00	0.05	0.0470
9	0.04	0.0380
10	0.03	0.0300

Figura 22: Espectro de diseño - NTP E.030 2018



Fuente: Resultados programa ETABS v2016.

TABLA DE PERIODO Y FRECUENCIA

Tabla 22: Periodo y Frecuencia - Norma E.030 2018

Case	Mode	Period sec	Frequency cyc/sec
Modal	1	0.249	4.017
Modal	2	0.172	5.807
Modal	3	0.137	7.289
Modal	4	0.065	15.375
Modal	5	0.048	20.785
Modal	6	0.045	22.211
Modal	7	0.044	22.704
Modal	8	0.042	23.779
Modal	9	0.04	24.879
Modal	10	0.039	25.849
Modal	11	0.037	26.891
Modal	12	0.036	27.927
Modal	13	0.032	31.447
Modal	14	0.031	32.432
Modal	15	0.03	33.304
Modal	16	0.029	34.407
Modal	17	0.029	34.603
Modal	18	0.026	38.228
Modal	19	0.025	39.961
Modal	20	0.024	41.371
Modal	21	0.023	43.429

Fuente: Resultados del análisis mediante ETABS v2016.

TABLA DE CONTROL DE DISTORSIONES DINÁMICO

Tabla 23: Control de Derivas "X"- Norma E.030 2018

PISOS	ALTURAS (m)	Δ (m)	DERIVA X	CONTROL
Piso 7	4.25	0.002151	0.000506	SI CUMPLE
Piso 6	4.25	0.002346	0.000552	SI CUMPLE
Piso 5	4.25	0.002325	0.000547	SI CUMPLE
Piso 4	4.25	0.001947	0.000458	SI CUMPLE
Piso 3	4.25	0.001012	0.000238	SI CUMPLE
Piso 2	4.25	0.000034	0.000008	SI CUMPLE
Piso 1	4.75	0.000014	0.000003	SI CUMPLE

Fuente: Resultados del análisis mediante ETABS v2016.

Tabla 24: Control de Derivas "Y"- Norma E.030 2018

PISOS	ALTURAS (m)	Δ (m)	DERIVA X	CONTROL
Piso 7	4.25	0.002325	0.000547	SI CUMPLE
Piso 6	4.25	0.002338	0.000550	SI CUMPLE
Piso 5	4.25	0.002134	0.000502	SI CUMPLE
Piso 4	4.25	0.001658	0.000390	SI CUMPLE
Piso 3	4.25	0.000846	0.000199	SI CUMPLE
Piso 2	4.25	0.000030	0.000007	SI CUMPLE
Piso 1	4.75	0.000014	0.000003	SI CUMPLE

Fuente: Resultados del análisis mediante ETABS v2016.

ANEXO VI

Plano del Proyecto Palacio de la Juventud

