



# UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL FACTOR DE CONFIGURACIÓN  
ESTRUCTURAL MEDIANTE EL ESTUDIO DINÁMICO ESPECTRAL DE  
UNA EDIFICACIÓN DE DIEZ NIVELES.

GARCÉS VINUEZA MARÍA DANIELA  
INGENIERA CIVIL

MACHALA  
2024



# UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL FACTOR DE  
CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL MEDIANTE EL ESTUDIO  
DINÁMICO ESPECTRAL DE UNA EDIFICACIÓN DE DIEZ  
NIVELES.

GARCES VINUEZA MARIA DANIELA  
INGENIERA CIVIL

MACHALA  
2024



# UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

EXAMEN COMPLEXIVO

ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL FACTOR DE CONFIGURACIÓN  
ESTRUCTURAL MEDIANTE EL ESTUDIO DINÁMICO ESPECTRAL DE UNA  
EDIFICACIÓN DE DIEZ NIVELES.

GARCES VINUEZA MARIA DANIELA  
INGENIERA CIVIL

ORDÓÑEZ FERNANDEZ JOSÉ LUIS

MACHALA, 30 DE ENERO DE 2024

MACHALA  
30 de enero de 2024

# Análisis dinámico espectral de una edificación irregular

*por* Maria Daniela Garces Vinueza

---

**Fecha de entrega:** 24-ene-2024 01:29p.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2277592494

**Nombre del archivo:** INFORME\_PARA\_REVISION.docx (2.18M)

**Total de palabras:** 2419

**Total de caracteres:** 12931

# Análisis dinámico espectral de una edificación irregular

## INFORME DE ORIGINALIDAD

10%

INDICE DE SIMILITUD

9%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

3%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://repositorio.uti.edu.ec">repositorio.uti.edu.ec</a> Fuente de Internet	1%
2	<a href="https://repositorio.upeu.edu.pe">repositorio.upeu.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
3	<a href="https://repositorio.urp.edu.pe">repositorio.urp.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="https://2fwww.redalyc.org">2fwww.redalyc.org</a> Fuente de Internet	1%
5	Cipriano Solis Raul-Arnold, Gian Carlos Taipe-Coronel, David Joel Manrique-Sanchez, Giovane Perez-Campomanes. "Energy Dissipater for Structural Damping and Monitoring Technology", 2023 4th International Conference on Artificial Intelligence, Robotics and Control (AIRC), 2023 Publicación	1%
6	Submitted to Universidad de Guayaquil Trabajo del estudiante	1%

7	<a href="http://revistas.uazuay.edu.ec">revistas.uazuay.edu.ec</a> Fuente de Internet	1 %
8	<a href="http://revistas.unasam.edu.pe">revistas.unasam.edu.pe</a> Fuente de Internet	1 %
9	<a href="http://openaccess-api.cms-conferences.org">openaccess-api.cms-conferences.org</a> Fuente de Internet	1 %
10	<a href="http://tesis.pucp.edu.pe">tesis.pucp.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
11	<a href="http://smis.mx">smis.mx</a> Fuente de Internet	<1 %
12	<a href="http://www.grafiati.com">www.grafiati.com</a> Fuente de Internet	<1 %
13	Vicente Sandoval, Juan Pablo Sarmiento. "A neglected issue: informal settlements, urban development, and disaster risk reduction in Latin America and the Caribbean", Disaster Prevention and Management: An International Journal, 2020 Publicación	<1 %
14	<a href="http://hal.archives-ouvertes.fr">hal.archives-ouvertes.fr</a> Fuente de Internet	<1 %
15	Submitted to Universidad de Sevilla Trabajo del estudiante	<1 %
16	<a href="http://es.unionpedia.org">es.unionpedia.org</a> Fuente de Internet	<1 %

17

[www.itu.int](http://www.itu.int)

Fuente de Internet

<1 %

18

[repositorio.tec.mx](http://repositorio.tec.mx)

Fuente de Internet

<1 %

19

[biblioteca.udla.edu.ec](http://biblioteca.udla.edu.ec)

Fuente de Internet

<1 %

20

[rei.iteso.mx](http://rei.iteso.mx)

Fuente de Internet

<1 %

21

M. Pirizadeh, H. Shakib. "Probabilistic seismic performance evaluation of non-geometric vertically irregular steel buildings", Journal of Constructional Steel Research, 2013

Publicación

<1 %

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado

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

La que suscribe, GARCES VINUEZA MARIA DANIELA, en calidad de autora del siguiente trabajo escrito titulado Análisis de la influencia del factor de configuración estructural mediante el estudio Dinámico Espectral de una Edificación de diez niveles., 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.

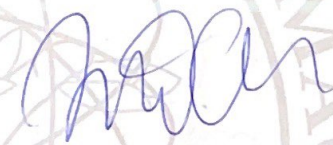
La autora declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

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.

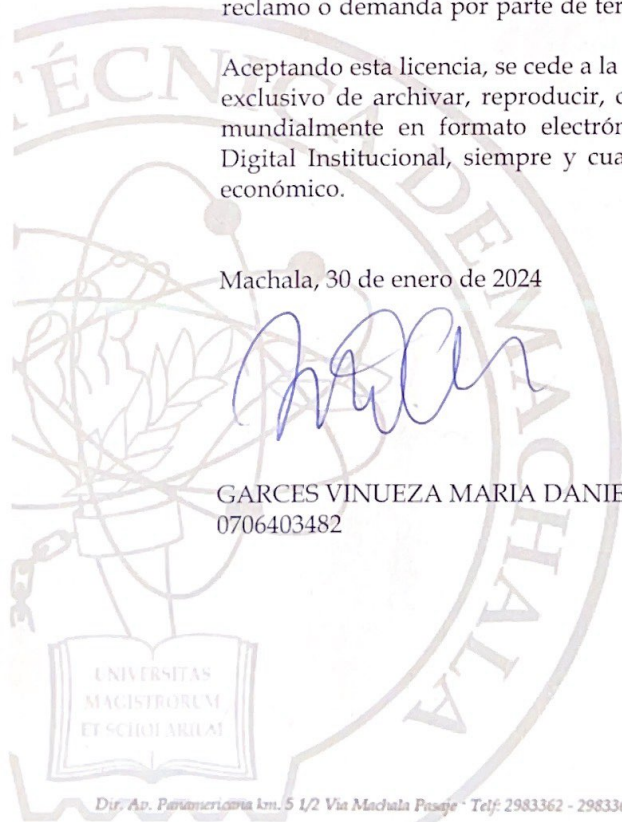
La autora como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

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, 30 de enero de 2024



GARCES VINUEZA MARIA DANIELA  
0706403482





## DEDICATORIA

A mi mamá por ser un ejemplo de fuerza, voluntad, por amarme por encima de todo y protegerme, por creer en mí y creer en mi palabra, por tomar mi mano siempre que lo necesité y permitirme caer sólo para ayudarme a levantar y esperar pacientemente los resultados de mi esfuerzo. Por mostrarme que el amor de una madre lo cura y lo puede todo especialmente cuando el espíritu está caído y el mejor lugar para abrigarse es en su abrazo.

A Dome por ser mi mejor amiga y mi mayor inspiración. Por ser quien se quedaba conmigo en los días difíciles, por ser mi compañera y cómplice de toda la vida. Por apoyar mis decisiones y defenderme a toda costa, por enseñarme que el tener una hermana es el mejor regalo.

A mi mami Rosi quien me cuidó siempre, mi ejemplo a seguir y uno de los pilares fundamentales de mi vida. Gracias mi angelito en el cielo y la rosita más bella por mostrarme lo que es una vida llena de esfuerzo y trabajo honesto.

A mi hija María Emilia, gracias por darme la dosis de fuerza necesaria para dar mis últimos pasos. Quiero que sepas que no hay tiempo determinado para cumplir las metas, no se trata de correr y ganar, ni de fijarse en relojes ajenos, la vida se trata de ir cada uno a su propio paso.

## **AGRADECIMIENTO**

Cada etapa, decisión y momento de mi vida lo pongo en manos de Dios; a Él debo agradecerle todo, mi familia, mis amigos, mis logros y las enseñanzas que recibí durante mi vida universitaria. Tú mi Dios sabes por qué todas las cosas de dieron así.

Agradezco a mi mamá por su cuidado, amor y ser un ejemplo de mujer fuerte, le doy gracias a todos y cada uno de sus consejos y su apoyo. Veo mucho de ella reflejado en mí y eso me hace feliz.

Agradezco a mi padre por enseñarme siempre sobre la honradez y ética, por enseñarme que uno lucha por lo que realmente quiere.

Agradezco a mi hermana, Doménica, quien es mi cómplice en esta vida, quien apoya mis decisiones y lucha incansablemente a mi lado.

A Dennys, Jenny y Eduardo, ustedes son lo mejor que me pudo pasar al cursar por la carrera; son unos amigos increíbles. Gracias por ayudarme durante los procesos más duros, por su maravillosa amistad que ha sido incondicional, nada sería lo mismo sin ustedes.

A Marcelo y María Emilia gracias por ser esa dosis de aliento en este último tramo, gracias por esa fuerza, gracias por ser mi familia.

## RESUMEN

Debido al latente peligro sísmico presente en el Ecuador y a la alta construcción informal, se debe concienciar la importancia de los análisis estructurales más allá de las respuestas estáticas y dinámicas de la estructura sino también enfocarse en la repercusión que la irregularidad de la edificación pueda provocar. El objetivo del presente trabajo es realizar el modelado de una estructura irregular de al menos tres niveles con el fin de ejecutar un análisis dinámico espectral tomando en consideración los requisitos de la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC). La estructura a evaluar es de uso residencial y consta de 10 niveles altos con una altura entrepisos de 2.60m, así mismo, se consideró ubicar a la edificación en la provincia de Manabí para trabajar con un factor  $Z=0.5$  y un tipo de suelo D, donde el periodo de la estructura es de  $T=0.6546$  s según el valor obtenido mediante el modelado en el software SAP 2000.

**PALABRAS CLAVES:** Estructura, Irregularidad, Peligro Sísmico, Cortante Basal.

## ABSTRACT

Due to the latent seismic danger present in Ecuador and the high informal construction, awareness must be raised of the importance of structural analyzes beyond the static and dynamic responses of the structure but also focus on the repercussion that the irregularity of the building may cause. The objective of this work is to model an irregular structure of at least three levels in order to execute a dynamic spectral analysis taking into consideration the requirements of the Ecuadorian Construction Standard (NEC). The structure to be evaluated is for residential use and consists of 10 high levels with a mezzanine height of 2.60m. Likewise, it was considered to locate the building in Manabí Province to work with a factor  $Z=0.5$  and a soil type D, where the period of the structure is  $T=0.6546$  s according to the value obtained through modeling in the SAP 2000 software.

**KEYWORDS:** Structure, Irregularity, Seismic Hazard, Basal Shear

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>DEDICATORIA</b> .....	I
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	II
<b>RESUMEN</b> .....	III
<b>ABSTRACT</b> .....	IV
<b>ÍNDICE DE CONTENIDO</b> .....	5
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	7
<b>1.1 Objetivo General</b> .....	9
<b>1.2 Objetivo Específico</b> .....	9
<b>2. DESARROLLO</b> .....	10
<b>2.1 Marco Teórico</b> .....	10
<b>2.1.1 Estructuras</b> .....	10
<b>2.1.2 Edificaciones</b> .....	10
<b>2.1.3 Sismos</b> .....	10
<b>2.1.4 Análisis dinámico</b> .....	10
<b>2.1.5 Diseño sismo-resistente</b> .....	10
<b>2.1.6 Espectros de peligro sísmico</b> .....	11
<b>2.1.7 Normas</b> .....	11
2.1.8.1 NEC .....	11
2.1.8.2 ASCE .....	11
2.1.8.3 FEMA .....	11
<b>3. CONCLUSIONES</b> .....	16
<b>4. RECOMENDACIONES</b> .....	17
<b>5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	18
<b>ANEXOS</b> .....	20
.....	21

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 .....	12
Ilustración 2 .....	13
Ilustración 3 .....	15
Ilustración 4 .....	15
Ilustración 5 .....	16
Ilustración 6: <i>Vista en Planta Primer Piso.</i> .....	27
Ilustración 7: <i>Vista en Elevación</i> .....	28

## ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1 .....	13
Tabla 2 .....	14
Tabla 3 .....	20
Tabla 4 .....	20
Tabla 5 .....	20
Tabla 6 .....	21
Tabla 7 .....	21
Tabla 8 .....	22
Tabla 9 .....	22
Tabla 10.....	23
Tabla 11 .....	24
Tabla 12 .....	25
Tabla 13 .....	26

## 1. INTRODUCCIÓN

Dentro de la rama de la Ingeniería Civil al momento de construir una respectiva estructura es necesario poder determinar la función que dicha construcción va a cumplir, la misma que debe ser evaluada para determinar si posee la rigidez suficiente y al aplicar dichas cargas constatar si sufrirá deformaciones

Tanto en el área de la construcción como en el área del diseño, es de vital importancia establecer un mínimo de variables para poder resistir movimiento telúrico sobre todo cuando hablamos de concreto reforzado, a pesar de ello en muchas ocasiones no suele ser colocados de manera apropiada u óptima, lo cual conlleva a diseñar o construir conjuntos o sistemas frágiles, además se debe recalcar que colocar más material que el requerido conllevaría a obtener edificaciones con deficiencias y variables sin distribución adecuada [1]

Con el pasar del tiempo las normas de construcción han ido evolucionando para adecuarse a las nuevas necesidades y enfrentándose a los nuevos obstáculos que atraviesa la era moderna de la construcción, uno de esos ejes es el cuestionamiento a las edificaciones de tierra frente a la acción de los sismos, ante las cargas de gravedad presenta respuestas favorables no se puede decir lo mismo frente a los efectos horizontales, por lo tanto, el comportamiento sísmico ante la tapia no se considera como óptima frente un sismo o terremoto [2]

Para el estudio sismo resistente de nuestro país es necesario señalar que el Ecuador se encuentra establecida dentro de la costa occidental en lo que conocemos como el “Cinturón de fuego del Pacífico”, debido a su ubicación siempre ha sido un territorio con gran probabilidad a repercusiones sísmicas o cualquier desastre natural. Debe destacarse que en caso de los sismos estos pueden ser provocados por 3 fenómenos: el de subducción, fallas de nivel local e inclusive la presente actividad volcánica [3]

Debido a la zona geográfica ante la cual se encuentra localizado el Ecuador y los peligros a los que se expone, se señale que los sistemas constructivos de edificaciones se han convertido en convencionales, necesitando un cambio urgente [3]. Los especialistas en construcción hacen alusión que ante la concurrencia de eventos telúricos no se ha dado paso a realizar estudios geofísicos para poder conocer el tipo de cimentación que debe poseer una estructura, recalando que las propiedades físicas y características del suelo dependerán de la ciudad donde se realicé dicho estudio, es decir no son similares y tendrán sus respectivas diferencias. Tomando en cuenta el grado de acoplamiento entre la fundación y el suelo, la estructura devuelve la energía absorbida como presiones adicionales, las cuales modificarían tanto características como comportamientos y producir fallas tanto en la fundación, licuefacción del suelo y asentamientos totales y diferenciales [4]



## **1.1 Objetivo General**

Verificar mediante un análisis dinámico espectral de una edificación irregular de al menos tres niveles, que la penalización mediante el uso de coeficientes de configuración estructural está justificada cuantitativamente en el diseño sismo-resistente.

## **1.2 Objetivo Específico**

Verificar el incremento del cortante basal en la estructura mediante la modificación de los coeficientes de penalización en elevación y en planta.

Modelar una estructura de diez niveles con irregularidad en planta mediante el software SAP2000.

Cuantificar las cargas sobrepuestas en la edificación.

Determinar las derivas de piso de la estructura.

## **2. DESARROLLO**

### **2.1 Marco Teórico**

#### **2.1.1 Estructuras**

Según las normas NEC actualizadas define a las estructuras como el sistema de componentes ensamblados los cuales tienen como función resistir todas y cada una de las cargas, sean estas verticales, sísmicas, entre otras. [5]

#### **2.1.2 Edificaciones**

Las edificaciones son estructuras artificiales, diseñadas, planificadas y ejecutadas. Mismas que tienen un propósito específico para el hombre, el uso más común son los edificios habitacionales [6]. Dependerá de su uso y su ubicación para identificar el procedimiento idóneo de su construcción y materiales a utilizar [7].

#### **2.1.3 Sismos**

Es considerado como una sacudida, movimiento o ruptura inesperado de la corteza terrestre, producida a cierta profundidad partiendo de un epicentro [8].

Estos eventos sísmicos someten a las infraestructuras a situaciones extremas, que ocasionalmente originan fallas estructurales, y en casos extremos la pérdida de vidas humanas. Ante esta situación la ingeniería estructural plantea normativas de carácter obligatorio, tanto para el diseño y la construcción, permitiendo que la estructura resista de modo apropiada las fuerzas impuestas [9].

#### **2.1.4 Análisis dinámico**

Este análisis es realizado en base a una posible acción de sismo, considerando el periodo de la estructura, cuyo resultado será por medio de la combinación de las respuestas de las formas modales [10]. El cual tiene como propósito la reestructuración de las edificaciones, ante los posibles daños que se presentaría en los elementos, todo esto considerando las normativas vigentes [11].

#### **2.1.5 Diseño sismo-resistente**

Es aquella estructura en la que se han considerado y proyectado la intervención de las cargas permanentes, sobrecargas de servicios y las acciones sísmicas [12], permitiendo así salvaguardar la vida de los habitantes de la infraestructura. Es decir, resisten a efectos producidos por algún movimiento sísmico.

## **2.1.6 Espectros de peligro sísmico**

En la ingeniería sísmica, un espectro es un valor que permite medir la reacción de una estructura ante una aceleración del suelo que la soporta [13]. Dicho espectro dependerá de la distancia y magnitud del sismo [14].

## **2.1.7 Normas**

### **2.1.8.1 NEC**

Las Normas ecuatorianas de construcción, presentan los requerimientos y metodologías que deberán ser aplicados al diseño sismo resistente, tanto para la seguridad estructural, habitacional y estructuras [5].

### **2.1.8.2 ASCE**

Presenta los requisitos para el diseño estructural así también proporciona un medio para determinar las cargas y combinaciones, permitiendo estimar los desplazamientos del diseño a través de un análisis aproximado [15].

### **2.1.8.3 FEMA**

Las normas de la Agencia Federal para la Gestión de Emergencias de los Estados Unidos, permite evaluar rápidamente la severidad de daños en una infraestructura, después de un movimiento sísmico [16].

## **2.1.9 CORTANTE BASAL DE DISEÑO.**

Es la fuerza reactiva en la que participa la carga muerta de la edificación, mediante la intervención del espectro de diseño y ciertos factores asociados a la configuración estructural.

$$V = \frac{I S_a(Ta)}{R \phi_P \phi_E} * W$$

## **2.1.10 COEFICIENTE DE CONFIGURACIÓN EN PLANTA Y ELEVACIÓN.**

En caso de estructuras irregulares, tanto en planta como en elevación, se usarán los coeficientes de configuración estructural, que “penalizan” al diseño con fines de tomar en cuenta dichas irregularidades, responsables de un comportamiento estructural deficiente ante la ocurrencia de un sismo.

## **2.2 MODELADO DE LA ESTRUCTURA.**

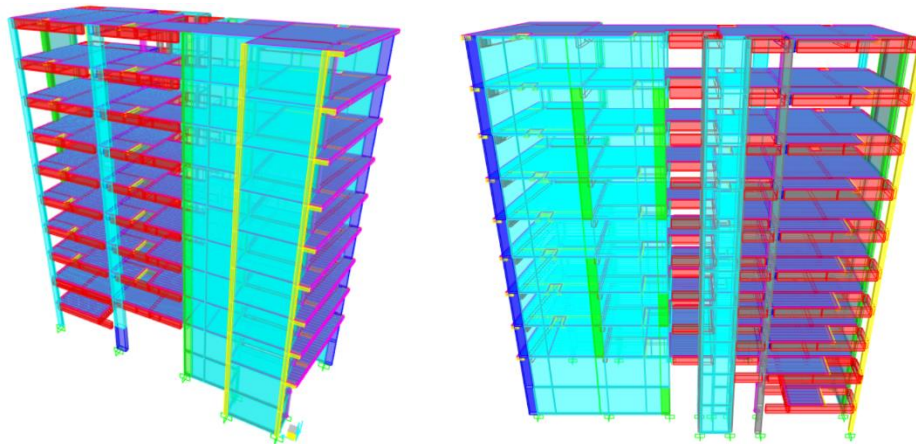
El edificio a evaluar es de uso residencial y consta de 10 plantas altas con una altura entrepiso de 2.60m, el cual dispone de un variado número elementos estructurales los cuales se detallan a continuación:

Vigas: 35x60cm, 25x60cm, 50x25cm, 25x20cm 30x60cm, 25x25cm y 10x20cm con resistencia a la compresión de  $f'c$  210kg/cm<sup>2</sup>.

Columnas cuadriláteras: 90x35cm, 70x25cm, 60x25cm y 40x25cm con resistencia a la compresión de  $f'c$  210kg/cm<sup>2</sup>.

Columna circular: Diámetro de 50cm con resistencia a la compresión de  $f'c$  210kg/cm<sup>2</sup>

Muro estructural: Espesor de 25cm con  $f'c$  280kg/cm<sup>2</sup>.



**Ilustración 1**

*Fuente: Elaborado por el autor.*

### **2.3 DETERMINACION DE LA SOBRECARGA**

Para la asignación de cargas, se ha calculado el peso de los elementos no estructurales y de la losa los cuales se asignaron en el software SAP 2000 como carga sobrepuesta en la estructura, en la estimación del cálculo se obtuvo un valor de 0.65 Ton/m<sup>2</sup> en carga muerta y 0.2 Ton/m<sup>2</sup> en carga viva, los cuales se acercan a los valores sugeridos en la guía para el diseño de estructuras de hormigón armado NEC 2015 de 0.7 Ton/m<sup>2</sup> en carga muerta y 0.2 Ton/m<sup>2</sup> en carga viva.

DESCRIPCIÓN	Area m2	Pesos kN	Cargas kN/m2	Carga Muerta		Carga viva	
				Cargas por piso kN/m2	Cargas por piso Ton/m2	Cargas por piso kN/m2	Cargas por piso Ton/m2
Planta baja	173	793,61	1,30	5,8873	0,60	4,800	0,49
1 Planta alta	173	612,38	2,85	6,3918	0,65	2,000	0,20
2 Planta alta	173	612,38	2,85	6,3918	0,65	2,000	0,20
3 Planta alta	173	612,38	2,85	6,3918	0,65	2,000	0,20
4 Planta alta	173	612,38	2,85	6,3918	0,65	2,000	0,20
5 Planta alta	173	612,38	2,85	6,3918	0,65	2,000	0,20
6 Planta alta	173	612,38	2,85	6,3918	0,65	2,000	0,20
7 Planta alta	173	612,38	2,85	6,3918	0,65	2,000	0,20
8 Planta alta	173	612,38	2,85	6,3918	0,65	2,000	0,20
9 Planta alta	173	612,38	2,85	6,3918	0,65	2,000	0,20
10 Planta alta	173	612,38	2,85	6,3918	0,65	0,700	0,07

Tabla 1

Fuente: Elaborado por el autor.

## 2.4 ESPECTRO DE DISEÑO

En la evaluación del caso, se consideró que la edificación se encuentra en la provincia de Manabí con un factor  $Z=0.5$  y un tipo de suelo D, donde el periodo de la estructura es de  $T=0.6546$  s según el valor obtenido mediante el modelado en el software SAP 2000. Para el cálculo de la participación de carga muerta en la edificación para la determinación del cortante basal se trabajó con un factor de importancia  $I=1$

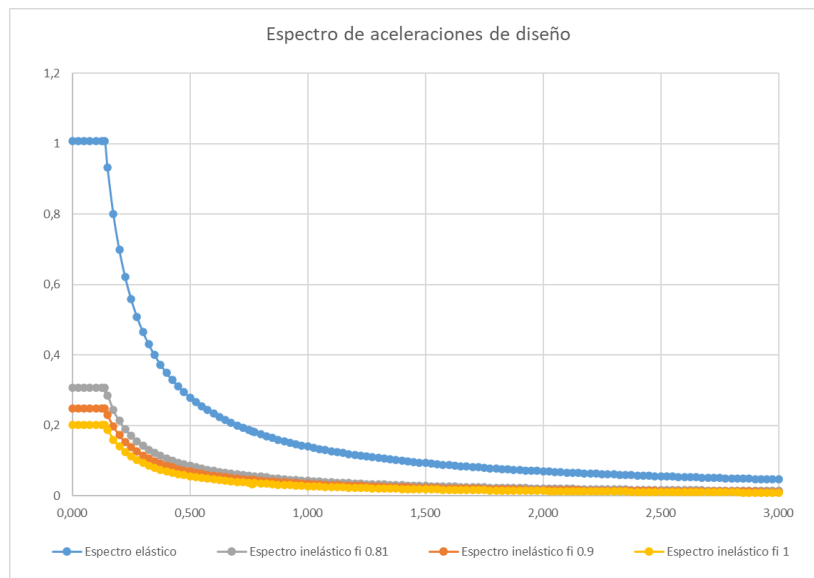


Ilustración 2

Fuente: Elaborado por el autor.

## 2.5 CORTANTE BASAL

Para la determinación de la participación de carga muerta en el cortante basal de la estructura, se consideró un factor de importancia  $I=1$ , un factor de reducción a la resistencia sísmica  $R=5$ , coeficientes de penalización en planta y elevación de  $\emptyset=0.81$ , y un valor del espectro de diseño para un periodo  $T=0.6546$  s.

Coeficiente de penalización en planta:

$$\emptyset_P = \emptyset_{PA} * \emptyset_{PB} = 0.9 * 0.9 = 0.81$$

Donde  $\emptyset_{PA}$  y  $\emptyset_{PB}$  son ambos de 0.9, para el tipo 3 y tipo 4 por presentar ejes no paralelos y discontinuidades en el sistema de piso según la tabla 12 de la NEC-SE-DS.

Coeficiente de penalización en elevación:

$$\emptyset_E = \emptyset_{EA} * \emptyset_{EB} = 0.9 * 0.9 = 0.81$$

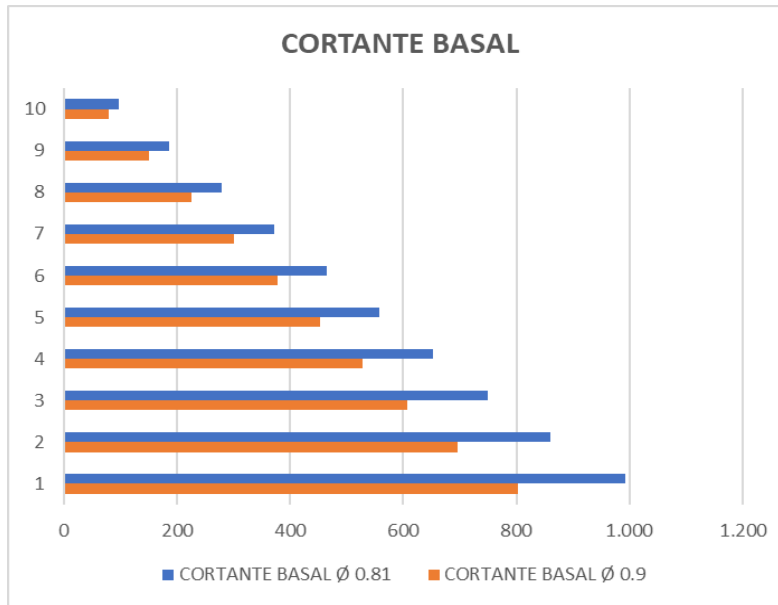
Donde  $\emptyset_{EA}$  y  $\emptyset_{EB}$  son ambos de 0.9, para el tipo 1 y tipo 3 por presentar irregularidad geométrica en la estructura según la tabla 14 de la NEC-SE-DS

Por tanto, se muestra a continuación el cortante basal para el caso mas crítico donde los coeficientes de penalización son de 0.81 y un caso ordinario con un coeficiente de penalización de 0.9.

PISO	EJE 1	EJE 2	EJE 3	EJE 4	EJE 5	EJE 6	EJE 7	CORTANTE BASAL $\emptyset$ 0.9	CORTANTE BASAL $\emptyset$ 0.81
1	217,69	78,96	120,82	61,02	71,51	84,35	169,24	803,60	992,04
2	200,19	74,38	90,80	37,16	63,33	73,96	156,23	696,06	859,28
3	170,88	65,72	78,03	29,95	58,31	67,08	136,38	606,35	748,54
4	150,11	55,67	68,92	27,03	51,51	59,26	116,17	528,66	652,63
5	129,00	47,64	58,51	23,07	44,81	51,36	97,74	452,12	558,14
6	107,71	39,61	49,04	19,43	37,57	43,04	80,33	376,73	465,07
7	86,25	31,70	39,04	15,56	30,21	34,59	63,76	301,10	371,71
8	64,67	23,95	29,24	11,66	22,63	25,93	47,87	225,95	278,94
9	43,02	16,14	19,17	8,01	15,03	17,04	32,30	150,72	186,06
10	21,20	9,42	9,60	4,02	8,01	8,88	17,72	78,84	97,33

**Tabla 2**

*Fuente: Elaborado por el autor. 1*

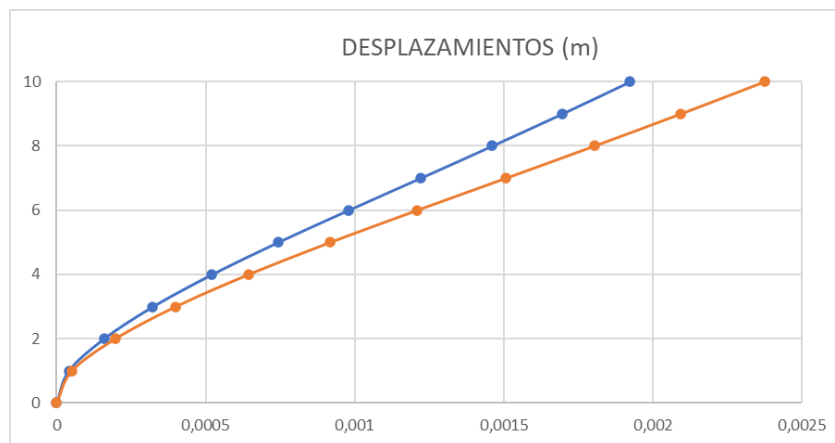


**Ilustración 3**

*Fuente: Elaborado por el autor.*

## 2.6 DESPLAZAMIENTO Y DERIVA DE PISO.

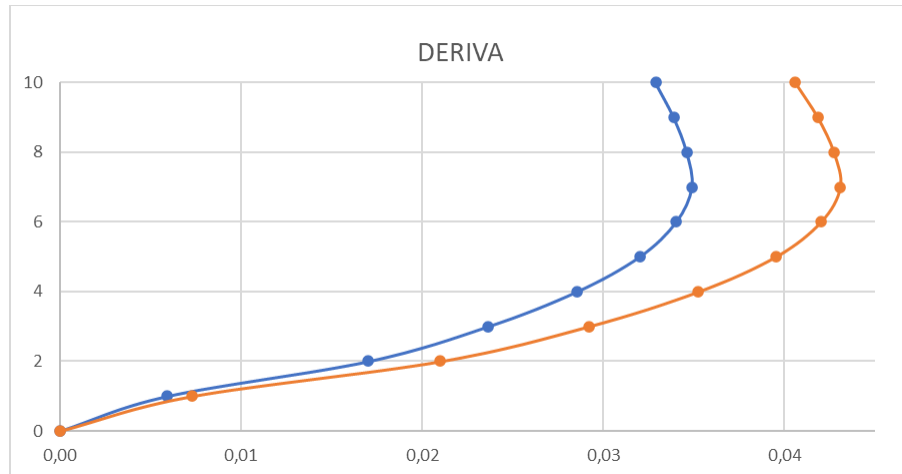
Mediante el software SAP 2000 se obtuvo que el desplazamiento máximo en el décimo piso alcanzó un valor de 0.00192 m y 0.00237 m para los casos de menor y mayor penalización por irregularidad.



**Ilustración 4**

*Fuente: Elaborado por el autor.*

La deriva se obtuvo a partir de los valores anteriores, donde se involucra la altura entrepiso de 2.6m. dando como resultado una deriva máxima en el 7mo piso alto para ambos casos con un valor de 0.035 y 0.043.



**Ilustración 5**

*Fuente: Elaborado por el autor.*

### 3. CONCLUSIONES

- Se verificó mediante un análisis dinámico que el uso de los coeficientes de configuración en planta y elevación está justificado debido a que estos incrementan de cierta medida la contribución de carga muerta ante un evento sísmico.
- Se modeló la estructura de análisis en el software SAP 2000, donde se definió el dimensionamiento de los diferentes elementos estructurales.
- Se cuantificó que el valor de sobrecarga muerta y viva es de 0.7 Ton/m<sup>2</sup> y 0.2 Ton/m<sup>2</sup>
- Se determinó las derivas de piso en la estructura con un valor máximo de 3.45% en el caso donde  $\emptyset=0.9$  y un valor máximo de 4.3% en el segundo caso donde  $\emptyset=0.81$ .



#### **4. RECOMENDACIONES**

Los coeficientes de configuración estructural incrementan el valor del cortante de diseño, con la intención de proveer de mayor resistencia a la estructura, pero no evita el posible comportamiento sísmico deficiente de la edificación. Por tanto, es recomendable evitar al máximo la presencia de las irregularidades.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] E. F. Roldán Pinargote, R. M. Suárez Balcázar, L. J. García Vinces y M. G. Zevallos Loor, «ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DE DOCENTES N° 1 DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ, COMPARANDO LOS ESPECTROS SÍSMICOS DE LA NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN NEC 2015, EL DETERMINADO POR EL ESTUDIO DE LA MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA DE PORTOVIEJO,» *REVISTA RIEMAT*, p. 7, 2019.
- [2] E. Maldonado Rondón y G. Chio Cho, «Estimación de las funciones de vulnerabilidad sísmica en edificaciones en tierra,» *Sistema de Información Científica Redalyc- Red de revistas científicas de Acceso Abierto diamante*, p. 21, 2009.
- [3] L. Morales y J. Santamaría, «Influencia de los paneles modulares M2 en el comportamiento sismo resistente de edificaciones,» *Revista Cátedra*, p. 12 , 2018.
- [4] G. Uribe Estrada, *Estructuras Antisísmicas*, Tlalplan: Compañía Editorial Continental S.A, 1975.
- [5] Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, «NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN,» de *PELIGRO SÍSMICO- Diseño Sismo Resistente*, Quito, 2023, p. 47.
- [6] C. Sotomayor, M. Durán, A. Venegas, D. Idrovo, M. Cordero, J. Avilés y A. Rodas, «NÁLISIS DE HABITABILIDAD EN CONJUNTOS RESIDENCIALES DE MEDIANA ALTURA CONSTRUIDOS EN CUENCA, ECUADOR,» *DAYA diseño, arte y arquitectura*, vol. 14, nº 14, p. 17, 21 Diciembre 2022.
- [7] H. Pari, D. Itusaca, E. Choquehuanca y R. Montesinos, «Evaluación de la presión del viento en edificios de poca altura con coberturas metálicas a escala real en la ciudad de Juliaca,» *Revista Ingeniería de Construcción RIC*, vol. 38, nº 3, p. 22, 30 12 2023.
- [8] R. Ramírez y T. Ferreria, «Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de edificios históricos de mampostería usando modelos semánticos apoyados en evidencias empíricas: Aprendizajes en México,» *REDER Revista de Estudios Latinoamericanos sobre Reducción del Riesgo de Desastres*, vol. 8, nº I, p. 20, 1 Enero 2024.

- [9] G. d. J. Martínez, J. Blandón y L. Lara, «Amortiguadores de masa sintonizada: una revisión general,» *Revista Politécnica*, vol. 18, nº 35, pp. 140-168, Enero 2022.
- [10] P. Máximo, R. Ramos, V. Galindo, M. Ávila, G. Yáñez y D. Romano, «Vibración ambiental registrada en una edificación religiosa del siglo XVIII para determinar sus características dinámicas,» *REVISTA UNAL*, nº 52, pp. 18-28, Enero 2022.
- [11] E. Duque, C. Quiñonez y J. Cueva, «Evaluación del comportamiento dinámico en edificaciones de baja altura en la ciudad de Loja-Ecuador,» *CEDAMAZ*, vol. 12, nº 1, pp. 59-67, Junio 2022.
- [12] J. Blas, R. Salazar, F. Vega y A. Velásquez, «Compendio de metodologías sobre efectos sísmicos para diseño de puentes atirantados, colgantes y en arco,» *Revista de investigación APORTE SANTIAGUINO ingeniería e innovación*, vol. 16, nº 2, pp. 193-211, Diciembre 2023.
- [13] A. Chopra, *Dynamics of structures, Theory and Applications to Earthquake Engineering*, 5th ed., Global Edition, 2020.
- [14] M. Jara, H. Hernández y O. Álvarez, «Efecto del componente sísmico vertical en puentes,» *Revista de Ingeniería Sísmica*, nº 108, pp. 79-107, 2022.
- [15] C. Piscal y F. López, «Comparación de las dos metodologías de análisis y diseño más recientes de ASCE 7, para el análisis de su posible empleo en edificaciones con aislamiento sísmico de base en Colombia,» *Redalyc*, vol. 37, nº 1, p. 12, 2019.
- [16] F. Dueñas, «Evaluación Estructural de acuerdo con las Normas NEC Y FEMA de la Estación de Bomberos del Cantón Jama Provincia de Manabí, Ecuador,» *Dialnet*, vol. 5, nº 1, pp. 380-397, 2020.

## ANEXOS

Paredes:

Bloques tipo PI 19	h =Altura(m)	b=Largo(m)	Espesor (m)	Peso(kN/m3)	Area (m2)	N	N° de bloques x m2	Area de bloques x m2
	0,19	0,39	0,15	12	0,0741	13,50	13	0,9633

Mortero	Espesor	Peso especifico ( kN/m3)	Volumen por bloque	Volumen x m2
	0,03	22	0,00261	0,03393

Enlucido	Espesor	Peso especifico ( kN/m3)	Volumen x m2
	0,015	22	0,03

**Tabla 3**

*Fuente: Elaborado por el autor.*

Peso Bloques kN/m2	1,73394
Peso de mortero kN/m2	0,74646
Peso de enlucido kN/m2	0,66
	3,1404 kN/m2

**Tabla 4**

*Fuente: Elaborado por el autor.*

Losa:

Hormigon de piso	h =Altura(m)	b=Largo (m)	Espesor (m)	Peso(kN/m3)	Volumen de hormigon (m3)
	1	1	0,05	22	0,05

Ceramica	h =Altura(m)	b=Largo (m)	Espesor (cm)	Peso(kN/m2)	Area (m2)	N
	0,6	0,6	3	0,2	0,36	2,78

Bloques tipo	h =Altura(m)	b=Largo (m)	Espesor (m)	Peso(kN/m3)	Area (m2)	N	N° de bloques x m2	Area de bloques x m2
	0,2	0,4	0,15	12	0,08	8	8	0,64

Hormigon de nervio	Area de Hormigon	Espesor (m)	Peso(kN/m3)	Volumen de hormigon (m3)
	0,36	0,15	24	0,054

**Tabla 5**

*Fuente: Elaborado por el autor.*

Peso de piso kN/m <sup>2</sup>
1,1
Peso de ceramica + mortero kN/m <sup>2</sup>
0,6
Peso de bloques kN/m <sup>2</sup>
1,152
Peso de nervios kN/m <sup>2</sup>
1,296
2,852 kN/m <sup>2</sup>

**Tabla 6**

*Fuente: Elaborado por el autor.*

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.4	1.3	1.25	1.23	1.2	1.18
D	1.6	1.4	1.3	1.25	1.2	1.12
E	1.8	1.4	1.25	1.1	1.0	0.85
F	Véase <a href="#">Tabla 2</a> : Clasificación de los perfiles de suelo y la sección <a href="#">10.5.4</a>					

**Tabla 7**

*Tabla: Tipos de suelo y factores de sitio Fa*

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
B	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
C	0.85	0.94	1.02	1.06	1.11	1.23
D	1.02	1.06	1.11	1.19	1.28	1.40
E	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2
F	Véase <a href="#">Tabla 2</a> : Clasificación de los perfiles de suelo y 10.6.4					

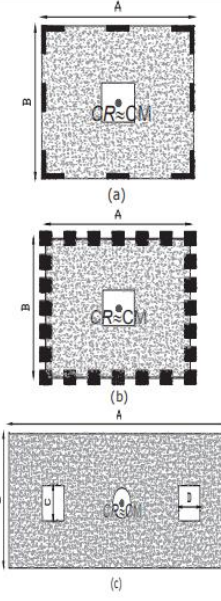
Tabla 8

Tabla: Tipos de suelo y factor es de sitio Fd

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.36	1.28	1.19	1.15	1.11	1.06
D	1.62	1.45	1.36	1.28	1.19	1.11
E	2.1	1.75	1.7	1.65	1.6	1.5
F	Véase <a href="#">Tabla 2</a> : Clasificación de los perfiles de suelo y 10.6.4					

Tabla 9

Tabla: Tipos de suelo y factores de sitio Fs

CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN $\phi_{E1}=1$	CONFIGURACIÓN EN PLANTA $\phi_{P1}=1$
<p>La altura de entrepiso y la configuración vertical de sistemas aporricados, es constante en todos los niveles.</p> <p><math>\phi_{E1}=1</math></p>	<p>La configuración en planta ideal en un sistema estructural es cuando el Centro de Rigidez es semejante al Centro de Masa.</p> <p><math>\phi_{P1}=1</math></p>
<p>La dimensión del muro permanece constante a lo largo de su altura o varía de forma proporcional.</p> <p><math>\phi_{E1}=1</math></p>	

**Tabla 10**

*Tabla: Configuraciones estructurales recomendadas.*

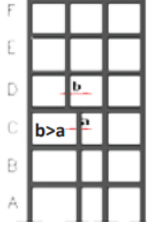
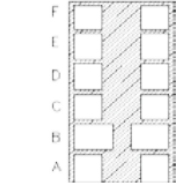
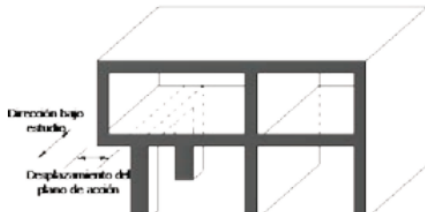
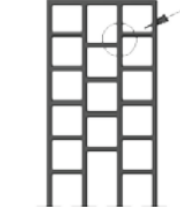
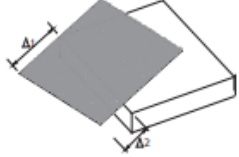

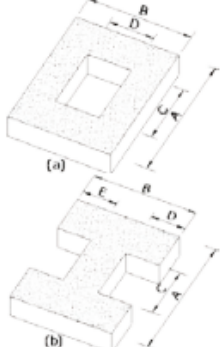
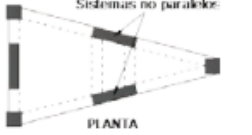
IRREGULARIDADES EN ELEVACIÓN	IRREGULARIDADES EN PLANTA	
<p><b>Ejes verticales discontinuos o muros soportados por columnas.</b>            La estructura se considera irregular no recomendada cuando existen desplazamientos en el alineamiento de elementos verticales del sistema resistente, dentro del mismo plano en el que se encuentran, y estos desplazamientos son mayores que la dimensión horizontal del elemento.</p>		<p><b>Desplazamiento de los planos de acción de elementos vertical.</b></p> <p>Una estructura se considera irregular no recomendada cuando existen discontinuidades en los ejes verticales, tales como desplazamientos del plano de acción de elementos verticales del sistema resistente.</p>
<p><b>Piso débil-Discontinuidad en la resistencia.</b>            La estructura se considera irregular no recomendada cuando la resistencia del piso es menor que el 70% de la resistencia del piso inmediatamente superior, (entendiéndose por resistencia del piso la suma de las resistencias de todos los elementos que comparten el cortante del piso para la dirección considerada).</p>	 <p>RESISTENCIA PISO B &lt; 0.70 RESISTENCIA PISO C</p>	
<p><b>Columna corta</b>            Se debe evitar la presencia de columnas cortas, tanto en el diseño como en la construcción de las estructuras.</p>		

Tabla 11

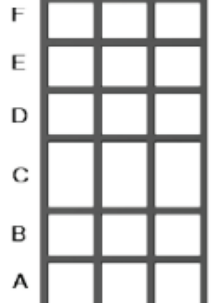
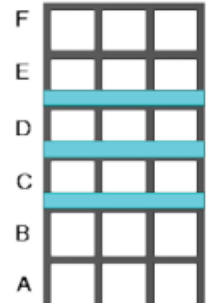
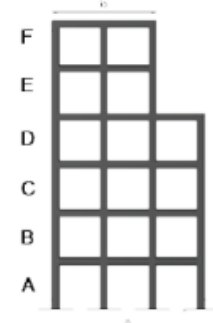
Tabla: Configuraciones estructurales no recomendadas.



<p><b>Tipo 1 - Irregularidad torsional</b>  <math>\phi_{tr}=0.9</math>  <math>\Delta &gt; 1.2 \frac{(\Delta 1 + \Delta 2)}{2}</math></p> <p>Existe irregularidad por torsión, cuando la máxima deriva de piso de un extremo de la estructura calculada incluyendo la torsión accidental y medida perpendicularmente a un eje determinado, es mayor que 1,2 veces la deriva promedio de los extremos de la estructura con respecto al mismo eje de referencia. La torsión accidental se define en el numeral 6.4.2 del presente código.</p>	
<p><b>Tipo 2 - Retrocesos excesivos en las esquinas</b> <math>\phi_{tr}=0.9</math>  <math>A &gt; 0.15B</math> y <math>C &gt; 0.15D</math></p> <p>La configuración de una estructura se considera irregular cuando presenta entrantes excesivos en sus esquinas. Un entrante en una esquina se considera excesivo cuando las proyecciones de la estructura, a ambos lados del entrante, son mayores que el 15% de la dimensión de la planta de la estructura en la dirección del entrante.</p>	
<p><b>Tipo 3 - Discontinuidades en el sistema de piso</b>  <math>\phi_{tr}=0.9</math>  a) <math>CxD &gt; 0.5AxB</math>  b) <math>[Cx D + Cx E] &gt; 0.5Ax B</math></p> <p>La configuración de la estructura se considera irregular cuando el sistema de piso tiene discontinuidades apreciables o variaciones significativas en su rigidez, incluyendo las causadas por aberturas, entrantes o huecos, con áreas mayores al 50% del área total del piso o con cambios en la rigidez en el plano del sistema de piso de más del 50% entre niveles consecutivos.</p>	
<p><b>Tipo 4 - Ejes estructurales no paralelos</b>  <math>\phi_{tr}=0.9</math></p> <p>La estructura se considera irregular cuando los ejes estructurales no son paralelos o simétricos con respecto a los ejes ortogonales principales de la estructura.</p>	
<p>Nota: La descripción de estas irregularidades no faculta al calculista o diseñador a considerarlas como normales, por lo tanto la presencia de estas irregularidades requiere revisiones estructurales adicionales que garanticen el buen comportamiento local y global de la edificación.</p>	

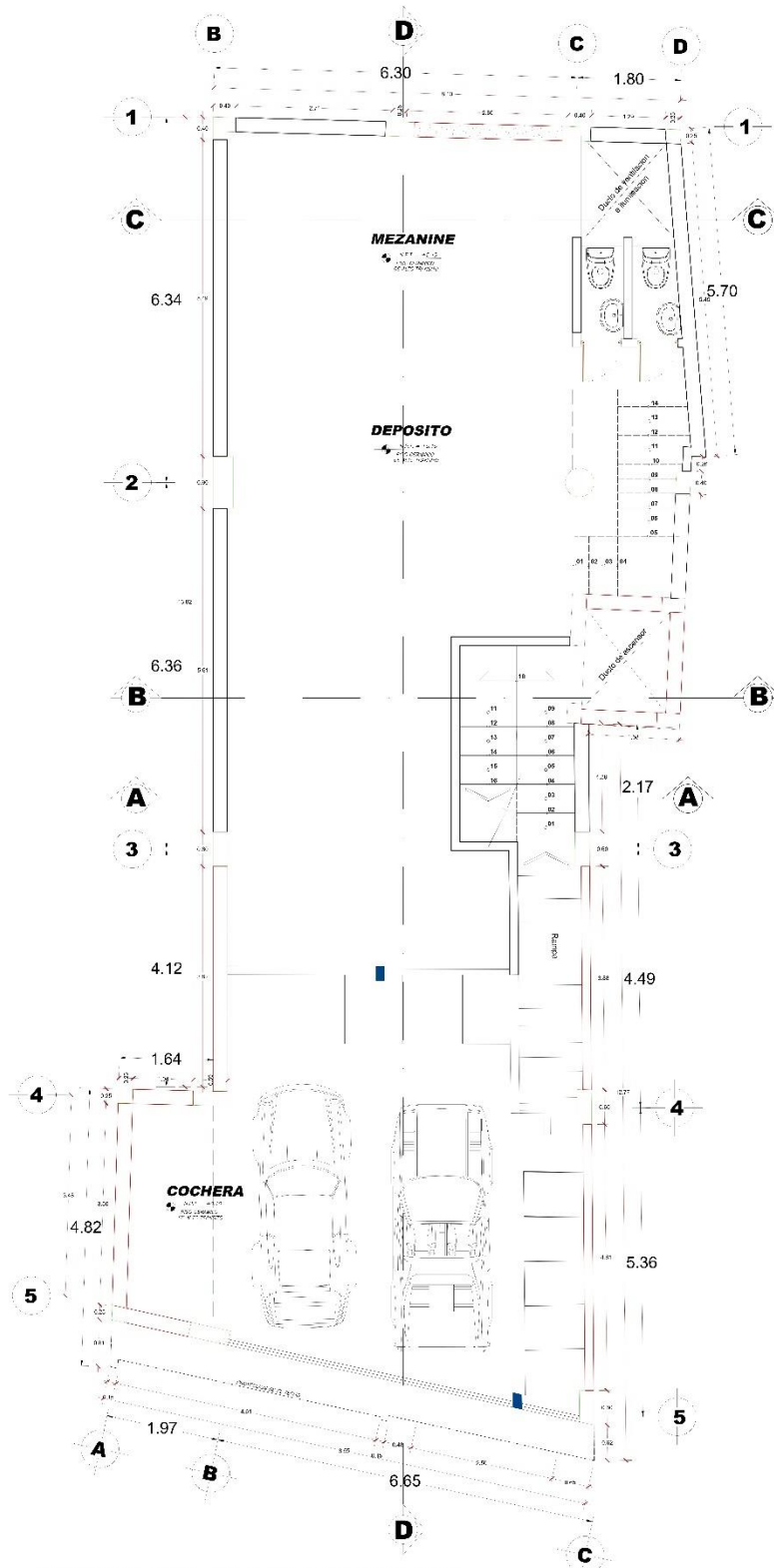
**Tabla 12**

*Tabla: Coeficientes de irregularidad en planta.*

<p><b>Tipo 1 - Piso flexible</b>  <math>\phi_E=0.9</math>  Rigidez <math>K_c &lt; 0.70</math> Rigidez <math>K_D</math>  Rigidez <math>&lt; 0.80 \frac{(K_D + K_E + K_F)}{3}</math></p> <p>La estructura se considera irregular cuando la rigidez lateral de un piso es menor que el 70% de la rigidez lateral del piso superior o menor que el 80 % del promedio de la rigidez lateral de los tres pisos superiores.</p>	
<p><b>Tipo 2 - Distribución de masa</b>  <math>\phi_E=0.9</math>  <math>m_D &gt; 1.50 m_E</math> ó  <math>m_D &gt; 1.50 m_C</math></p> <p>La estructura se considera irregular cuando la masa de cualquier piso es mayor que 1,5 veces la masa de uno de los pisos adyacentes, con excepción del piso de cubierta que sea más liviano que el piso inferior.</p>	
<p><b>Tipo 3 - Irregularidad geométrica</b>  <math>\phi_E=0.9</math>  <math>a &gt; 1.3 b</math></p> <p>La estructura se considera irregular cuando la dimensión en planta del sistema resistente en cualquier piso es mayor que 1,3 veces la misma dimensión en un piso adyacente, exceptuando el caso de los altillos de un solo piso.</p>	
<p>Nota: La descripción de estas irregularidades no faculta al calculista o diseñador a considerarlas como normales, por lo tanto la presencia de estas irregularidades requiere revisiones estructurales adicionales que garanticen el buen comportamiento local y global de la edificación.</p>	

**Tabla 13**

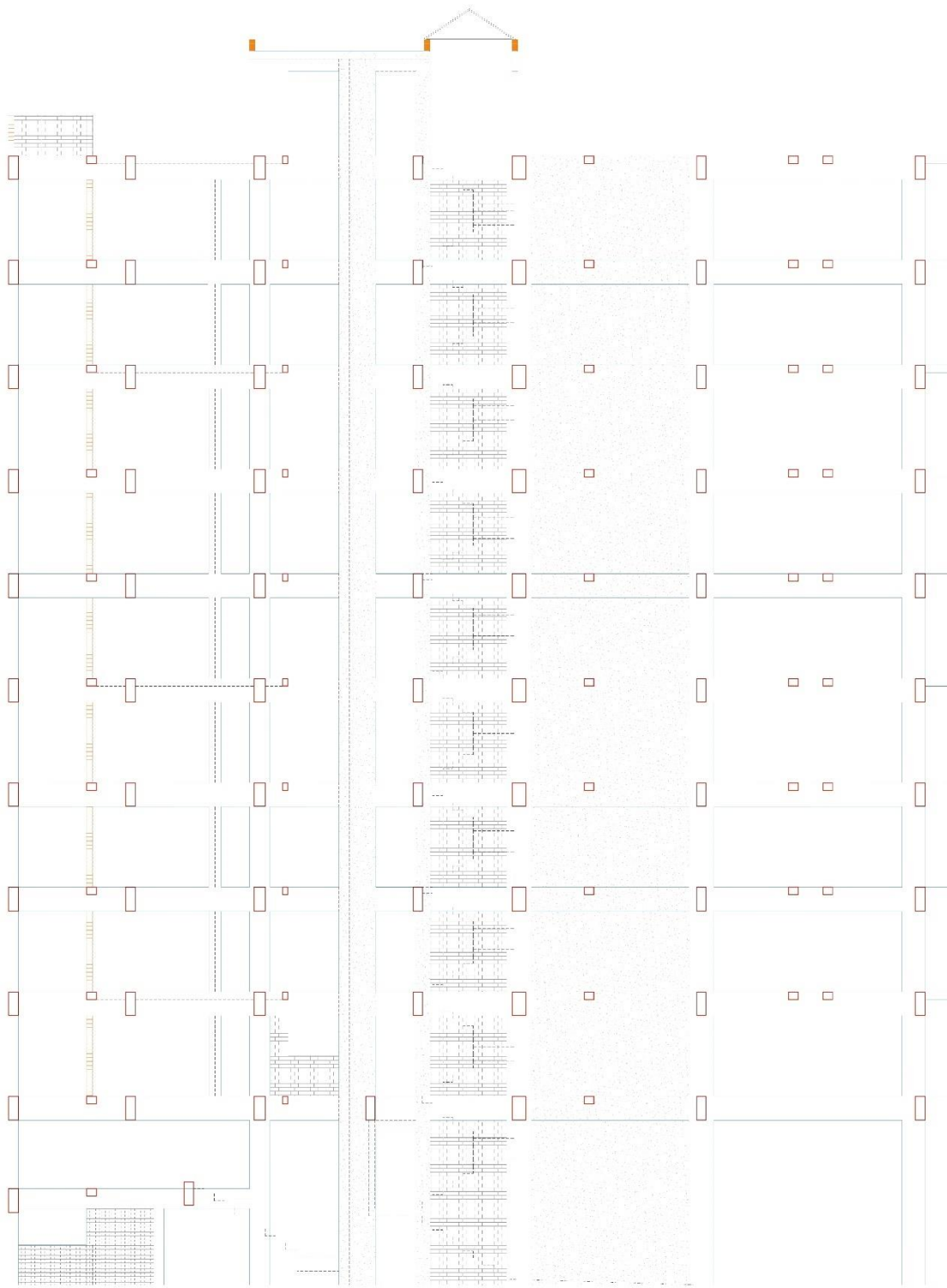
*Tabla: Coeficientes de irregularidad en elevación.*



**ARQUITECTURA EN PLANTA PRIMER PISO**

Escala: 1:500

**Ilustración 6: Vista en Planta Primer Piso.**



AN - (0.25 x 0.20) EJE C-C del (1ro al 10 mo PISO)

**Ilustración 7:** *Vista en Elevación*