



UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS DE LA RESPUESTA SÍSMICA DEL EDIFICIO DE SALUD Y
TURISMO MEDICO DE HORMIGÓN ARMADO UBICADO EN
DIFERENTES ZONAS SÍSMICAS

ROSARIO CURIPALLO JEFFERSON BYRON
INGENIERO CIVIL

MACHALA
2017



UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS DE LA RESPUESTA SÍSMICA DEL EDIFICIO DE SALUD
Y TURISMO MEDICO DE HORMIGÓN ARMADO UBICADO EN
DIFERENTES ZONAS SÍSMICAS

ROSARIO CURIPALLO JEFFERSON BYRON
INGENIERO CIVIL

MACHALA
2017



UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

EXAMEN COMPLEXIVO

ANÁLISIS DE LA RESPUESTA SÍSMICA DEL EDIFICIO DE SALUD Y TURISMO
MEDICO DE HORMIGÓN ARMADO UBICADO EN DIFERENTES ZONAS
SÍSMICAS

ROSARIO CURIPALLO JEFFERSON BYRON
INGENIERO CIVIL

ORDÓÑEZ FERNANDEZ JOSÉ LUIS

MACHALA, 15 DE AGOSTO DE 2017

MACHALA
15 de agosto de 2017

Nota de aceptación:

Quienes suscriben, en nuestra condición de evaluadores del trabajo de titulación denominado ANALISIS DE LA RESPUESTA SISMICA DEL EDIFICIO DE SALUD Y TURISMO MEDICO DE HORMIGÓN ARMADO UBICADO EN DIFERENTES ZONAS SISMICAS, hacemos constar que luego de haber revisado el manuscrito del precitado trabajo, consideramos que reúne las condiciones académicas para continuar con la fase de evaluación correspondiente.



ORDONEZ FERNANDEZ JOSE LUIS
0703830648
TUTOR - ESPECIALISTA 1



ZARATE ENCALADA JOSE MARCELO
07201790057
ESPECIALISTA 2



RUILOVA BLACIO JORGE GUILLERMO
0704821214
ESPECIALISTA 3

Fecha de impresión: lunes 28 de agosto de 2017 - 13:24

Urkund Analysis Result

Analysed Document: ROSARIO CURIPALLO JEFFERSON BYRON_PT-010517
URKUN.docx (D29714811)
Submitted: 2017-07-21 14:15:00
Submitted By: jbrostario_est@utmachala.edu.ec
Significance: 2 %

Sources included in the report:

Martínez Mendoza Diego Armando.docx (D21971119)
Tesis Final Freddi Mora.docx (D25715464)

Instances where selected sources appear:

3

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, ROSARIO CURIPALLO JEFFERSON BYRON, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado ANÁLISIS DE LA RESPUESTA SÍSMICA DEL EDIFICIO DE SALUD Y TURISMO MEDICO DE HORMIGÓN ARMADO UBICADO EN DIFERENTES ZONAS SÍSMICAS, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 15 de agosto de 2017



ROSARIO CURIPALLO JEFFERSON BYRON
0704461441

UNIVERSITAS
MAGISTRORUM
ET SCHOLARIUM

DEDICATORIA.

Dedico este trabajo de titulación a Amy y Bianca ustedes mis princesas han sido mi mayor bendición, motor y motivo para alcanzar mis sueños, a mis padres por ser faros de luz, Bairo y Pilar ustedes me han enseñado que en esta vida todo puede alcanzarse con esfuerzo y perseverancia su apoyo ha sido incondicional.

AGRADECIMIENTO.

Agradezco a Dios por darme todas las virtudes necesarias para cumplir esta meta, agradezco a todos aquellos que acompañaron en este largo camino, me apoyaron, confiaron y me dijeron “nunca te rindas” mi familia (padres, abuelitos, hermanos, etc.), a mis docentes que me han guiado durante mi formación académica, al Ing. Mgs. José Ordóñez que me guió y dio las pautas necesarias para la realización de este proyecto.

RESUMEN.

ANÁLISIS DE LA RESPUESTA SÍSMICA DEL EDIFICIO DE SALUD Y TURISMO MÉDICO DE HORMIGÓN ARMADO, UBICADO EN DIFERENTES ZONAS SÍSMICAS.

Autor: Jefferson Rosario

Tutor: Mgs. José Ordóñez

Correo electrónico:

El presente trabajo práctico pretende dar un análisis objetivo de un edificio de 12 pisos destinado a SALUD Y TURISMO MÉDICO, construido en tres poblaciones del Ecuador “Bahía de Caraquez - Samborondón - Shushufindi” teniendo en cuenta el riesgo que conlleva no tener en cuenta la aceleración de la zona sísmica en el diseño.

Para esto se realizará una comparación de la respuesta sísmica del edificio, en estas tres poblaciones utilizando el programa ETABS 2016 (Extended análisis tridimensional de Bulldog Sistemas), la norma Ecuatoriana de construcción y códigos internacionales vigentes.

Se da a conocer diversos puntos de vista que el diseñador estructural aplica para modelar una edificación, así mismo el correcto uso de la NORMA ECUATORIANA DE CONSTRUCCIÓN y su relación con programas informáticos de diseño estructural.

Se da como supuesto que las tres poblaciones tienen el mismo tipo de Suelo “Suelo Tipo C”, los espectros elásticos de diseño están basados en lo propuesto en la sección 3.3.1 de la NEC-SE-DS.

Cabe destacar que se busca una comparación de resultados de derivas y cortante basal, que son las principales condiciones que se deben considerar para un correcto diseño sísmico resistente.

Así mismo busca dar una idea clara de los efectos en el comportamiento de la estructura, si el diseñador no toma en cuenta la rigidez de la mampostería y se limita a hacer un metrado de cargas de estas.

Palabras claves: Espectro de respuesta, Sismo, Mampostería, Estructura, Derivas, Cortante Basal.

ABSTRACT.

ANALYSIS OF THE SEISMIC RESPONSE OF THE BUILDING OF HEALTH AND MEDICAL TOURISM OF ARMED CONCRETE, LOCATED IN DIFFERENT SEISMIC ZONES.

Author: Jefferson Rosario

Tutor: Mgs. José Ordóñez

Email:

The present work intends to give an objective analysis of a building of 12 floors destined to MEDICAL HEALTH AND TOURISM, constructed in three populations of Ecuador "Bahia de Caraquez - Samborondón - Shushufindi" taking into account the risk that does not take into account the Acceleration of the seismic zone in the design.

For this, a comparison of the seismic response of the building will be made in these three populations using the program ETABS 2016 (Extended three-dimensional analysis of Buldog Systems), the Ecuadorian construction standard and current international codes.

It is made known various views that the structural designer applies to model a building, as well as the correct use of the EQUATORIAL BUILDING RULES and its relationship with structural design software.

It is assumed that the three populations have the same type of Soil "Type C Soil", the design elastic aspects are based on what is proposed in section 3.3.1 of the NEC-SE-DS. It should be noted that a comparison of drift and basal shear results is sought, which are the main conditions that must be considered for a correct earthquake resistant design.

It also seeks to give a clear idea of the effects on the behavior of the structure, if the designer does not take into account the rigidity of the masonry and is limited to making a mitering of loads of these.

Key words: Response spectrum, Earthquake, Masonry, Structure, Drift, Basal shear.

CONTENIDO.

AGRADECIMIENTO.	2
RESUMEN.	3
ABSTRACT.	4
CONTENIDO.	5
LISTA DE TABLAS	6
LISTA DE ILUSTRACIONES	7
INTRODUCCIÓN.	8
Antecedente histórico relevante: Sismo Ecuador 16 De Abril 2016.	9
MARCO REFERENCIAL	10
Terremotos.	10
Importancia del análisis del peligro sísmico	10
Principio de diseño	10
Sistemas estructurales	11
Espectros elásticos de diseño	11
Zona sísmica.	12
Tipo de suelo.	13
Programa de análisis estructural.	13
DISEÑO METODOLÓGICO	14
Edificio de salud y turismo médico.	14
Proceso para el análisis de la respuesta sísmica	14
Lectura e interpretación de la nec y del aci-318	15
Pre diseño de los elementos estructurales. (vigas-columna-losa-muro)	15
Modelar el edificio en etabs.	15
Elaboración de los espectros de respuesta.	16
Edificio modelado tomando en consideración la mampostería.	17
Edificio modelado sin tomar en consideración la mampostería.	18
Análisis de la respuesta sísmica.	18
Resultados relevantes edificio modelado sin mampostería.	19
CONCLUSIONES.	21
BIBLIOGRAFÍA	23
ANEXOS	25

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Modelos Estructurales.	16
Tabla 2 Ubicaciones de Análisis.	16
Tabla 3 Periodo del Edificio Modelado tomando en consideración la Mampostería.	17
Tabla 4 Periodo del Edificio Modelado sin consideración de Mampostería.	18
Tabla 5 Cortante Basal Zona Sísmica VI .	19
Tabla 6 Cortante Basal Zona Sísmica IV.	20
Tabla 7 Cortante Basal Zona Sísmica I.	20
Tabla 8 Tabla para graficar los espectros de Respuesta de las tres zonas.	25
Tabla 9 Coeficiente basal y cortante basal. Anexo B.	28
Tabla 10 Modal participating mass ratios estructura modela con mampostería.	31
Tabla 11 Modal participating mass ratios estructura modelada sin mampostería.	33
Tabla 12 Porcentaje de variación entre las 3 zonas sísmicas. Anexo F.	34

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1	Espectro elástico horizontal de diseño en aceleraciones.	12
Ilustración 2	Ecuador, zonas sísmicas para propósitos de diseño y valor	12
Ilustración 3	Espectro de respuesta ZONA I.	27
Ilustración 4	Espectro de respuesta ZONA IV..	27
Ilustración 5	Espectro de respuesta ZONA VI.	27
Ilustración 6	CORTANTE BASAL – COEFICIENTE BASAL.	29
Ilustración 7	Story Drifts ZONA I.	30
Ilustración 8	Story Drifts ZONA IV..	30
Ilustración 9	Story Drifts ZONA VI.	31

INTRODUCCIÓN.

En el último siglo los movimientos telúricos han cobrado más vidas de seres humanos que en siglos anteriores, la principal causa es el colapso de las edificaciones, edificios que han sido construidos sin tener en cuenta el peligro sísmico. Investigaciones de sectores públicos y privados han dotado de normas de diseño y construcción eficaz para suplir la demanda sísmica de los edificios.

La mayoría de países han modificados sus lineamientos de construcción, logrando edificaciones más seguras, Ecuador a partir del 2011 modificó el código de construcción, adhiriendo criterios de análisis sísmico asignando a diferentes zonas un coeficiente de aceleración sísmica, sin embargo se consideró que las estructuras diseñadas con esta norma eran demasiadas robustas(NEC 11- NORMA ECUATORIANA DE CONSTRUCCIÓN). Esto permite que el país entre en un proceso de regulación y normalización de las edificaciones, logrando minimizar el efecto devastador de los sismo.

“Con el desarrollo de las ciudades, hay una tendencia de gran población que habita en centros urbanos, lo que provoca escasez de espacios y hacer que los edificios de mediana altura característica de las ciudades modernas. Este tipo de edificios resulta muy vulnerable cuando se presenta uno de los fenómenos más destructivos de la naturaleza, los terremotos.” [1]

En todo el planeta los movimientos telúricos han sido la principal causa del colapso de edificaciones, “En sismos recientes se ha observado que las condiciones de vida de una región pueden cambiar por completo” [2], así mismo América Latina presenta en registro históricos, los sismos de mayor magnitud e intensidad, Ecuador no está exento a esto ya que se encuentra en el cinturón de fuego que es una zona de elevado riesgo sísmico.

El estado ecuatoriano ha entrado en un proceso de homologación de las edificaciones (Escuelas del Milenio, Edificios ECU911, Hospitales, etc.), esto quiere decir que se construyen edificios de similares características en diferentes zonas del Ecuador.

En el mejor de los casos esto permite disminuir los costos en la elaboración de los diseños, pero se conoce de fuentes extraoficiales que se utilizan los mismos diseños estructurales que fueron destinados a otra zonas sísmicas del país, sin duda un grave y penoso error. Pero así mismo si no considera la zona sísmica para los que fueron diseñados o no se le dan los reajustes respectivos para disminuir el riesgo de colapso ante un sismo, la vulnerabilidad de estos aumenta significativamente.

A base de lo descrito se planteó lo siguiente ¿de qué manera afecta la variación de la zona sísmica en el comportamiento del Edificio implantado en un suelo tipo C.?

El principal objetivo es Analizar la respuesta sísmica del edificio de salud y turismo médico de hormigón armado ubicado en diferentes zonas sísmicas.

además se plantearon los siguientes objetivos específicos:

- Modelar un edificio en el programa ETABS.
- Comparar espectros de respuesta Elásticos e Inelásticos, basados en la NORMA ECUATORIANA DE CONSTRUCCIÓN capítulo de Peligro Sísmico Diseño Sismo resistente, de diferentes zonas sísmicas del país con un suelo tipo C.
- Comparar el comportamiento de la estructura al ser modelada con mampostería y sin mampostería.
- Comprobar que el cortante Basal dinámico no sea menor al 85% del Cortante basal estático según lo estipulado en la sección 6.2.2.b de la NEC-SE-DS.
- Comparar derivas y cortante basal de las tres zonas sísmicas designadas.

Antecedente histórico relevante: Sismo Ecuador 16 De Abril 2016.

“La magnitud del evento fue de 7.8 (magnitud momento) cuyo epicentro se ubicó en las coordenadas 0.371°N y 79.940°W a una profundidad de 19km, los valores de aceleraciones máximas reportados alcanzan intensidades cercanas a los 0.6g” [3] .Esto marcó un antes y después en el Ecuador, ahora en muchos municipio para otorgar el permiso de construcción el diseño estructural sismo resistente es obligatorio.

1. MARCO REFERENCIAL

1.1. Terremotos.

“Los terremotos, son considerados como las más grandes catástrofes naturales que azotan a la humanidad, siendo confirmada esta idea en todas las latitudes del planeta, ya que se calcula que unos catorce millones de personas han perecido desde aquel que destruyó Lisboa en 1755” [4], esto da testimonio que las placas tectónicas están en constante movimiento dando hincapié a que los ingenieros estructurales diseñen estructuras que puedan enfrentar este tipo de desastres naturales y salvaguardar vidas.

1.2. Importancia del análisis del peligro sísmico

Para muchos analistas y entendidos de este medio citan en sus artículos lo siguiente: “Las consecuencias catastróficas de los sismos han incentivado la realización de estudios experimentales para mitigar los efectos de los sismos sobre las estructuras”, [5] dando en sí un hincapié a que sea este un análisis fundamental al momento de diseñar una estructura sometida a varias simulaciones muy cercanas a la realidad para poder estimar su comportamiento durante un sismo.

El Ing. Civil Adrián García Soto opina: “Para tomar en cuenta la incertidumbre en la ocurrencia de un sismo y en la medición del movimiento del terreno, se emplea la evaluación probabilística del peligro sísmico (EPPS)” [6], que para muchos analistas la EPPS otorga datos cuya aproximación es tal que pueden tomarse para el diseño de estructuras.

1.3. Principio de diseño

José Daniel Benjamín Hernández propone que “La evaluación de la vulnerabilidad sísmica debe iniciarse con un método cualitativo y de no cumplirse este, entonces usar el método cuantitativo” [7], esto es muy importante ya que permite al evaluador de manera visual y luego analítica proponer soluciones eficaces para disminuir el riesgo

sísmico. Así mismo Daniel Ruiz describe que “El diseño convencional de edificios de concreto reforzado que realizan los ingenieros estructurales siempre es lineal y obedece a una estimación de la rigidez a partir del cumplimiento de una deformación, para una fuerza inercial extraída del espectro de aceleraciones absolutas y la masa del sistema. A su vez, la resistencia, se evalúa a partir de un análisis lineal equivalente, pero con fuerzas inerciales reducidas por un factor R , que presupone un comportamiento inelástico, bajo la premisa de que las deformaciones en el régimen lineal, son las mismas que en el régimen no-lineal bajo el mismo nivel de cargas.” [8], principios teóricos muy importantes para la contextualización de este proyecto.

1.4. Sistemas estructurales

Existen diversos tipos de sistemas estructurales, entre los cuales son los encargados de transmitir las cargas de las edificaciones a la cimentación, pero así mismo existen sistemas que responden mejor ante un movimiento telúrico como describe Rodríguez “se encontró un mejor comportamiento en sistemas estructurales que utilizan muros con respecto a aquellos basados marcos [9]”

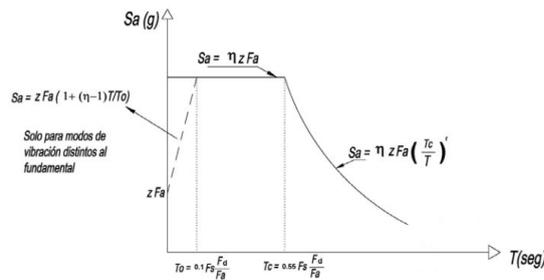
1.5. Espectros elásticos de diseño

“Los espectros de diseño elástico son el punto de partida para el cálculo de las fuerzas laterales de diseño y para la determinación de las deformaciones laterales en las estructuras; de ahí su enorme importancia en el diseño sismo resistente.” [10]

La NORMA ECUATORIANA DE CONSTRUCCIÓN [11] en su capítulo “PELIGRO SÍSMICO DISEÑO SISMORRESISTENTE” [11] da los lineamientos necesarios para la elaboración de los espectros de diseño teniendo en cuenta varios factores:

- Coeficiente de zona Sísmica.
- Tipo de suelo en donde será emplazada la estructura.
- Coeficiente de ampliación del suelo “Fa-Cd-Fs.”

Ilustración 1 Espectro elástico horizontal de diseño en aceleraciones

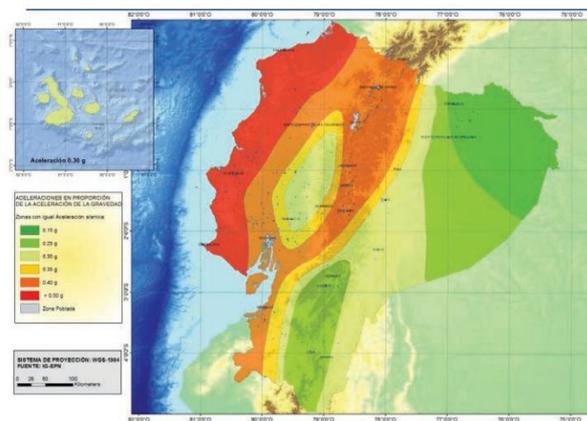


Fuente NEC (Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015) [1]

1.6. Zona sísmica.

Según Santos et al. “un solo parámetro define la sismicidad local: el valor ZPA (“Aceleración de período cero”) de la aceleración de pico de tierra de referencia en el terreno rocoso (a g). Todos los estándares sudamericanos consideran esta definición; Su zonación sísmica se presenta en consecuencia en estas normas a través de mapas.” [12] La norma de Construcción vigente en el Ecuador ha dividido al Ecuador en 5 zonas sísmicas a la cual se le asignado un porcentaje de aceleración que van desde 0,15g a 0,5g.

Ilustración 2 Ecuador, zonas sísmicas para propósitos de diseño y valor del factor de zona Z.



Fuente NEC (Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015) [1]

1.7. Tipo de suelo.

La NEC define seis tipos de suelos “A-B-C-D-E-F”, se divide de acuerdo al comportamiento del mismo ante un evento sísmico. Para ello la NEC categoriza el suelo de acuerdo a su velocidad de onda de corte o por número de golpes medio del SPT “Standard Penetration Test”.

1.8. Programa de análisis estructural.

En el medio de la Ingeniería Civil existen números programas informáticos que permiten el análisis de estructuras, si bien es cierto la exactitud de cada uno de ellos depende exclusivamente del ingeniero encargado de modelar la estructura.

En este análisis se usó el programa ETABS (Extended análisis tridimensional de Buldog Sistemas) que realiza los análisis y diseños basados en elementos finitos.

1.9. Propiedad Intelectual

DECISIÓN 351 del acuerdo de CARTAGENA; Art 1“Las disposiciones de la presente Decisión tienen por finalidad reconocer una adecuada y efectiva protección a los autores y demás titulares de derechos, sobre las obras del ingenio.....”entres las obras protegidas constan “..... h) Las obras de arquitectura; ”[14] teniendo en cuenta esto, expongo de manera explícita que los planos arquitectónicos analizados en este proyecto de titulación no son de mi autoría, y no me atribuyo ningún derecho de propiedad intelectual sobre ellos, cabe destacar que fueron la base de este proyecto de titulación, ya que se buscaba un escenario real de edificaciones construidas en zonas de alto riesgo sísmico.

Las técnicas o criterios aplicados son de revistas de científicas previamente citadas, criterios técnicos de docente de la UTMACH y razonamiento del autor, los análisis, comparaciones y resultados de este proyecto son de mi autoría.

2. DISEÑO METODOLÓGICO

2.1. Edificio de salud y turismo médico.

2.1.1. *Características arquitectónicas.* Edificio de 10 pisos útiles, de los cuales la planta baja y dos plantas bajas están destinadas a uso Hospitalario, mientras que las restantes son destinadas a hotel, una terraza accesible y una sobre terraza, con luces no mayor a 5 metros y una altura de entrepiso de 2,89. Está dotado de ascensor con capacidad de 15 personas y un sistema de distribución de agua potable HIDRONEUMÁTICO.

2.1.2. *Características estructurales.* Se implementó un sistema estructural DUAL (Pórticos resistente a momentos y Muros Estructurales), las vigas descolgadas, columnas y muros estructurales con un $F_{ec}=280$. El edificio presentó irregularidad en planta y elevación.

2.2. Proceso para el análisis de la respuesta sísmica

1. Lectura e Interpretación de la NEC y del ACI-318
2. Pre diseño de los elementos estructurales. (Vigas-Columna-Losa-Muro)
3. Modelar el edificio en ETABS.
4. Elaboración de los espectros de Respuesta.
5. Verificar comportamiento de la estructura.
 - Torsión.
 - Deriva de piso.
 - Participación de Masa.
 - Cortante basal.
 - Secciones de Vigas Y columnas.
6. Análisis e Interpretación de Resultados.

2.3. Lectura e interpretación de la nec y del aci-318

Este análisis se realizó con los lineamientos propuestos en la norma de construcción vigente, hace mismo se usó el ACI-318 para hacer el rediseño de los elementos estructurales, cabe destacar que la NEC está basada en Normas de Construcción internacionales, y está avalada por expertos de diferentes universidades del Ecuador.

2.4. Pre diseño de los elementos estructurales. (vigas-columna-losa-muro)

Ante todo se necesita una idealización aproximada de los elementos estructurales que conforman la estructura, se realizó el respectivo metrado de cargas de acuerdo al plano arquitectónico propuesto, luego se procedió a elaborar una hoja de Excel que facilitó los cálculos de asignación de secciones de vigas y columnas.

Cabe destacar que en un inicio se propuso columnas cuadradas pero debido al comportamiento de la estructura se dotó por secciones rectangulares.

Los valores de sobrecarga viva se tomaron en cuenta lo dispuesto en el capítulo cargas no sísmica de la NEC.

2.4.1. Secciones de columnas.

Planta baja- 1ª Planta alta- 2ª Planta alta- 3ª Planta alta	60x70 cm
4ª Planta alta- 5ª Planta alta- 6ª Planta alta	50x60 cm
7ª Planta alta- 8ª Planta alta- 9ª Planta alta	40x50 cm
Terraza y Sobre Terraza	30x40 cm

2.4.2. Secciones de vigas.

Vigas Descolgadas para todos los pisos	25x50 cm
Vigas Perimetrales de la losa	20x20 cm
Muro Estructural Anexo I	25 cm

2.5. Modelar el edificio en etabs.

Después de realizar el respectivo predimensionamiento de los elementos estructurales, se modeló el edificio de salud y turismo médico en ETABS, teniendo en cuenta que se realizó un análisis tridimensional.

Se tomó en consideración los mínimos detalles, descritos en los planos arquitectónicos, tanto como alturas de entrepiso, luz libre entre eje de columnas, paredes, etc.

Se realizó 4 modelos:

Tabla 1 Modelos Estructurales.

<i>Estructura con Mampostería</i>	0,50
<i>Solo Elementos Estructurales</i>	0,15
<i>Solo Elementos Estructurales</i>	0,35
<i>Solo Elementos Estructurales</i>	0,50

Fuente: El Autor

2.6. Elaboración de los espectros de respuesta.

La NEC en el capítulo “PELIGRO SÍSMICO DISEÑO SISMO RESISTENTE” sección 3.3.1 da los lineamientos necesarios para la elaboración de los espectros de respuesta, en este trabajo se realizaron 3 espectros con el fin de compararlos.

Tabla 2 Ubicaciones de Análisis.

<i>TIPO DE SUELO</i>	<i>PARROQUIA</i>	<i>CANTON</i>	<i>PROVINCIA</i>	<i>Z</i>
C	SHUSHUFINDI	SHUSHUFINDI	SUCUMBIOS	0,15
C	SAMBORONDON	SAMBORONDON	GUAYAS	0,35
C	BAHIA DE CARAQUEZ	SUCRE	MANABI	0,50

Fuente: El Autor.

Periodo fundamental de la Estructura

$$T = Ct * h_n^a \quad \text{NEC SE-DS (6.3.3.a)}$$

T= 0,785999023 segundos.

T=0,785999023x1.3

T=1.021

Cabe destacar que se analizó el edificio con mampostería y sin mampostería; se usaron los mismos elementos estructurales para las dos situaciones, y en el caso del modelo sin mampostería se tomó en consideración las cargas que producen las paredes y ventanas.

La NEC Propone un segundo método que se lo puede realizar mediante el uso de programa de análisis estructural, mediante un análisis modal. NEC SE-DS (6.3.3.b) “Sin embargo, el valor de T_a calculado según el método 2 no debe ser mayor en un 30% al valor de T_a calculado con el Método 1. [11]

Se buscó que la participación de masa traslacional sea superior al 60%, pero esta estructura al tener una gran diferencia de masa entre la planta baja y las plantas altas, la estructura en el primer modo de vibración no se comportaba de esta manera, se asignaron muros en vanos estratégicos para corregir la torsión, la traslación quedó en un 58.5% en el eje Y.

Mauricio Domínguez plantea que “El empleo de elementos no estructurales de mampostería de ladrillo cuando no se aíslan de la estructura produce un incremento en la rigidez de la estructura disminuyendo su periodo de vibración” [13] un claro ejemplo de esto, es la siguiente comparación del periodo de vibración de la misma estructura teniendo en cuenta la mampostería.

Periodo Programa ETABS Primer modo (Con mampostería) $T= 0,916$

Periodo Programa ETABS Primer modo (Sin mampostería) $T= 0,995$

El porcentaje de diferencia fue del 7,94%,

Los valores fueron obtenidos mediante el programa ETABS.

2.7. Edificio modelado tomando en consideración la mampostería.

Tabla 3 Periodo del Edificio Modelado tomando en consideración la Mampostería.

Con Mampostería	Con Mampostería
X	Y
$T=0,916$ s	$T= 0,654$ s

Fuente: El Autor.

2.8. Edificio modelado sin tomar en consideración la mampostería.

Tabla 4 Periodo del Edificio Modelado sin consideración de Mampostería.

Con Mampostería	Con Mampostería
X	Y
$T=0,995$ s	$T= 0,943$ s

Fuente: El Autor.

En el primer caso se tomó el peso de la mampostería como carga muerta, y en el segundo caso se modeló el edificio con la mampostería teniendo en consideración las propiedades físicas de esta.

El efecto de la rigidez que aporta la mampostería a la estructura se refleja en la manera que esta se comporta, un claro ejemplo es la variación del periodo fundamental de la estructura en el eje X y Y fue del 7,93% y 30.64% respectivamente.

2.9. Análisis de la respuesta sísmica.

En la sección 3.3.1 de la (NEC-SE-DS), el coeficiente de la zona sísmica es directamente proporcional, para el cálculo del S_a (aceleración espectral); y esta a su vez también es directamente proporcional para el cálculo de la cortante basal. 6.3.2 (NEC-SE-DS). Esta al ser una fuerza horizontal, las derivas de piso se verán afectadas, provocando una disminución o aumento de acuerdo a la zona sísmica. La deriva de piso depende de la fuerza lateral que se aplica en la estructura, esta debe ser menor al 2%. Según lo estipulado en la sección 4.2.2 de la NEC-SE-DS.

Se realizó un análisis comparativo de las derivas de piso y el cortante basal de las tres zonas sísmicas, teniendo en consideración lo siguiente.

- El edificio fue diseñado para que en sus dos primeros modos de vibración sean de traslación.
- Se consideró que en las tres poblaciones tienen un suelo tipo C.
- Categoría: Edificación esencial, Coeficiente $I=1,5$
- No se cambiaron las secciones de vigas o columnas con el fin de que se mantenga el mismo periodo para las tres zonas sísmicas.

2.10. Resultados relevantes edificio modelado sin mampostería.

POBLACIÓN 1

Población: **BAHIA DE CARAQUEZ**

Zona Sísmica VI; Coeficiente 0,5

Suelo Tipo “C”

Deriva máxima: Piso 8 - 1,51%

Max Story Drifts 0,002514

Cortante Basal

Tabla 5 Cortante Basal Zona Sísmica VI .

0-50		
Load Case/Combo	FX	FY
	ton	ton
SX	-192,8924	0
SY	0	-182,819
SPECX Max	534,8468	105,6547
SPECY Max	105,6547	542,0602
NEC	195,46871	185,25244

Fuente: El Autor.

POBLACIÓN 2

Población: **SAMBORONDON**

Zona Sísmica IV; Coeficiente 0,35

Suelo Tipo “C”

Deriva máxima: Piso 8 - 0,99%

Max Story Drifts 0,001652

Cortante Basal.

Tabla 6 Cortante Basal Zona Sísmica IV.

0,35		
Load Case/Combo	FX	FY
	tonf	tonf
SX	-126,2357	0
SY	0	-119,6452
SPECX Max	359,3033	72,8099
SPECY Max	72,8098	363,2428
NEC	127,93334	121,24721

Fuente: El Autor.

POBLACIÓN 3

Población: *SHUSHUFINDI*

Zona Sísmica I; Coeficiente 0,15

Suelo Tipo "C"

Deriva máxima: Piso 8 - 0,41%

Max Story Drifts 0,000678

Courante Basal.

Tabla 7 Cortante Basal Zona Sísmica I.

0-15		
Load Case/Combo	FX	FY
SX	-51,2872	0
SY	0	-48,6255
SPECX Max	154,1202	32,842
SPECY Max	32,8419	155,3781
NEC	51,98961	49,270602

Fuente: El Autor.

3. CONCLUSIONES.

- Se logró modelar el edificio de 12 niveles destinado a salud y turismo médico en el programa ETABS, se vio en la necesidad de colocar muros estructurales en zonas estratégicas a fin de evitar torsión y corregir el comportamiento de la estructura en sus primeros modos de vibración.
- Los valores de aceleración espectral obtenidos con los tres espectros de respuestas, varían de manera significativa, y afectan de manera directa en la fuerza de la cortante basal.
- El comportamiento de la estructura, se vio afectada al tomar en cuenta la rigidez de la mampostería, al variar casi un 30.64% más que el valor del Periodo obtenido de la estructura sin mampostería, así mismo presentó poca participación de masa en el primer modo menos del 52%.
- Al no sufrir cambios a nivel estructural, se mantuvo el periodo de la estructura para las tres zonas sísmicas, pero la aceleración espectral aumentó progresivamente de acuerdo a la zona sísmica correspondiente. Se dieron cambios significativos en este punto, entre los resultados más relevantes la comparación entre la aceleración de la zona VI y I, que sufrió un aumento del 376%, este aumento afectó de manera directa a la cortante basal aumentando también 376% y la deriva de piso aumentó 370.8%.
- Para las tres zonas sísmicas el cortante dinámico fue mayor que el cortante estático, no se necesitó ajustar el cortante dinámico, esto se debe a la gran diferencia de masa que existe entre la planta baja y los pisos superiores.
- La máxima deriva de piso para las tres zonas sísmicas se presentó en el piso 8, disminuyendo progresivamente, 1,51 % para la zona VI 0,99% para la zona IV- 0,41% para la zona I.

- La variación de la deriva de piso y la cortante basal que existe entre las zonas sísmicas son similares, esto quiere decir que la aceleración asignadas a las zonas sísmicas son directamente proporcionales al resultado de la derivas y cortante basal. En el anexo 5 se detalla la variación que existe entre las tres zonas sísmicas.
- No se disminuyeron las secciones de vigas y columnas para el edificio implantado en la zona I, ya que al tratarse de un edificio muy irregular tanto en planta y elevación estas secciones asignadas hacen que el edificio se comporte en su primer modo de manera traslacional en el eje Y y no rotacional.
- El Edificio de SALUD Y TURISMO MEDICO puede ser implantado en cualquiera de las tres poblaciones, ya que al tratarse de una estructura muy irregular las secciones de la estructura fueron destinadas para controlar torsión y luego derivas, pero si se tratara de una estructura regular que no presente torsión en el primer modo de vibración, la estructura sería demasiado robusta para ser implantada en SHUSHUFINDI.

4. BIBLIOGRAFÍA

- [1] A. P. PEÑA L. y D. G. DE CARVALHO N., «Influence of the concrete structural configuration in the seismic response,» *IBRACON*, vol. 8, nº 6, pp. 800-826, 2015.
- [2] H. Juárez García, C. E. Ventura, A. Gómez Bernal y E. Pelcastre Pérez, «COMPORTAMIENTO DE COMPONENTES NO ESTRUCTURALES ANTE DIFERENTES ESCENARIOS SÍSMICOS,» *Concreto y Cemento. Investigación y Desarrollo*, vol. V, nº 2, pp. 12-25, 2014.
- [3] P. Quinde Martínez y E. Reinoso Angulo, «ESTUDIO DE PELIGRO SÍSMICO DE ECUADOR Y PROPUESTA DE ESPECTROS DE DISEÑO PARA LA CIUDAD DE CUENCA.,» *Revista de Ingeniería Sísmica*, vol. I, nº 94, pp. 1-26, 2016.
- [4] C. G. Delgado Castro, «Ingeniería sísmica, fundamentos matemáticos en la reducción de riesgo sísmico,» *Dominio de las ciencias*, vol. 2, nº 1, pp. 432-443, 2016.
- [5] J. Carrillo, N. . M. Bernal Ruíz y P. Porras, «EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE UNA PEQUEÑA MESA VIBRATORIA PARA ENSAYOS EN INGENIERÍA SISMO-RESISTENTE,» *Cein*, vol. 23, nº 1, pp. 23-27, 2013.
- [6] A. D. García Soto, A. Pozos-Estrada, H. Hanping y R. Gómez Martínez, «ESTIMACIÓN DEL PELIGRO SÍSMICO DEBIDO A SISMOS INTERPLACA E INSLAB Y SUS IMPLICACIONES EN EL DISEÑO SÍSMICO,» *REVISTA DE INGENIERÍA SÍSMICA*, vol. I, nº 86, pp. 27-54, 2012.
- [7] J. D. Benjamín Hernández y S. A. Lockhart Castro, «METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES DE HORMIGÓN ARMADO EXISTENTE,» *CIENCIA Y SOCIEDAD*, vol. XXXVI, nº 2, pp. 256-275, 2011.
- [8] D. Ruiz, M. C. Borrero, M. León y H. Vacca, «Estimación de incertidumbre aleatoria de la distorsión sísmica de entrepiso de pórticos de concreto reforzado considerando la variabilidad del módulo elástico del concreto de BOGOTÁ.,» *REVISTA INGENIERÍA DE CONSTRUCCIÓN R.I.C.*, vol. 28, nº 1, pp. 96-106, 2013.
- [9] M. E. Rodríguez, «UNA REVISIÓN CRÍTICA DE LA PRÁCTICA DE DISEÑO POR SISMO DE ESTRUCTURAS,» *REVISTA DE INGENIERÍA SÍSMICA*, vol. I, nº 94, pp. 27-48, 2016.
- [10] M. Ordaz, E. Miranda y J. Avilés, «PROPUESTA DE ESPECTROS DE DISEÑO POR SISMO PARA EL DF,» *SMIE*, vol. I, nº 10, pp. 1-15, 2012.

- [11] Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda., NORMA ECUATORIANA DE CONSTRUCCIÓN, QUITO, 2015.
- [12] S. H. C. Santos, S. S. Lima y A. Arai, «Comparative study of codes for the seismic design,» *IBRACON*, vol. V, nº 6, pp. 812-819, 2012.
- [13] M. Domínguez Caicedo , «Períodos de vibración de las edificaciones.,» *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, vol. VIII, nº 2, pp. 1-13, 2014
- [14] LA COMISION DEL ACUERDO DE CARTAGENA, «DECISIÓN 351,» CARTAGENA, 1993.

5. ANEXOS

Anexo A. Tabla 8 Tabla para graficar los espectros de Respuesta de las tres zonas.

Sa

<i>t</i>	Espectro Elástico Zona I	Espectro Inelástico Zona I	Espectro Elástico Zona IV	Espectro Inelástico Zona IV	Espectro Elástico Zona VI	Espectro Inelástico Zona VI
0,000	0,378	0,088	0,7749	0,179	1,062	0,246
0,200	0,378	0,088	0,7749	0,179	1,062	0,246
0,300	0,378	0,088	0,7749	0,179	1,062	0,246
0,400	0,378	0,088	0,7749	0,179	1,062	0,246
0,450	0,378	0,088	0,7749	0,179	1,062	0,246
0,600	0,28608	0,066	0,704	0,163	1,062	0,246
0,700	0,24521	0,057	0,60343	0,140	0,92197	0,213
0,800	0,21456	0,050	0,528	0,122	0,80672	0,187
0,900	0,19072	0,044	0,46933	0,109	0,71709	0,166
1,000	0,17165	0,040	0,4224	0,098	0,64538	0,149
1,100	0,15605	0,036	0,384	0,089	0,58671	0,136
1,200	0,14304	0,033	0,352	0,081	0,53781	0,124
1,300	0,13204	0,031	0,32492	0,075	0,49644	0,115
1,400	0,12261	0,028	0,30171	0,070	0,46098	0,107
1,500	0,11443	0,026	0,2816	0,065	0,43025	0,100
1,600	0,10728	0,025	0,264	0,061	0,40336	0,093
1,700	0,10097	0,023	0,24847	0,058	0,37963	0,088
1,800	0,09536	0,022	0,23467	0,054	0,35854	0,083
1,900	0,09034	0,021	0,22231	0,051	0,33967	0,079
2,000	0,08582	0,020	0,2112	0,049	0,32269	0,075
2,100	0,08174	0,019	0,20114	0,047	0,30732	0,071
2,200	0,07802	0,018	0,192	0,044	0,29335	0,068
2,300	0,07463	0,017	0,18365	0,043	0,2806	0,065

2,400	0,07152	0,017	0,176	0,041	0,26891	0,062
2,500	0,06866	0,016	0,16896	0,039	0,25815	0,060
2,600	0,06602	0,015	0,16246	0,038	0,24822	0,057
2,700	0,06357	0,015	0,15644	0,036	0,23903	0,055
2,800	0,0613	0,014	0,15086	0,035	0,23049	0,053
2,900	0,05919	0,014	0,14565	0,034	0,22254	0,052
3,000	0,05722	0,013	0,1408	0,033	0,21513	0,050
3,100	0,05537	0,013	0,13626	0,032	0,20819	0,048
3,200	0,05364	0,012	0,132	0,031	0,20168	0,047
3,300	0,05202	0,012	0,128	0,030	0,19557	0,045
3,400	0,05049	0,012	0,12423	0,029	0,18982	0,044
3,500	0,04904	0,011	0,12069	0,028	0,18439	0,043
3,600	0,04768	0,011	0,11733	0,027	0,17927	0,041
3,700	0,04639	0,011	0,11416	0,026	0,17443	0,040
3,800	0,04517	0,010	0,11116	0,026	0,16984	0,039

Anexo B. Espectro de respuesta.

Ilustración 3. Espectro de respuesta ZONA I.

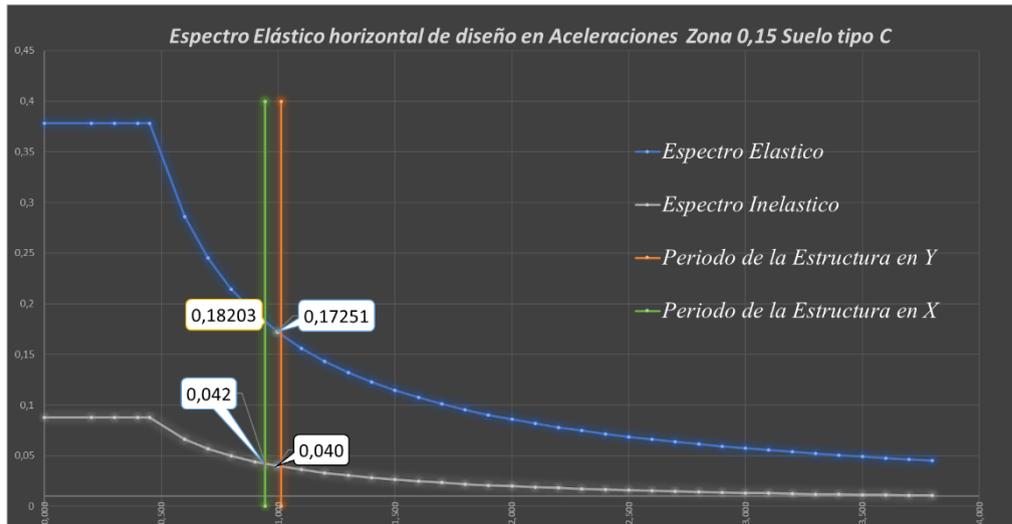


Ilustración 4. Espectro de respuesta ZONA IV.

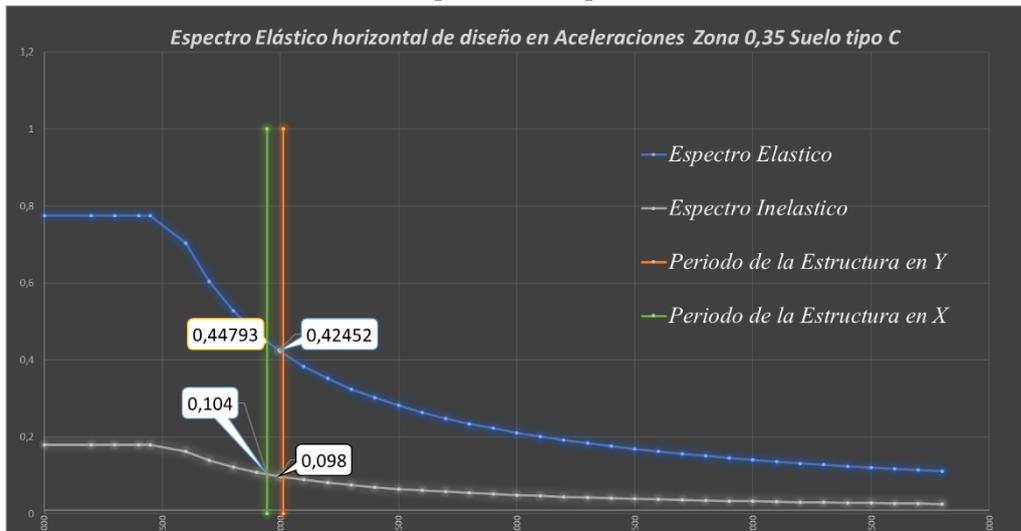
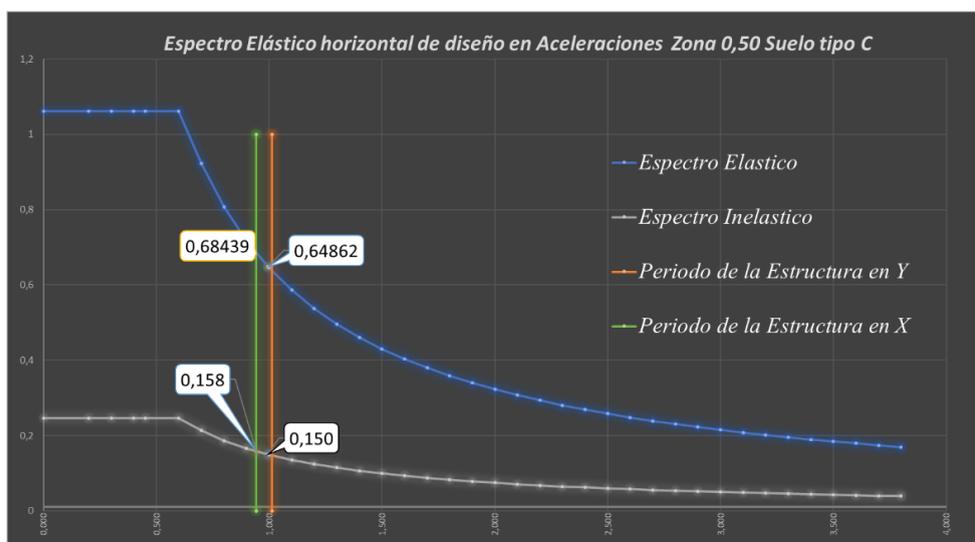


Ilustración 5. Espectro de respuesta ZONA VI.



Anexo B. tabla 9 coeficiente basal y cortante basal.

altura de entrepiso	2,89		
Ct	0,06		
Alfa	0,75		
I (coef. De importancia)	1,50		6.3.2 (NEC-SE-DS).
fip	0,90	Cortante Basal	
fie	0,90		
R	8,00		
Peso Edificio	5330,5		
	72		

Zona I - Suelo Tipo C en Sentido Y

# de pisos	hmax	T(periodo de vibración)	Sa	Coeficiente e V	W(Peso de la Estructura)	V	
12	h1	0,00	0,995	0,040	0,009244	5330,5720	49,2743

Zona I - Suelo Tipo C en Sentido X

# de pisos	hmax	T(periodo de vibración)	Sa	Coeficiente V	W(Peso de la Estructura)	V	
12	h1	0,00	0,943	0,042	0,00975	5330,5720	51,9935

Zona IV - Suelo Tipo C en Sentido Y

# de pisos	hmax	T(periodo de vibración)	Sa	Coeficiente V	W(Peso de la Estructura)	V	
12	h1	0,00	0,995	0,098	0,022747	5330,5720	121,2563

Zona IV - Suelo Tipo C en Sentido X

# de pisos	h_{max}	$T(\text{periodo de vibración})$	S_a	Coeficiente V	$W(\text{Peso de la Estructura})$	V	
12	h_l	0,00	0,943	0,104	0,02400	5330,5720	127,9430

Zona VI - Suelo Tipo C en Sentido Y

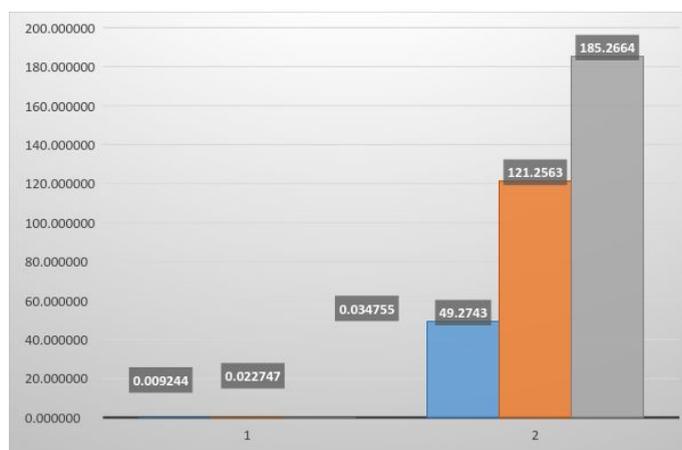
# de pisos	h_{max}	$T(\text{periodo de vibración})$	S_a	Coeficiente V	$W(\text{Peso de la Estructura})$	V	
12	h_l	0,00	0,995	0,150	0,034755	5330,5720	185,266

Zona VI - Suelo Tipo C en Sentido X

# de pisos	h_{max}	$T(\text{periodo de vibración})$	S_a	Coeficiente V	$W(\text{Peso de la Estructura})$	V	
12	h_l	0,00	0,943	0,158	0,03667	5330,5720	195,483

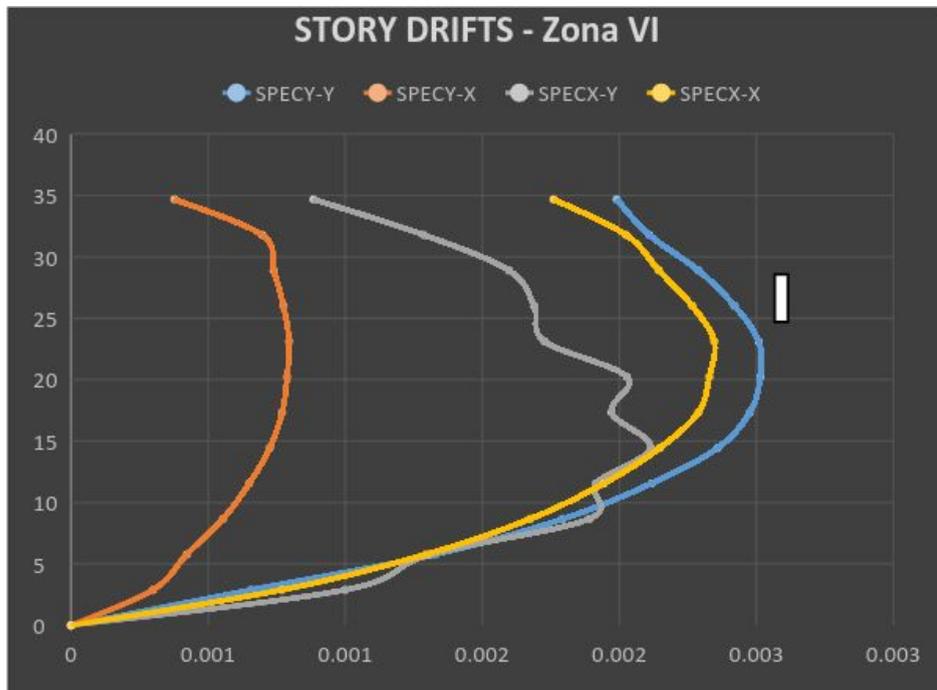
Modelo solo elementos estructurales.						
	Suelo Tipo C			% de Aumento de la Aceleración Espectral		
	Zona VI	Zona IV	Zona I	Zona VI-Zona IV	Zona VI-Zona I	Zona IV-Zona I
Sa Y	0,150	0,09826	0,03993287	152,8%	376,0%	246%
Sa X	0,158	0,10368	0,04213657 4	152,8%	376,0%	246%

Ilustración 6 CORTANTE BASAL – COEFICIENTE BASAL.



Anexo B. ilustración 7 derivas de piso story drifts - porcentaje.

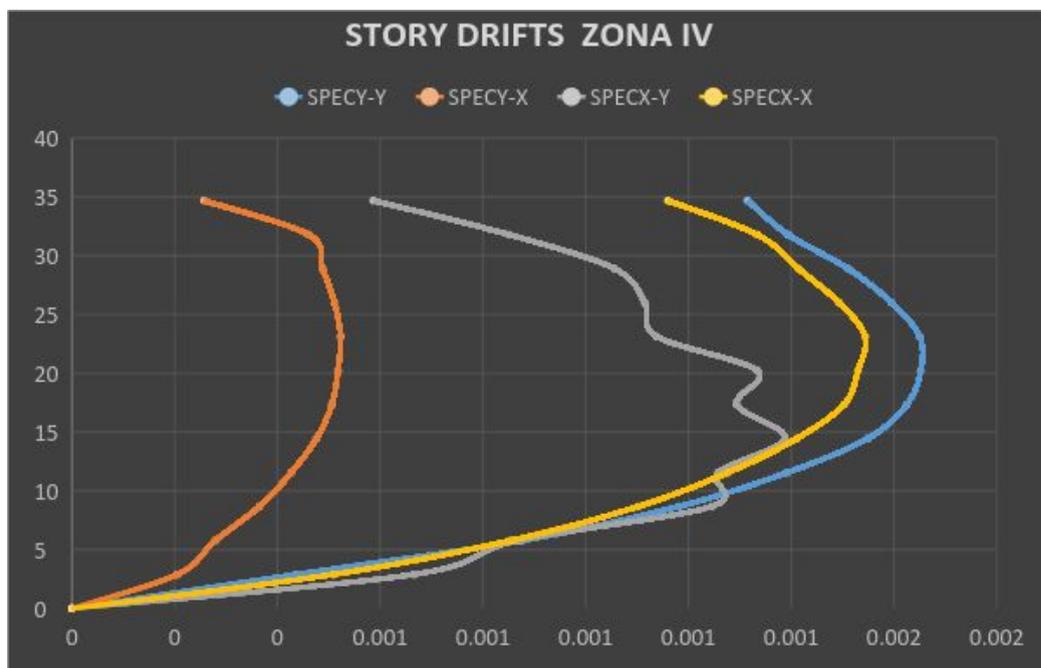
Ilustración 5. Story Drifts ZONA VI



$\Delta M = 0.75R\Delta E$ (6.3.9. NEC-SE-DS)

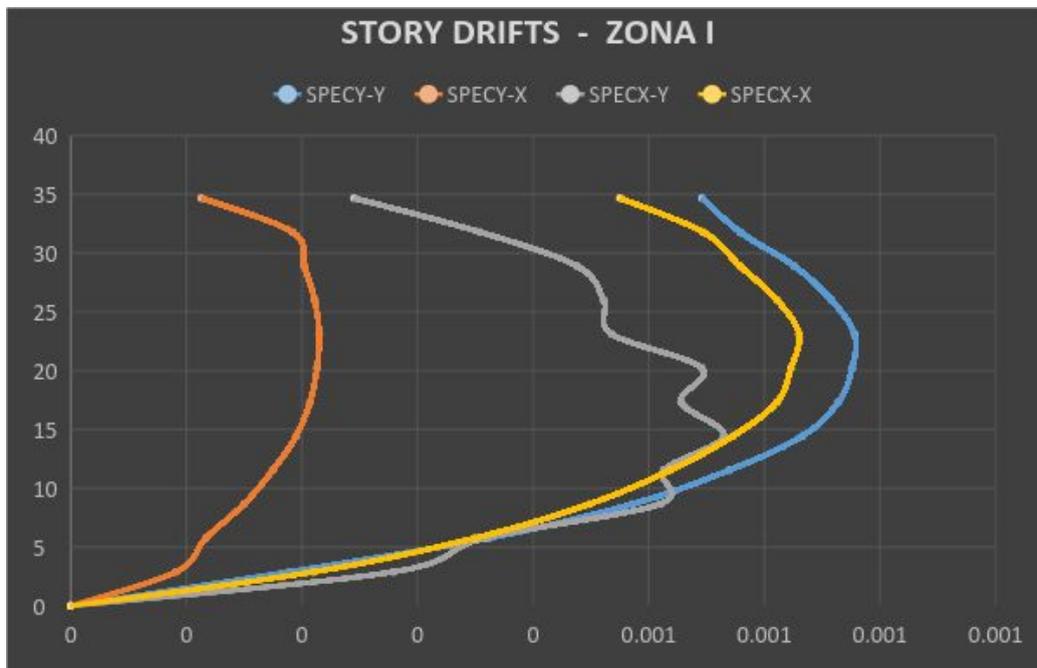
PORCENTAJE	0,002514	1,51%
------------	----------	-------

Ilustración 8. Story Drifts ZONA IV



PORCENTAJE	0,001652	0,99%
------------	----------	-------

Ilustración 9. Story Drifts ZONA I



PORCENTAJE	0,000678	0,41%
------------	----------	-------

Anexo D. tabla 10 table: modal participating mass ratios estructura modela con mampostería.

TABLE: Modal Participating Mass Ratios							
Case	Mode	Period	UX	UY	Sum UX	Sum UY	RZ
		sec					
Modal	1	0,916	0,0005	0,5064	0,0005	0,5064	0,1273
Modal	2	0,774	0,2265	0,0569	0,227	0,5633	0,2413
Modal	3	0,654	0,3894	0,0424	0,6164	0,6058	0,1066
Modal	4	0,366	0	0	0,6164	0,6058	0
Modal	5	0,363	0	0	0,6164	0,6058	0
Modal	6	0,358	0,000000857	0	0,6164	0,6058	0
Modal	7	0,356	5,024E-07	0	0,6164	0,6058	0
Modal	8	0,23	0,0048	0,1625	0,6212	0,7682	0,0028
Modal	9	0,221	0,0288	0,0014	0,65	0,7696	0,1294
Modal	10	0,176	0,1334	0,0097	0,7833	0,7793	0,019
Modal	11	0,103	0,0102	0,0238	0,7935	0,8031	0,0327
Modal	12	0,102	0,00004038	0,0426	0,7936	0,8457	0,019
Modal	13	0,087	0,0529	0,0034	0,8465	0,8491	0,004
Modal	14	0,066	0,0014	0,0079	0,8478	0,857	0,0184

Modal	15	0,065	0,0136	0,0101	0,8614	0,8671	0,0082
Modal	16	0,063	0,0164	0,0123	0,8778	0,8794	0,0013
Modal	17	0,063	0,0007	0,00000370	0,8785	0,8794	0,0001
Modal	18	0,059	0,0006	0,0019	0,8791	0,8813	0,0017
Modal	19	0,058	0,000002385	0	0,8791	0,8813	0,0000031
Modal	20	0,057	0	0,00000451	0,8791	0,8813	0,0000011
Modal	21	0,056	0,0002	0,0051	0,8793	0,8864	0,0019
Modal	22	0,054	0,00000554	0,0002	0,8793	0,8865	0,001
Modal	23	0,054	0,00004995	0,0001	0,8793	0,8866	0,001
Modal	24	0,054	0	0,0011	0,8793	0,8877	0,0008
Modal	25	0,053	0,0007	0,0006	0,8801	0,8882	0,00002252
Modal	26	0,053	0,0001	0,002	0,8801	0,8903	0,0009
Modal	27	0,053	0,0000205	0,0002	0,8801	0,8905	0,0012
Modal	28	0,052	0,0058	0,0001	0,886	0,8906	0,00002599
Modal	29	0,051	0,002	0,0027	0,888	0,8933	0,0001
Modal	30	0,051	0,0026	0,0005	0,8906	0,8938	0,0011
Modal	31	0,051	0,000001947	0,0001	0,8906	0,8939	0,0001
Modal	32	0,051	0,00002495	0,0001	0,8906	0,894	0,0007
Modal	33	0,051	0,0001	0,0001	0,8907	0,8941	0,0003
Modal	34	0,051	0,00002297	0,0006	0,8907	0,8947	0,0001
Modal	35	0,05	0	0,0002	0,8907	0,8949	0,00004108
Modal	36	0,05	0,00001542	0,000005665	0,8907	0,8949	0,002
Modal	37	0,05	0,0001	0,000000586	0,8908	0,8949	0,0005
Modal	38	0,05	0,000006802	0	0,8908	0,8949	0
Modal	39	0,05	0	0,0004	0,8908	0,8954	0,00000858
Modal	40	0,05	0,000002353	0,00003205	0,8908	0,8954	0,0014
Modal	41	0,05	0,000001732	0,00003197	0,8908	0,8954	0,0001
Modal	42	0,05	0	0,0000329	0,8908	0,8955	0,00002155
Modal	43	0,049	0,00002397	0,0004	0,8909	0,8959	0,000008353
Modal	44	0,049	8,846E-07	0,000006741	0,8909	0,8959	0,00001149
Modal	45	0,049	0,0013	0,0008	0,8921	0,8967	0,0043
Modal	46	0,049	0,0002	0,0029	0,8924	0,8995	0,0007
Modal	47	0,048	0,0002	0,0004	0,8926	0,8999	0,0003
Modal	48	0,048	0,0024	0,0001	0,895	0,9	0,0011
Modal	49	0,047	0,0021	0,0029	0,8971	0,9029	0,0002
Modal	50	0,047	0,0027	0,0006	0,8998	0,9034	0,0034
Modal	51	0,046	0,0008	0,000005451	0,9005	0,9034	0,00003627

Anexo E. tabla 11 table: modal participating mass ratios estructura modelada sin mampostería.

Case	Mode	Period sec	UX	UY	Sum UX	Sum UY	RZ
Modal	1	0,995	0,0009	0,5846	0,0009	0,5846	0,0801
Modal	2	0,944	0,4122	0,0276	0,4132	0,6122	0,1773
Modal	3	0,844	0,2212	0,0294	0,6343	0,6416	0,3025
Modal	4	0,29	0,0375	0,0594	0,6718	0,701	0,1149
Modal	5	0,268	0,0028	0,1161	0,6747	0,8171	0,0493
Modal	6	0,234	0,1615	0,0074	0,8361	0,8245	0,0459
Modal	7	0,143	0,0115	0,0145	0,8477	0,839	0,076
Modal	8	0,125	0,0004	0,0541	0,848	0,8931	0,0134
Modal	9	0,115	0,0561	0,0069	0,9041	0,9	0,0245
Modal	10	0,095	0,0062	0,0064	0,9103	0,9063	0,0478
Modal	11	0,081	0,0204	0,0012	0,9307	0,9076	0,0171
Modal	12	0,079	0,0039	0,0257	0,9346	0,9333	0,0003
Modal	13	0,074	0,0018	0,0049	0,9364	0,9382	0,0165
Modal	14	0,067	0,0022	0,000004066	0,9386	0,9382	0,0089
Modal	15	0,066	0,0124	0,0002	0,951	0,9384	0,00000874
Modal	16	0,065	0,00004799	0,0002	0,951	0,9386	0,0012
Modal	17	0,064	0,00000246	0,0001	0,9511	0,9387	0,0003
Modal	18	0,064	0,0003	0,0061	0,9513	0,9448	0,0004
Modal	19	0,063	0,000002981	0,0002	0,9513	0,9451	0,000002127
Modal	20	0,063	0,000005741	0,0003	0,9513	0,9453	0,0001
Modal	21	0,062	0,00001589	0,0002	0,9513	0,9455	0,0003
Modal	22	0,062	0,000001658	0,0036	0,9513	0,9491	0,0002
Modal	23	0,061	0,000001333	0,00003978	0,9513	0,9492	0,000001445
Modal	24	0,061	0	0	0,9513	0,9492	0
Modal	25	0,061	0,000004186	0,0002	0,9513	0,9494	0,00000757
Modal	26	0,061	0,000009587	0,0002	0,9514	0,9496	0,00001488
Modal	27	0,061	0,000007554	0	0,9514	0,9496	0
Modal	28	0,061	0	0,0003	0,9514	0,9499	0,0001
Modal	29	0,061	0,0001	0,0001	0,9514	0,9499	0,000002671
Modal	30	0,06	0,00001756	0,0008	0,9514	0,9507	0,0001
Modal	31	0,06	0,000001677	0,0002	0,9514	0,9509	0,00002263
Modal	32	0,059	0,0002	0,00004957	0,9516	0,951	0,000001093
Modal	33	0,059	0,0001	0,000007477	0,9518	0,951	0,00001176
Modal	34	0,059	0,0001	9,321E-07	0,9519	0,951	0,00001528
Modal	35	0,059	0,0002	8,401E-07	0,9521	0,951	6,479E-07
Modal	36	0,059	0,0035	0,0000116	0,9556	0,951	0,0001

Anexo F. tabla 12 de variación entre las 3 zonas sísmicas

		% DE VARIACIÓN ENTRE LAS 3 ZONAS SÍSMICAS		
		Zona VI-Zona IV	Zona VI-Zona I	Zona IV-Zona I
CORTANTE BASAL	Max Story Drifts	152,18%	370,80%	243,66%
	% de Derivas-Piso 8.	152,18%	370,80%	243,66%
	ESTÁTICA SX- ETABS	152,80%	376,10%	246,13%
	ESTÁTICA SY- ETABS	152,80%	375,97%	246,05%
	DINÁMICA SPEC X-FX (ETABS)	148,86%	347,03%	233,13%
	DINÁMICA SPEC X-FY (ETABS)	145,1%	321,7%	221,7%
	DINÁMICA SPICY-FX (ETABS)	145,1%	321,7%	221,7%
	DINÁMICA SPICY-FY (ETABS)	149,2%	348,9%	233,8%
	NEC X	152,8%	376,0%	246,07%
	NEC Y	152,8%	376,0%	246,1%

Anexo H

MODELO TRIDIMENSIONAL EN ETABS 2016

Los Modelos tridimensionales de la estructura se encuentra en GOOGLE DRIVE.

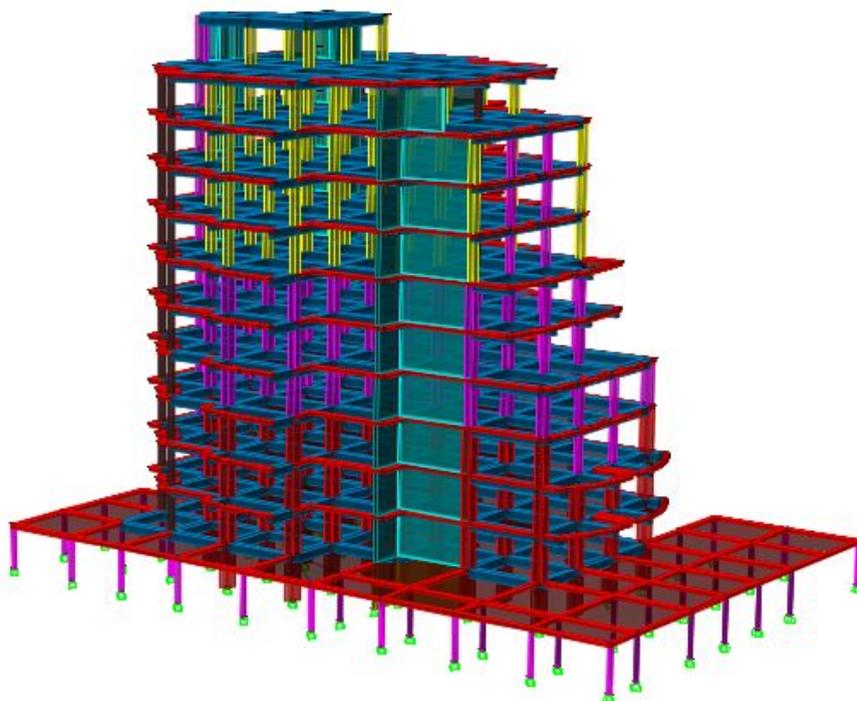
[Link: Modelo edificio sin mampostería Suelo “C” zona sísmica I.](#)

[Link: Modelo edificio sin mampostería Suelo “C” zona sísmica IV.](#)

[Link: Modelo edificio sin mampostería Suelo “C” zona sísmica VI.](#)

[Link: Modelo edificio con mampostería Suelo “C” zona sísmica VI.](#)

Ilustración 11. Modelo Tridimensional en Etabs.



Fuente: El Autor

Anexo I. Ubicación de muros estructurales.

