



# UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

---

**“EVALUACIÓN SÍSMICA DE LOS EFECTOS DE IRREGULARIDAD EN PLANTA DE EDIFICACIONES APORTICADAS AUTOCONSTRUIDAS E IDEALES CON FORMA RECTANGULAR, CRUZ, U, L, T y O, LOCALIZADAS EN LA CIUDAD DEL CUSCO MEDIANTE LA NORMA TÉCNICA E.030 APLICANDO EL MÉTODO DE LOS ELEMENTOS FINITOS”**

---

PRESENTADO POR:

BACH. RENZO NAVARRETE ARIZABAL

BACH. WILDHEN SOLORZANO  
BARRIENTOS

“Para optar el Título Profesional de  
INGENIERO CIVIL”

ASESOR: ING. ELVIS YURI MAMANI  
VARGAS

CUSCO – PERÚ

2019



## DEDICATORIA

### **A Dios**

Por ayudarnos a no perder el rumbo, por mantenernos en pie por el buen camino, por regalarnos salud, serenidad y fortaleza para superar las dificultades de la vida.

### **A nuestros padres**

A nuestros padres, por ser los principales promotores de nuestros sueños, gracias a ellos por cada día confiar y creer en nosotros y en nuestras expectativas, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes hemos logrado llegar hasta aquí y convertirnos en lo que somos. Ha sido el orgullo y el privilegio de ser sus hijos, son los mejores padres.

Rosa María Barrientos Diaz

Guillermo Solorzano Quispe

Celia Arizabal Tacca

Renzo Navarrete Huillcahuaman

### **A nuestros familiares y amigos**

A nuestros hermanos por estar siempre presentes, acompañándonos y por el apoyo moral que nos brindaron a lo largo de esta etapa de nuestras vidas.

A todas las personas que nos han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.



## AGRADECIMIENTOS

### **A Dios**

Agradecemos a Dios por bendecirnos la vida, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

### **A nuestro asesor**

Ingeniero Elvis Yuri Mamani Vargas que, durante la realización de nuestro proyecto, usted ha sido mano derecha y quien nos ha guiado en el complicado proceso. Es cierto no ha sido nada fácil, sin embargo, gracias a su ayuda el camino para la realización de este trabajo de investigación ha sido un tanto menos complicado.

### **A nuestros dictaminantes**

Ingenieros Eliot Pezo Zegarra y Camilo Mendoza Escalante por el apoyo constante, el tiempo brindado, el aporte de su experiencia, y la motivación para hacer realidad esta tesis de investigación.



## Resumen

En la presente investigación se analizó los efectos de la irregularidad en planta (esquinas entrantes) sobre la evaluación sísmica de edificaciones aporticadas de 1 a 5 niveles con forma rectangular, cruz, U, L, T y O, localizadas en la ciudad del Cusco (específicamente en el distrito de San Jerónimo), en relación al cumplimiento de la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente del año 2018 para perfiles de suelo S1, S2 y S3, para ello se hizo un análisis por irregularidad tanto en altura como en planta siendo la principal irregularidad la de esquina entrante.

Empleando el método de análisis estático o de fuerzas equivalentes y el análisis dinámico modal espectral se llegó a hacer la evaluación sísmica de las edificaciones que se dividen en 3 grupos de la siguiente manera: edificaciones autoconstruidas existentes en forma de L, U y rectangular, edificaciones propuestas con medidas existentes y edificaciones propuestas optimizadas con forma rectangular, cruz, U, L, T y O.

Las edificaciones aporticadas propuestas de forma rectangular, cruz, U, L, T y O fueron modeladas a base de medidas tomadas en campo de edificaciones existentes, medidas pertenecientes a alturas de entrepiso, distancia entre columnas, elementos estructurales como columnas de 0.25 m x 0.45 m, Vigas de 0.25 m x 0.40 m y altura de losa de 0.20 m, para verificar si cumplen la Norma Técnica E.030 del año 2018, calculando parámetros de periodo de vibración, cortante basal, cortante dinámica, cortante mínima, desplazamientos y derivas de entrepiso.

Las edificaciones propuestas optimizadas con columnas centrales y perimetrales de 0.45 m x 0.45 m, columnas esquineras en forma de L de 0.25 m x 0.50 m, vigas principales y secundarias de 0.30 m x 0.45 m y altura de losa de 0.20 m vienen a ser modelados a consecuencia de que las edificaciones existentes e propuestas con medidas existentes no cumplen los parámetros de límites de distorsión de entrepiso, por lo que, como una solución para disminuir los excesivos desplazamientos absolutos se establecen estas nuevas dimensiones de vigas y columnas con las que se modelan nuevas edificaciones irregulares de 1 a 5 niveles de forma rectangular, cruz, U, L, T y O, para perfiles de los suelos S1(roca o suelos muy rígidos), S2 (suelos intermedios), S3 (suelos blandos), con el software Etabs tomando en consideración también el análisis por irregularidad.

Asimismo, se realizó el modelamiento de edificaciones aporticadas mediante el método de elementos finitos de tipo sólido en el software SAP2000 para verificar en que parte de la



edificación hay mayor concentración de esfuerzos, este tipo de elementos finitos se realizó discretizando la edificación en una cantidad finita de elementos (cubos), en el cual se puede verificar con diferentes colores las variaciones de esfuerzos axiales, tracción y compresión que resultan de la aplicación del espectro de pseudo-aceleración a la edificación lo que sirve para ver en qué lugar de la edificación se dan los mayores esfuerzos de tracción y compresión así como su distribución y variación.

La presencia esquina entrante influye sobre la evaluación sísmica de las edificaciones aporticadas existentes, propuestas con medidas existentes e propuestas optimizadas, respecto a la irregularidad torsional e incremento de los desplazamientos máximos absolutos, lo que puede ser reducido mediante el cumplimiento de la Norma Técnica E.030 del año 2018, a través del incremento del área de columnas y vigas y la implementación de columnas en forma de L en las esquinas de las edificaciones.

Las edificaciones propuestas optimizadas de 1 a 5 niveles en forma rectangular, cruz, U, L, T y O cumplen con los límites de distorsión de entrepiso para todos los perfiles de suelo ya que las vigas son de 0.30x0.45 m, columnas centrales y excéntricas de 0.45x0.45 m, columna en forma de L de 0.25x0.50 m y altura de losa de 0.20 m.

Igualmente, se determinó que mediante el método de elementos finitos tipo sólido se puede observar la distribución de máxima de esfuerzos de tracción y compresión en las esquinas entrantes interiores de las edificaciones propuestas ubicadas en el distrito de San Jerónimo, provincia y departamento del Cusco.

**Palabras Claves:** Sismorresistencia, irregularidades, edificaciones aporticadas, evaluación sísmica, método de elementos finitos.



## Abstract

In the present investigation, the effects of irregularity in plan (entering corners) on the seismic evaluation of porched buildings of 1 to 5 levels with rectangular, cross, U, L, T and O, located in the city of Cusco (specifically in the district of San Jerónimo), in relation to compliance with Technical Standard E.030 Earthquake-resistant Design of 2018 for soil profiles S1, S2 and S3, for this an analysis was made for irregularity both in height and in plan being the main irregularity that of the incoming corner.

Using the method of static analysis or equivalent forces and the spectral modal dynamic analysis, the seismic evaluation of the buildings was made, which are divided into 3 groups as follows: realself-built buildings in the shape of L, U and rectangular, buildings Propuesta with real measurements and propuesta buildings optimized with rectangular, cross, U, L, T and O shapes.

The propuesta buildings of rectangular shape, cross, U, L, T and O were modeled based on measurements taken in the field of real buildings, measurements pertaining to mezzanine heights, distance between columns, structural elements such as 0.25 mx 0.45 m columns , Beams of 0.25 mx 0.40 m and slab height of 0.20 m, to verify if they comply with Technical Standard E.030 of the year 2018, calculating vibration period parameters, basal shear, dynamic shear, minimum shear, displacements and mezzanine drifts.

Propuesta buildings optimized with 0.45 mx 0.45 m central and perimeter columns, 0.25 mx 0.50 m L-shaped corner columns, 0.30 mx 0.45 m main and secondary beams and 0.20 m slab height are modeled as a result of real and propuesta buildings with real measurements do not meet the parameters of mezzanine distortion limits, so, as a solution to reduce excessive absolute displacements, these new dimensions of beams and columns are established with which new irregular buildings are modeled. 1 to 5 levels of rectangular shape, cross, U, L, T and O, for profiles of soils S1 (rock or very rigid soils), S2 (intermediate soils), S3 (soft soils), with ETABS software taking in I also consider irregularity analysis.

Likewise, the modeling of buildings contributed by means of the solid-type finite element method is performed in the SAP2000 software to verify in which part of the building there is a greater concentration of efforts, this type of finite elements is done by discretizing the building in a finite amount of elements (cubes), in which you can verify with different colors the variations of axial stresses, traction and compression that result from the application of the



pseudo-acceleration spectrum to the building, which serves to see where in the building it is they give the greatest tensile and compression stresses as well as their distribution and variation.

The presence of the incoming corner influences the seismic evaluation of the buildings contributed real, propuesta with real measures and optimized propuestas, with respect to torsional irregularity and increased absolute maximum displacements, which can be reduced by complying with Technical Standard E. 030 of the year 2018, through the increase of the area of columns and beams and the implementation of L-shaped columns in the corners of the buildings.

The propuesta buildings optimized from 1 to 5 levels in rectangular, cross, U, L, T and O shape meet the mezzanine distortion limits for all floor profiles since the beams are 0.30x0.45 m, central columns and eccentric of 0.45x0.45 m, L-shaped column of 0.25x0.50 m and slab height of 0.20 m.

Likewise, it was determined that by means of the solid-type finite element method, the distribution of maximum tensile and compressive stresses in the interior incoming corners of the propuesta buildings located in the district of San Jerónimo, province and department of Cusco can be observed.

**Key Words:** Earthquake resistance, irregularities, framed buildings, seismic evaluation, finite element method.



## Introducción

Con la presente investigación se analizó la influencia de la irregularidad en esquina entrante sobre la evaluación sísmica de edificaciones que presentan formas rectangulares, cruz, U, L, T y O con sistema estructural aporticado. Este análisis se realizó de acuerdo a la Norma Técnica E.030 Diseño sismorresistente del año 2018, que tiene como finalidad disminuir la vulnerabilidad de las edificaciones nuevas y asegurar la continuidad de los servicios básicos, así como aplicar el diseño a todas las edificaciones nuevas, para de esta manera conocer el comportamiento de las edificaciones y así poder prevenir y mitigar posibles daños estructurales ante solicitaciones sísmicas en edificaciones aporticadas en la ciudad del Cusco, específicamente en el distrito de San Jerónimo.

La característica principal de este tipo de formas complejas, irregulares o asimétricas pueden causar un mal comportamiento cuando la edificación es sometida a carga sísmica. Una geometría irregular favorece a que la estructura sufra torsión o que intente girar en forma desordenada, la falta de uniformidad facilita que en algunas esquinas se presenten concentraciones de esfuerzos, que pueden ser difíciles de resistir.

Las construcciones pueden sufrir diversos daños cuando se someten a excitaciones sísmicas, aunque para un mismo sistema estructural, región y peligrosidad, los daños en las construcciones no son iguales ni homogéneos. Estas son causadas por diversos factores como el sistema estructural, las características del sismo y la calidad de la construcción, entre otros, asimismo, conforme señalan los estudios mediante observación, mayormente los daños se deben a la configuración en planta, elevación y a los efectos de sitio en el suelo donde están ubicadas las construcciones.

Para analizar esta problemática es necesario mencionar que el departamento del Cusco, específicamente en el distrito de San Jerónimo, existe un problema recurrente que radica en el hecho que las construcciones son ejecutadas sin el asesoramiento y/o participación de un Ingeniero Civil, es decir, únicamente se realizan con la intervención de un maestro de obra, lo que genera que las mismas no cumplan con los lineamientos establecidos en la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente del año 2018, pues no son diseñadas ni supervisadas por un profesional que tenga conocimientos sobre sismorresistencia,

Se tomó en consideración fundamental la investigación de la Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural que titula “Efectos de la irregularidad en planta con forma arquitectónica”, con el fin de determinar el efecto de la forma en el comportamiento sísmico además se estudia el efecto de los alargamientos y las salientes en secciones rectangular, cruz, U, L, T y O.





## Índice General

1	Capítulo I: Planteamiento del Problema.....	1
1.1	Identificación del Problema .....	1
1.1.1	Descripción del problema:.....	1
1.1.2	Formulación interrogativa del problema .....	2
1.2	Justificación e Importancia de la Investigación .....	3
1.2.1	Justificación técnica.....	3
1.2.2	Justificación social.....	3
1.2.3	Justificación por vialidad.....	4
1.2.4	Justificación por relevancia .....	4
1.3	Limitaciones de la Investigación.....	4
1.4	Objetivos de la investigación .....	6
1.4.1	Objetivo General .....	6
1.4.2	Objetivos específicos.....	6
2	Capítulo II: Marco Teórico.....	8
2.1	Antecedentes de las Tesis.....	8
2.1.1	Antecedentes a Nivel Nacional .....	8
2.1.2	Antecedentes a Nivel Internacional.....	11
2.2	Aspectos Teóricos Pertinentes .....	13
2.2.1	Registro histórico de sismos en la ciudad del Cusco.....	13
2.2.2	Tipos de suelo predominantes en la ciudad del Cusco .....	14
2.2.3	Edificios simétricos y asimétricos en planta .....	14
2.2.4	Efectos torsionales: acoplamiento lateral torsional .....	14
2.2.5	Deformaciones laterales de edificios: corte + flexión.....	15
2.2.6	Importancia del análisis dinámico en la predicción de la respuesta sísmica de edificios .....	15
2.2.7	Limitaciones del análisis estático lineal .....	16
2.2.8	Importancia del control de derivas .....	17
2.2.9	Análisis dinámico modal espectral.....	17
2.2.10	Modelos estructurales considerados para el análisis .....	18
2.2.11	Norma Técnica E.020.....	18
2.2.12	Dimensiones mínimas de los ambientes.....	19
2.2.13	Distancia máxima entre 2 columnas.....	19
2.2.14	Descripción de materiales y propiedades .....	19
2.2.15	Normas empleadas y cargas de diseño .....	19



2.2.16 Cargas de diseño: .....	20
2.2.17 Estructuración y predimensionamiento .....	20
2.2.18 Criterios de estructuración: .....	20
2.2.19 Estructura.....	22
2.2.20 Fuerza .....	22
2.2.21 Compresión .....	22
2.2.22 Tracción.....	23
2.2.23 Corte .....	23
2.2.24 Flexión.....	23
2.2.25 Esfuerzos .....	23
2.2.26 Esfuerzo de compresión .....	23
2.2.27 Esfuerzo de tracción .....	23
2.2.28 Esfuerzo de corte .....	24
2.2.29 Esfuerzo de flexión.....	25
2.2.30 Rigidez y forma .....	25
2.2.31 Esfuerzo por torsión .....	27
2.2.32 Centro de masa .....	28
2.2.33 Centro de rigidez. ....	28
2.2.34 Columnas.....	28
2.2.35 Vigas .....	28
2.2.36 Losas .....	28
2.2.37 Predimensionamiento de los elementos estructurales .....	28
2.2.38 Predimensionamiento de losas aligeradas .....	29
2.2.39 Predimensionamiento de vigas peraltadas.....	29
2.2.40 Predimensionamiento de placas y columnas .....	29
2.2.41 Metrado de cargas.....	30
2.2.42 Generalidades .....	30
2.2.43 Carga muerta: Pesos unitarios o carga repartida .....	30
2.2.44 Carga viva: carga repartida.....	31
2.2.45 Metrado de losas aligeradas.....	31
2.2.46 Metrado de vigas peraltadas .....	31
2.2.47 Metrado de columnas .....	31
2.2.48 Reglamento nacional de edificaciones, diseño sismorresistente E.030.....	32
2.2.49 Análisis por elementos finitos .....	53
2.2.50 Cómo trabaja el método de los elementos finitos.....	54



2.2.51 Pasos de procesamiento.....	55
2.2.52 Pre-procesamiento .....	55
2.2.53 Procesamiento. ....	55
2.2.54 Post-procesamiento. ....	56
2.2.55 Requerimientos del modelado. ....	56
2.2.56 Definición de la geometría. ....	57
2.3 Hipótesis.....	59
2.3.1 Hipótesis general .....	59
2.3.2 Sub hipótesis.....	59
Sub hipótesis 1 .....	59
2.4 Definición de Variables.....	60
2.4.1 Variables Independientes.....	60
2.4.2 Variables Dependientes .....	61
2.4.3 Cuadro operacional de variables .....	62
3 Capítulo III: Metodología.....	63
3.1 Metodología de la Investigación .....	63
3.1.1 Enfoque de la investigación.....	63
3.1.2 Nivel o alcance de la investigación .....	63
3.1.3 Método de investigación .....	63
3.2 Diseño de la Investigación .....	64
3.2.1 Diseño metodológico.....	64
3.2.2 Diseño de Ingeniería.....	65
3.3 Población y Muestra.....	66
3.3.1 Población .....	66
3.3.2 Muestra.....	66
3.3.3 Criterios de inclusión.....	67
3.4 Instrumentos.....	68
3.4.1 Instrumentos metodológicos.....	68
3.4.2 Instrumentos de ingeniería .....	69
3.5 Procedimientos de Recopilación de Datos .....	73
3.5.1 Procedimiento que se existenteizó para la recolección de datos .....	73
3.6 Procedimiento de Análisis de Datos .....	77
3.6.1 Procedimiento que se existenteizó.....	77
4 Capítulo IV: Resultados .....	103
4.1 Edificación existente de forma rectangular.....	103



4.2 Edificación existente en forma de L.....	105
4.3 Edificación existente en forma de U .....	107
4.4 Edificaciones propuestas con medidas existentes obtenidas en campo .....	109
4.4.1 Edificación propuesta en forma rectangular 5 paños .....	109
4.4.2 Edificación propuesta en forma de rectangular 10 paños.....	111
4.4.3 Edificación propuesta en forma de cruz 9 paños.....	113
4.4.4 Edificación propuesta en forma de cruz 16 paños.....	115
4.4.5 Edificación propuesta en forma de U - 13 paños .....	117
4.4.6 Edificación propuesta en forma de U - 12 paños .....	118
4.4.7 Edificación propuesta en forma de L-9 paños .....	121
4.4.8 Edificación propuesta en forma de L-14 paños.....	123
4.4.9 Edificación propuesta en forma de T-9 paños .....	125
4.4.10 Edificación propuesta en forma de T-16 paños .....	127
4.4.11 Edificación propuesta en forma de O-16 paños .....	128
4.4.12 Edificación propuesta en forma de O-22 paños .....	131
4.5 Edificaciones existentes optimizadas.....	133
4.5.1 Edificación existente en forma rectangular optimizada .....	133
4.5.2 Edificación existente en forma de U optimizada.....	135
4.5.3 Edificación existente en forma de L optimizada .....	137
4.6 Edificaciones propuestas optimizadas.....	139
4.6.1 Edificación propuesta de forma rectangular de 5 paños optimizada .....	140
4.6.2 Edificación propuesta de forma rectangular de 10 paños optimizada.....	142
4.6.3 Edificación propuesta en forma de cruz de 9 paños optimizada .....	144
4.6.4 Edificación propuesta en forma de cruz de 16 paños optimizada. ....	146
4.6.5 Edificación propuesta en forma de U de 13 paños optimizada .....	148
4.6.6 Edificación propuesta en forma de U de 12 paños optimizada .....	150
4.6.7 Edificación propuesta en forma de L de 9 paños optimizada.....	152
4.6.8 Edificación propuesta en forma de L de 14 paños optimizada.....	154
4.6.9 Edificación propuesta en forma de T de 9 paños optimizada:.....	156
4.6.10 Edificación propuesta en forma de T de 16 paños optimizada:.....	158
4.6.11 Edificación propuesta en forma de O de 16 paños optimizada: .....	160
4.6.12 Edificación propuesta en forma de O de 22 paños optimizada: .....	162
4.7 Resultados de análisis por el método de elementos finitos .....	164
4.7.1 Edificación en forma rectangular de 5 paños:	
4.7.2 Edificación en forma rectangular de 10 paños:	



4.7.3 Edificación en forma de Cruz de 9 paños:.....	166
4.7.4 Edificación en forma de U de 12 paños:.....	167
4.7.5 Edificación en forma de U de 13 paños:.....	168
4.7.6 Edificación en forma de L de 9 paños:.....	169
4.7.7 Edificación en forma de L de 14 paños:.....	170
4.7.8 Edificación en forma de T de 9 paños:.....	171
4.7.9 Edificación en forma de T de 16 paños:.....	172
4.7.10 Edificación en forma de O de 16 paños:.....	173
4.7.11 Edificación en forma de O de 22 paños:.....	174
4.8 Resumen de resultados.....	175
4.8.1 Resumen del análisis de irregularidad para edificaciones existentes.....	175
4.8.2 Resumen del análisis de irregularidad para edificaciones existentes optimizadas.....	175
4.8.3 Resumen del análisis de irregularidad para edificaciones propuestas con medidas existentes.....	175
4.8.4 Resumen del análisis de irregularidad para edificaciones propuestas con medidas propuestas optimizadas.....	176
4.8.5 Resumen del análisis de límite de distorsión de entrepiso de edificaciones existentes	176
4.8.6 Resumen del análisis de límite de distorsión de entrepiso de edificaciones propuestas con medidas existentes.....	177
5 Capítulo V: Discusión.....	178
5.1 Edificaciones existentes.....	179
5.1.1 Edificación de forma rectangular:.....	179
5.1.2 Edificación en forma de L.....	182
5.1.3 Edificación en forma de U.....	185
5.2 Edificaciones propuestas.....	188
5.2.1 Edificación rectangular de 5 paños.....	188
5.2.2 Edificación rectangular de 10 paños.....	191
5.2.3 Edificación en forma de cruz de 9 paños.....	194
5.2.4 Edificación en forma de cruz de 16 paños.....	197
5.2.5 Edificación en forma de U de 13 paños.....	200
5.2.6 Edificación en forma de U de 12 paños.....	203
5.2.7 Edificación en forma de L de 9 paños.....	206
5.2.8 Edificación en forma de L de 14 paños.....	209
5.2.9 Edificación en forma de T de 9 paños.....	212
5.2.10 Edificación en forma de T de 16 paños.....	215
5.2.11 Edificación en forma de O de 16 paños.....	218



5.2.12 Edificación en forma de O de 22 paños .....	221
6 Glosario .....	225
7 Conclusiones.....	228
8 Recomendaciones .....	233
9 Referencias .....	234
10 Anexos .....	235
Panel Fotográfico .....	238
Análisis de irregularidades verticales y horizontales para edificaciones existentes e propuestas:.....	243
Edificaciones Existentes.....	243
Edificación existente de forma rectangular .....	243
Edificación existente en forma de L.....	246
Edificaciones Propuestas con medidas existentes .....	248
Edificación propuesta con medidas existentes con Forma Rectangular de 5 paños .....	248
Edificación propuesta con medidas existentes con Forma Rectangular de 10 paños .....	250
Edificación propuesta con medidas existentes en forma de cruz de 9 paños .....	252
Edificación propuesta con medidas existentes en forma de cruz de 16 paños .....	254
Edificación propuesta con medidas existentes en forma de L de 9 paños .....	256
Edificación propuesta con medidas existentes en forma de L de 14 paños .....	258
Edificación propuesta con medidas existentes en forma de T de 9 paños .....	260
Edificación propuesta con medidas existentes en forma de T de 16 paños .....	262
Edificación propuesta con medidas existentes en forma de O de 16 paños .....	264
Edificación propuesta con medidas existentes en forma de O de 22 paños .....	266
Edificaciones Propuestas optimizadas .....	272



## Índice de Tablas

Tabla 1. Pesos unitarios o carga repartida.....	30
Tabla 2. Carga repartida según ocupación o uso.....	31
Tabla 3. Factor del suelo de acuerdo a la zonificación .....	35
Tabla 4. Periodos de acuerdo al factor de amplificación sísmica .....	35
Tabla 5. Categoría de las edificaciones en el Perú.....	36
Tabla 6. Categoría y sistema estructural de las edificaciones .....	37
Tabla 7. Sistemas estructurales .....	38
Tabla 8. Irregulares estructurales en altura .....	39
Tabla 9. Irregularidades estructurales en planta.....	40
Tabla 10. Categoría y regularidad de las edificaciones.....	41
Tabla 11. Operacionalización de variables .....	62
Tabla 12. Cuantificación de la muestra.....	66
Tabla 13. Criterios de evaluación de muestra .....	67
Tabla 14. Formato de análisis estático .....	69
Tabla 15. Formato de análisis de irregularidad de rigidez y extrema rigidez .....	69
Tabla 16. Formato de análisis irregularidad de piso débil y extrema resistencia.....	69
Tabla 17. Análisis de irregularidad de masa o peso .....	70
Tabla 18. Análisis de irregularidad torsional y torsional extrema .....	70
Tabla 19. Análisis de irregularidad de esquina entrante .....	70
Tabla 20. Análisis de irregularidad de discontinuidad de diafragma.....	70
Tabla 21. Análisis de derivas de entrepiso por nivel de edificación .....	71
Tabla 22. Análisis de desplazamientos máximos y desplazamientos de centros de masa por nivel.....	71
Tabla 23. Análisis estático y dinámico por nivel y tipo de suelo.....	71
Tabla 24. Análisis de variación de derivas de entrepiso por nivel y tipo de suelo .....	72
Tabla 25. Análisis de factores de irregularidad por tipo de suelo y niveles.....	72
Tabla 26. Edificaciones existentes vista en elevación.....	73
Tabla 27. Resumen de mediciones de alturas de entrepiso de edificaciones existentes .....	77
Tabla 28. Espaciamiento de todas las columnas medidas de las edificaciones existentes.....	77
Tabla 29. Peligro sísmico.....	83
Tabla 30. Caracterización del edificio.....	84
Tabla 31. Peso de tabiques .....	87



Tabla 32. Análisis estático para 5 niveles, tipo de suelo S1.....	88
Tabla 33. Análisis estático y dinámico en los ejes X y Y de la edificación modelo de 25 paños por niveles .....	90
Tabla 34. Análisis de irregularidad de rigidez-piso blando .....	91
Tabla 35. Análisis de irregularidad de resistencia – piso débil y extrema de resistencia .....	91
Tabla 36. Análisis de irregularidad de masa o peso .....	91
Tabla 37. Análisis de irregularidad torsional y torsional extrema por nivel .....	92
Tabla 38. Análisis de variación de derivas de entrepiso .....	93
Tabla 39. Edificación existente de forma rectangular.....	94
Tabla 40. Edificación existente en forma de U .....	95
Tabla 41. Edificación existente en forma de L.....	96
Tabla 42. Edificaciones rectangulares propuestas.....	97
Tabla 43. Edificaciones propuestas en forma de cruz.....	98
Tabla 44. Edificaciones propuestas en forma de U .....	99
Tabla 45. Edificaciones propuestas en forma de L .....	100
Tabla 46. Edificaciones propuestas en forma de T .....	101
Tabla 47. Edificaciones propuestas en forma de O .....	102
Tabla 48. Resumen de geometría de edificación existente de forma rectangular .....	103
Tabla 49. Análisis por irregularidad y tipo de suelo edificación existente en forma rectangular .....	103
Tabla 50. Cortante estática y cortante dinámica en los ejes X y Y de la edificación existente en forma rectangular.....	104
Tabla 51. Derivas de entrepiso máximas en los ejes X y Y de la edificación existente en forma rectangular.....	104
Tabla 52. Resumen de geometría de edificación existente en forma de L.....	105
Tabla 53. Análisis por irregularidad y tipo de suelo edificación existente en forma de L.....	105
Tabla 54. Cortante estática y cortante dinámica de los ejes X y Y de la edificación existente en forma de L .....	106
Tabla 55. Derivas de entrepiso máximas en los ejes X y Y de la edificación existente en forma de L.....	106
Tabla 56. Resumen de geometría de edificación existente en forma de U .....	107
Tabla 57. Análisis por irregularidad y tipo de suelo edificación existente en forma de U ...	107
Tabla 58. Cortante estática y cortante dinámica en los ejes X y Y de la edificación existente en forma de U.....	108





Tabla 59. Derivas de entrepiso máximas en los ejes “X” y “Y” de la edificación existente en forma de U.....	108
Tabla 60. Resumen de geometría de edificaciones propuestas con medidas existentes .....	109
Tabla 61. Análisis por irregularidad y tipo de suelo edificación propuesta en forma de rectangular-5 paños .....	110
Tabla 62. Cortante estática y cortante dinámica en los ejes X y Y de la edificación propuesta en forma rectangular-5 paños.....	110
Tabla 63. Derivas de entrepiso máximas en los ejes “X” y “Y” de la edificación propuesta en forma rectangular-5 paños.....	111
Tabla 64. Análisis por irregularidad y tipo de suelo edificación propuesta en forma rectangular-10 paños .....	111
Tabla 65. Cortante estática y cortante dinámica en los ejes X y Y de la edificación propuesta en forma rectangular-10 paños.....	112
Tabla 66. Derivas de entrepiso máximas en los ejes “X” y “Y” de la edificación propuesta en forma rectangular-10 paños.....	112
Tabla 67. Análisis por irregularidad y tipo de suelo edificación propuesta en forma de cruz - 9 paños.....	113
Tabla 68. Cortante estática y cortante dinámica en los ejes X y Y de la edificación propuesta en forma de cruz - 9 paños .....	114
Tabla 69. Derivas de entrepiso máximas en los ejes “X” y “Y” de la edificación propuesta en forma de cruz - 9 paños .....	114
Tabla 70. Análisis por irregularidad y tipo de suelo edificación propuesta en forma de cruz - 16 paños.....	115
Tabla 71. Cortante estática y cortante dinámica en los ejes X y Y de la edificación propuesta en forma de cruz - 16 paños .....	116
Tabla 72. Derivas de entrepiso máximas en los ejes “X” y “Y” de la edificación propuesta en forma de cruz - 16 paños .....	116
Tabla 73. Análisis por irregularidad y tipo de suelo edificación propuesta en forma de U – 13 paños.....	117
Tabla 74. Cortante estática y cortante dinámica en los ejes X e Y de la edificación propuesta en forma de U - 13 paños .....	118
Tabla 75. Derivas de entrepiso máximas en los ejes “X” y “Y” de la edificación propuesta en forma de U - 13 paños .....	118



Tabla 76. Análisis por irregularidad y tipo de suelo edificación propuesta en forma de U – 12 paños.....	119
Tabla 77. Cortante estática y cortante dinámica en los ejes X y Y de la edificación propuesta en forma de U - 12 paños .....	120
Tabla 78. Derivas de entrepiso máximas en los ejes “X” y “Y” de la edificación propuesta en forma de U - 12 paños .....	120
Tabla 79. Análisis por irregularidad y tipo de suelo edificación propuesta en forma de L – 9 paños.....	121
Tabla 80. Cortante estática y cortante dinámica en los ejes X y Y de la edificación propuesta en forma de L – 9 paños .....	122
Tabla 81. Derivas de entrepiso máximas en los ejes X y Y de la edificación en forma de L – 9 paños.....	122
Tabla 82. Análisis por irregularidad y tipo de suelo edificación propuesta en forma de L – 14 paños.....	123
Tabla 83. Cortante estática y cortante dinámica en los ejes X y Y de la edificación propuesta en forma de L – 14 paños .....	124
Tabla 84. Derivas de entrepiso máximas en los ejes X y Y de la edificación propuesta en forma de L – 14 paños.....	124
Tabla 85. Análisis por irregularidad y tipo de suelo edificación propuesta en forma de T – 9 paños.....	125
Tabla 86. Cortante estática y cortante dinámica en los ejes X y Y de la edificación propuesta en forma de T – 9 paños .....	126
Tabla 87. Derivas de entrepiso máximas en los ejes X y Y de la edificación en forma de L – 9 paños.....	126
Tabla 88. Análisis por irregularidad y tipo de suelo edificación propuesta en forma de T – 16 paños.....	127
Tabla 89. Cortante estática y cortante dinámica en los ejes X y Y de la edificación propuesta en forma de T – 16 paños .....	128
Tabla 90. Derivas de entrepiso máximas en los ejes X y Y de la edificación en forma de T – 16 paños.....	128
Tabla 91. Análisis por irregularidad y tipo de suelo edificación propuesta en forma de O - 16 paños.....	129
Tabla 92. Cortante estática y cortante dinámica en los ejes X y Y de la edificación propuesta en forma de O – 16 paños.....	129



Tabla 93. Derivas de entrepiso máximas en los ejes X y Y de la edificación en forma de O - 16 paños.....	130
Tabla 94. Análisis por irregularidad y tipo de suelo edificación propuesta en forma de O - 22 paños.....	131
Tabla 95. Cortante estática y cortante dinámica en los ejes X y Y de la edificación propuesta en forma de O – 22 paños.....	132
Tabla 96. Derivas de entrepiso máximas en los ejes X y Y de la edificación en forma de O - 22 paños.....	132
Tabla 97. Resumen de geometría de edificaciones existentes optimizadas .....	133
Tabla 98. Análisis por irregularidad y tipo de suelo edificación existente optimizada en forma rectangular - 10 paños .....	133
Tabla 99. Cortante estática y cortante dinámica en los ejes X y Y de la edificación existente optimizada de forma rectangular.....	134
Tabla 100. Derivas de entrepiso máximas en los ejes X y Y de la edificación existente optimizada en forma rectangular - 10 paños .....	134
Tabla 101. Análisis por irregularidad y tipo de suelo edificación existente optimizada en forma de U - 5 paños .....	135
Tabla 102. Cortante estática y cortante dinámica en los ejes X y Y de la edificación existente optimizada en forma de U – 5 paños.....	136
Tabla 103. Derivas de entrepiso máximas en los ejes X y Y de la edificación existente optimizada en forma de U – 5 paños.....	136
Tabla 104. Análisis por irregularidad y tipo de suelo edificación existente optimizada en forma de L – 5 paños.....	137
Tabla 105. Cortante estática y cortante dinámica en los ejes X y Y de la edificación existente optimizada en forma de L – 5 paños .....	138
Tabla 106. Derivas de entrepiso máximas en los ejes X y Y de la edificación existente optimizada en forma de L– 5 paños .....	138
Tabla 107. Resumen de geometría de edificaciones propuestas optimizadas.....	139
Tabla 108. Análisis por irregularidad y tipo de suelo edificación propuesta optimizada en forma rectangular -5 paños.....	140
Tabla 109. Cortante estática y cortante dinámica en los ejes X y Y de la edificación propuesta optimizada de forma rectangular – 5 paños .....	141
Tabla 110. Derivas de entrepiso máximas en los ejes X y Y de la edificación propuesta optimizada en forma rectangular - 5 paños .....	141



Tabla 111. Análisis por irregularidad y tipo de suelo edificación propuesta optimizada en forma rectangular - 10 paños.....	142
Tabla 112. Cortante estática y cortante dinámica en los ejes X y Y de la edificación propuesta optimizada en forma rectangular –10 paños .....	143
Tabla 113. Derivas de entrepiso máximas en los ejes X y Y de la edificación propuesta optimizada en forma rectangular - 10 paños .....	143
Tabla 114. Análisis por irregularidad y tipo de suelo edificación propuesta en forma de cruz - 9 paños.....	144
Tabla 115. Cortante estática y cortante dinámica en los ejes X y Y de la edificación propuesta optimizada en forma de cruz – 9 paños .....	145
Tabla 116. Derivas de entrepiso máximas en los ejes X y Y de la edificación propuesta optimizada en forma de cruz - 9 paños .....	145
Tabla 117. Análisis por irregularidad y tipo de suelo edificación propuesta optimizada en forma de cruz – 16 paños .....	146
Tabla 118. Cortante estática y cortante dinámica en los ejes X y Y de la edificación propuesta optimizada en forma de cruz - 16 paños .....	147
Tabla 119. Derivas de entrepiso máximas en los ejes “X” y “Y” de la edificación propuesta optimizada en forma de cruz - 16 paños .....	147
Tabla 120. Análisis por irregularidad y tipo de suelo edificación propuesta optimizada en forma de U – 13 paños .....	148
Tabla 121. Cortante estática y cortante dinámica en los ejes X y Y de la edificación propuesta optimizada en forma de U - 13 paños .....	149
Tabla 122. Derivas de entrepiso máximas en los ejes “X” y “Y” de la edificación propuesta optimizada en forma de U - 13 paños .....	149
Tabla 123. Análisis por irregularidad y tipo de suelo edificación propuesta optimizada en forma de U – 12 paños .....	150
Tabla 124. Cortante estática y cortante dinámica en los ejes X y Y de la edificación propuesta optimizada en forma de U – 12 paños.....	151
Tabla 125. Derivas de entrepiso máximas en los ejes X y Y de la edificación propuesta optimizada en forma de U – 12 paños.....	151
Tabla 126. Análisis por irregularidad y tipo de suelo edificación propuesta optimizada en forma de L – 9 paños.....	152
Tabla 127. Cortante estática y cortante dinámica en los ejes X y Y de la edificación propuesta optimizada en forma de L – 9 paños .....	153



Tabla 128. Derivas de entrepiso máximas en los ejes X y Y de la edificación propuesta optimizada en forma de L – 9 paños .....	153
Tabla 129. Análisis por irregularidad y tipo de suelo edificación propuesta optimizada en forma de L – 14 paños.....	154
Tabla 130. Cortante estática y cortante dinámica en los ejes X y Y de la edificación propuesta optimizada en forma de L – 14 paños .....	155
Tabla 131. Derivas de entrepiso máximas en los ejes X y Y de la edificación propuesta optimizada en forma de L – 14 paños .....	155
Tabla 132. Análisis por irregularidad y tipo de suelo edificación propuesta optimizada en forma de T – 9 paños.....	156
Tabla 133. Cortante estática y cortante dinámica en los ejes X y Y de la edificación propuesta optimizada en forma de T – 9 paños .....	157
Tabla 134. Derivas de entrepiso máximas en los ejes X y Y de la edificación propuesta optimizada en forma de T – 9 paños .....	157
Tabla 135. Análisis por irregularidad y tipo de suelo edificación propuesta optimizada en forma de T - 16 paños .....	158
Tabla 136 Cortante estática y cortante dinámica en los ejes X y Y de la edificación propuesta optimizada en forma de T – 16 paños .....	159
Tabla 137. Derivas de entrepiso máximas en los ejes X y Y de la edificación propuesta en forma de T - 16 paños .....	159
Tabla 138. Análisis por irregularidad y tipo de suelo edificación propuesta optimizada en forma de O - 16 paños .....	160
Tabla 139. Cortante estática y cortante dinámica en los ejes X y Y de la edificación propuesta en forma de O – 16 paños.....	161
Tabla 140. Derivas de entrepiso máximas en los ejes X y Y de la edificación propuesta optimizada en forma de O - 16 paños .....	161
Tabla 141. Análisis por irregularidad y tipo de suelo edificación propuesta optimizada en forma de O - 22 paños .....	162
Tabla 142. Cortante estática y cortante dinámica en los ejes X y Y de la edificación propuesta optimizada en forma de O – 22 paños.....	163
Tabla 143. Derivas de entrepiso máximas en los ejes X y Y de la edificación propuesta optimizada en forma de O - 22 paños .....	163
Tabla 144. Distribución, concentración y variación de esfuerzos de edificación en forma rectangular de 5 paños.....	164



Tabla 145. Distribución, concentración y variación de esfuerzos de edificación en forma rectangular de 10 paños.....	165
Tabla 146. Distribución, concentración y variación de esfuerzos de edificación en forma de U de 12 paños.....	166
Tabla 147. Distribución, concentración y variación de esfuerzos de edificación en forma de U de 12 paños.....	167
Tabla 148. Distribución, concentración y variación de esfuerzos de edificación en forma de U de 13 paños.....	168
Tabla 149. Distribución, concentración y variación de esfuerzos de edificación en forma de L de 9 paños.....	169
Tabla 150. Distribución, concentración y variación de esfuerzos de edificación en forma de L de 14 paños.....	170
Tabla 151. Distribución, concentración y variación de esfuerzos de edificación en forma de T de 9 paños.....	171
Tabla 152. Distribución, concentración y variación de esfuerzos de edificación en forma de T de 16 paños.....	172
Tabla 153. Distribución, concentración y variación de esfuerzos de edificación en forma de O de 16 paños.....	173
Tabla 154. Distribución, concentración y variación de esfuerzos de edificación en forma de O de 22 paños.....	174
Tabla 155. Irregularidades en las edificaciones existentes .....	175
Tabla 156. Irregularidades en las edificaciones existentes optimizadas .....	175
Tabla 157. Análisis de irregularidad para edificaciones propuestas con medidas existentes	175
Tabla 158. Análisis de irregularidad para edificaciones propuestas optimizadas.....	176
Tabla 159. Análisis de límite de distorsión de entrepiso de edificaciones existentes.....	176
Tabla 160. Análisis de límite de distorsión de entrepiso de edificaciones propuestas.....	177
Tabla 161. Comparación de edificaciones existentes vs edificaciones existentes optimizadas de forma rectangular.....	179
Tabla 162. Derivas de entrepiso en los ejes “X” y “Y” de la edificación existente en forma rectangular-10 paños .....	179
Tabla 163. Derivas de entrepiso en los ejes “X” y “Y” de la edificación existente optimizada en forma rectangular-10 paños .....	180
Tabla 164. Incremento de los desplazamientos en función del nivel, tipo de suelo y de edificación existente de forma rectangular.....	180



Tabla 165. Reducción de los desplazamientos en función del nivel, tipo de suelo y la irregularidad de edificación existente de forma rectangular .....	181
Tabla 166. Comparación de edificaciones existentes vs edificaciones existentes optimizadas en forma de L .....	182
Tabla 167. Derivas de entrepiso máximas en los ejes “X” y “Y” de la edificación existente en forma de L-5 paños .....	182
Tabla 168. Derivas de entrepiso máximas en los ejes “X” y “Y” de la edificación existente optimizada en forma de L-5 paños .....	183
Tabla 169. Incremento de los desplazamientos en función del nivel, tipo de suelo y la irregularidad de edificación existente en forma de L .....	183
Tabla 170. Reducción de los desplazamientos en función del nivel, tipo de suelo y la irregularidad de edificación existente en forma de L .....	184
Tabla 171. Comparación de edificaciones existentes vs edificaciones existentes optimizadas en forma de U .....	185
Tabla 172. Derivas de entrepiso máximas en los ejes “X” y “Y” de la edificación existente en forma de U-5 paños .....	185
Tabla 173. Derivas de entrepiso máximas en los ejes “X” y “Y” de la edificación existente optimizada en forma de U-5 paños .....	186
Tabla 174. Incremento de los desplazamientos en función del nivel, tipo de suelo y la irregularidad de edificación existente en forma de U .....	186
Tabla 175. Reducción de los desplazamientos en función del nivel, tipo de suelo y la irregularidad de edificación existente en forma de U .....	187
Tabla 176. Comparación de edificaciones propuestas con medidas existentes vs edificaciones propuestas optimizadas de forma rectangular de 5 paños .....	188
Tabla 177. Derivas de entrepiso en los ejes “X” y “Y” de la edificación propuesta con medidas existentes rectangular-5 paños .....	188
Tabla 178. Derivas de entrepiso en los ejes “X” y “Y” de la edificación propuesta optimizada de forma rectangular-5 paños .....	189
Tabla 179. Incremento de los desplazamientos en función del nivel, tipo de suelo y la irregularidad de edificación existente de forma rectangular-5 paños .....	189
Tabla 180. Reducción de los desplazamientos en función del nivel, tipo de suelo y la irregularidad de edificación propuesta optimizada de forma rectangular-5 paños .....	190
Tabla 181. Comparación de edificaciones propuestas con medidas existentes vs edificaciones propuestas optimizadas de forma rectangular de 10 paños .....	191



Tabla 182. Derivas de entrepiso en los ejes “X” y “Y” de la edificación propuesta con medidas existentes rectangular-10 paños .....	191
Tabla 183. Derivas de entrepiso en los ejes “X” y “Y” de la edificación propuesta optimizada de forma rectangular-10 paños .....	192
Tabla 184. Incremento de los desplazamientos en función del nivel, tipo de suelo y la irregularidad de edificación propuesta con medidas propuestas de forma rectangular-10 paños .....	192
Tabla 185. Reducción de los desplazamientos en función del nivel, tipo de suelo y la irregularidad de edificación propuesta con medidas propuestas de forma rectangular-10 paños .....	193
Tabla 186. Comparación de edificaciones propuestas con medidas existentes vs edificaciones propuestas optimizadas en forma de cruz de 9-paños .....	194
Tabla 187. Derivas de entrepiso en los ejes “X” y “Y” de la edificación propuesta con medidas existentes en forma de cruz-9 paños .....	194
Tabla 188. Derivas de entrepiso en los ejes “X” y “Y” de la edificación propuesta optimizadas en forma de cruz-9 paños .....	195
Tabla 189. Incremento de los desplazamientos en función del nivel, tipo de suelo y la irregularidad de edificación propuesta con medidas existentes en forma de cruz-9 paños....	195
Tabla 190. Reducción de los desplazamientos en función del nivel, tipo de suelo y la irregularidad de edificación propuesta con medidas propuestas en forma cruz -9 paños .....	196
Tabla 191. Comparación de edificaciones propuestas con medidas existentes vs edificaciones propuestas optimizadas en forma de cruz de 16 - paños .....	197
Tabla 192. Derivas de entrepiso en los ejes “X” y “Y” de la edificación propuesta con medidas existentes en forma de cruz-16 paños .....	197
Tabla 193. Derivas de entrepiso en los ejes “X” y “Y” de la edificación propuesta optimizadas en forma de cruz-16 paños .....	198
Tabla 194. Incremento los desplazamientos en función del nivel, tipo de suelo y la irregularidad de edificación propuesta con medidas existentes en forma de cruz-16 paños..	198
Tabla 195. Reducción de los desplazamientos en función del nivel, tipo de suelo y la irregularidad de edificación propuesta con medidas optimizadas en forma de cruz-16 paños .....	199
Tabla 196. Comparación de edificaciones propuestas con medidas existentes vs edificaciones propuestas optimizadas en forma de U de 13 - paños .....	200





Tabla 197. Derivas de entrepiso en los ejes “X” y “Y” de la edificación propuesta con medidas existentes en forma de U-13 paños .....	200
Tabla 198. Derivas de entrepiso en los ejes “X” y “Y” de la edificación propuesta optimizada en forma de U-13 paños .....	201
Tabla 199. Incremento de los desplazamientos en función del nivel, tipo de suelo y la irregularidad de edificación propuesta con medidas existentes en forma de U-13 paños.....	201
Tabla 200. Reducción de los desplazamientos en función del nivel, tipo de suelo y la irregularidad de edificación propuesta con medidas optimizadas en forma de U-13 paños ..	202
Tabla 201. Comparación de edificaciones propuestas con medidas existentes vs edificaciones propuestas optimizadas en forma de U de 12 - paños .....	203
Tabla 202. Derivas de entrepiso en los ejes “X” y “Y” de la edificación propuesta con medidas existentes en forma de U-12 paños .....	203
Tabla 203. Derivas de entrepiso en los ejes “X” y “Y” de la edificación propuesta optimizadas en forma de U-12 paños .....	204
Tabla 204. Incremento de los desplazamientos en función del nivel, tipo de suelo y la irregularidad de edificación propuesta con medidas existentes en forma de U-12 paños.....	204
Tabla 205. Reducción de los desplazamientos en función del nivel, tipo de suelo y la irregularidad de edificación propuesta con medidas optimizadas en forma de U-12 paños ..	205
Tabla 206. Comparación de edificaciones propuestas con medidas existentes vs edificaciones propuestas optimizadas en forma de L de 9 - paños .....	206
Tabla 207. Derivas de entrepiso en los ejes “X” y “Y” de la edificación propuesta con medidas existentes en forma de L-9 paños.....	206
Tabla 208. Derivas de entrepiso en los ejes “X” y “Y” de la edificación propuesta optimizada en forma de L-9 paños.....	207
Tabla 209. Incremento de los desplazamientos en función del nivel, tipo de suelo y la irregularidad de edificación propuesta con medidas existentes en forma de L-9 paños .....	207
Tabla 210. Reducción de los desplazamientos en función del nivel, tipo de suelo y la irregularidad de edificación propuesta con medidas optimizadas en forma de L-9 paños ....	208
Tabla 211. Comparación de edificaciones propuestas con medidas existentes vs edificaciones propuestas optimizadas en forma de L de 14 - paños .....	209
Tabla 212. Derivas de entrepiso en los ejes “X” y “Y” de la edificación propuesta con medidas existentes en forma de L-14 paños.....	209
Tabla 213. Derivas de entrepiso en los ejes “X” y “Y” de la edificación propuesta optimizada en forma de L-14 paños.....	210



Tabla 214. Incremento de los desplazamientos en función del nivel, tipo de suelo y la irregularidad de edificación propuesta con medidas existentes en forma de L-14 paños .....	210
Tabla 215. Reducción de los desplazamientos en función del nivel, tipo de suelo y la irregularidad de edificación propuesta con medidas optimizadas en forma de L-14 paños ..	211
Tabla 216. Comparación de edificaciones propuestas con medidas existentes vs edificaciones propuestas optimizadas en forma de T de 9 - paños .....	212
Tabla 217. Derivas de entrepiso en los ejes “X” y “Y” de la edificación propuesta con medidas existentes en forma de T-9 paños.....	212
Tabla 218. Derivas de entrepiso en los ejes “X” y “Y” de la edificación propuesta con medidas propuestas en forma de T-9 paños .....	213
Tabla 219. Incremento de los desplazamientos en función del nivel, tipo de suelo y la irregularidad de edificación propuesta con medidas existentes en forma de T-9 paños .....	213
Tabla 220. Reducción de los desplazamientos en función del nivel, tipo de suelo y la irregularidad de edificación propuesta con medidas optimizadas en forma de T-9 paños ....	214
Tabla 221. Comparación de edificaciones propuestas con medidas existentes vs edificaciones propuestas optimizadas en forma de T de 16 - paños .....	215
Tabla 222. Derivas de entrepiso en los ejes “X” y “Y” de la edificación propuesta con medidas existentes en forma de T-16 paños.....	215
Tabla 223. Derivas de entrepiso en los ejes “X” y “Y” de la edificación propuesta optimizada en forma de T-16 paños.....	216
Tabla 224. Incremento de los desplazamientos en función del nivel, tipo de suelo y la irregularidad de edificación propuesta con medidas existentes en forma de T-16 paños .....	216
Tabla 225. Reducción de los desplazamientos en función del nivel, tipo de suelo y la irregularidad de edificación propuesta con medidas optimizadas en forma de T-16 paños ..	217
Tabla 226. Comparación de edificaciones propuestas con medidas existentes vs edificaciones propuestas optimizadas en forma de O de 16 - paños .....	218
Tabla 227. Derivas de entrepiso en los ejes “X” y “Y” de la edificación propuesta con medidas existentes en forma de O-16 paños .....	218
Tabla 228. Derivas de entrepiso en los ejes “X” y “Y” de la edificación propuesta optimizada en forma de O-16 paños .....	219
Tabla 229. Incremento de los desplazamientos en función del nivel, tipo de suelo y la irregularidad de edificación propuesta con medidas existentes en forma de O-16 paños.....	219
Tabla 230. Reducción de los desplazamientos en función del nivel, tipo de suelo y la irregularidad de edificación propuesta con medidas optimizadas en forma de O -16 paños .	220



Tabla 231. Comparación de edificaciones propuestas con medidas existentes vs edificaciones propuestas optimizadas en forma de O de 22 - paños .....	221
Tabla 232. Derivas de entrepiso en los ejes “X” y “Y” de la edificación propuesta con medidas existentes en forma de O-22 paños .....	221
Tabla 233. Derivas de entrepiso en los ejes “X” y “Y” de la edificación propuesta optimizada en forma de O-22 paños .....	222
Tabla 234. Incremento de los desplazamientos en función del nivel, tipo de suelo y la irregularidad de edificación propuesta con medidas existentes en forma de O-22 paños.....	222
Tabla 235. Reducción de los desplazamientos en función del nivel, tipo de suelo y la irregularidad de edificación propuesta con medidas optimizadas en forma de O-22 paños ..	223
Tabla 236. Irregularidad de rigidez piso blando y extrema de rigidez de edificación existente de forma rectangular.....	243
Tabla 237. Irregularidad de resistencia piso débil y extrema de resistencia de edificación existente de forma rectangular .....	243
Tabla 238. Irregularidad de masa o peso de edificación existente de forma rectangular .....	243
Tabla 239. Irregularidad torsional y torsional extrema de edificación existente de forma rectangular.....	244
Tabla 240. Momento de volteo de edificación existente de forma rectangular .....	244
Tabla 241. Irregularidad de rigidez piso blando y extrema de rigidez de edificación existente de forma de U.....	244
Tabla 242. Irregularidad de resistencia piso débil y extrema de resistencia de edificación existente de forma de U.....	245
Tabla 243. Irregularidad de masa o peso de edificación existente de forma de U.....	245
Tabla 244. Irregularidad torsional y torsional extrema de edificación existente de forma de U .....	245
Tabla 245. Esquina entrante de edificación existente de forma de U .....	245
Tabla 246. Momento de volteo de edificación existente de forma de U.....	245
Tabla 247. Irregularidad de rigidez piso blando y extrema de rigidez de edificación existente de forma de L .....	246
Tabla 248. Irregularidad de resistencia piso débil y extrema de resistencia de edificación existente de forma de L.....	246
Tabla 249. Irregularidad de masa o peso de edificación existente de forma de L .....	246
Tabla 250. Irregularidad torsional y torsional extrema de edificación existente de forma de L .....	247



Tabla 251. Esquina entrante de edificación existente de forma de L.....	247
Tabla 252. Momento de volteo de edificación existente de forma de L .....	247
Tabla 253. Irregularidad de rigidez piso blando y extrema de rigidez de edificación propuesta con medidas existentes de forma rectangular de 5 paños.....	248
Tabla 254. Irregularidad de resistencia piso débil y extrema de resistencia de edificación propuesta con medidas existentes de forma rectangular de 5 paños .....	248
Tabla 255. Irregularidad de masa o peso de edificación propuesta con medidas existentes de forma rectangular de 5 paños .....	248
Tabla 256. Irregularidad torsional y torsional extrema de edificación propuesta con medidas existentes de forma rectangular de 5 paños.....	249
Tabla 257. Momento de volteo de edificación propuesta con medidas existentes de forma rectangular de 5 paños.....	249
Tabla 258. Irregularidad de rigidez piso blando y extrema de rigidez de edificación propuesta con medidas existentes de forma rectangular de 10 paños.....	250
Tabla 259. Irregularidad de resistencia piso débil y extrema de resistencia de edificación propuesta con medidas existentes de forma rectangular de 10 paños .....	250
Tabla 260. Irregularidad de masa o peso de edificación propuesta con medidas existentes de forma rectangular de 10 paños .....	250
Tabla 261. Irregularidad torsional y torsional extrema de edificación propuesta con medidas existentes de forma rectangular de 10 paños.....	251
Tabla 262. Momento de volteo de edificación propuesta con medidas existentes de forma rectangular de 10 paños.....	251
Tabla 263. Irregularidad de rigidez piso blando y extrema de rigidez de edificación propuesta con medidas existentes de forma de cruz de 9 paños .....	252
Tabla 264. Irregularidad de resistencia piso débil y extrema de resistencia de edificación propuesta con medidas existentes de forma de cruz de 9 paños .....	252
Tabla 265. Irregularidad de masa o peso de edificación propuesta con medidas existentes de forma de cruz de 9 paños.....	252
Tabla 266. Irregularidad torsional y torsional extrema de edificación propuesta con medidas existentes de forma de cruz de 9 paños .....	253
Tabla 267. Esquina entrante de edificación propuesta con medidas existentes de forma de cruz de 9 paños.....	253
Tabla 268. Momento de volteo de edificación propuesta con medidas existentes de forma de cruz de 9 paños.....	253



Tabla 269. Irregularidad de rigidez piso blando y extrema de rigidez de edificación propuesta con medidas existentes de forma de cruz de 16 paños .....	254
Tabla 270. Irregularidad de resistencia piso débil y extrema de resistencia de edificación propuesta con medidas existentes de forma de cruz de 16 paños .....	254
Tabla 271. Irregularidad de masa o peso de edificación propuesta con medidas existentes de forma de cruz de 16 paños.....	254
Tabla 272. Irregularidad torsional y torsional extrema de edificación propuesta con medidas existentes de forma de cruz de 16 paños .....	255
Tabla 273. Esquina entrante de edificación propuesta con medidas existentes de forma de cruz de 16 paños.....	255
Tabla 274 Momento de volteo de edificación propuesta con medidas existentes de forma de cruz de 16 paños.....	255
Tabla 275. Irregularidad de rigidez piso blando y extrema de rigidez de edificación propuesta con medidas existentes de forma de L de 9 paños .....	256
Tabla 276. Irregularidad de resistencia piso débil y extrema de resistencia de edificación propuesta con medidas existentes de forma de L de 9 paños.....	256
Tabla 277. Irregularidad de masa o peso de edificación propuesta con medidas existentes de forma de L de 9 paños .....	256
Tabla 278. Irregularidad torsional y torsional extrema de edificación propuesta con medidas existentes de forma de L de 9 paños .....	257
Tabla 279. Esquina entrante de edificación propuesta con medidas existentes de forma de L de 9 paños.....	257
Tabla 280. Momento de volteo de edificación propuesta con medidas existentes de forma de L de 9 paños.....	257
Tabla 281. Irregularidad de rigidez piso blando y extrema de rigidez de edificación propuesta con medidas existentes de forma de L de 14 paños .....	258
Tabla 282. Irregularidad de resistencia piso débil y extrema de resistencia de edificación propuesta con medidas existentes de forma de L de 14 paños.....	258
Tabla 283. Irregularidad de masa o peso de edificación propuesta con medidas existentes de forma de L de 14 paños .....	258
Tabla 284. Irregularidad torsional y torsional extrema de edificación propuesta con medidas existentes de forma de L de 14 paños .....	259
Tabla 285. Esquina entrante de edificación propuesta con medidas existentes de forma de L de 14 paños.....	259



Tabla 286. Momento de volteo de edificación propuesta con medidas existentes de forma de L de 14 paños.....	259
Tabla 287. Irregularidad de rigidez piso blando y extrema de rigidez de edificación propuesta con medidas existentes de forma de T de 9 paños .....	260
Tabla 288. Irregularidad de resistencia piso débil y extrema de resistencia de edificación propuesta con medidas existentes de forma de T de 9 paños.....	260
Tabla 289. Irregularidad de masa o peso de edificación propuesta con medidas existentes de forma de T de 9 paños .....	260
Tabla 290. Irregularidad torsional y torsional extrema de edificación propuesta con medidas existentes de forma de T de 9 paños .....	261
Tabla 291. Esquina entrante de edificación propuesta con medidas existentes de forma de T de 9 paños.....	261
Tabla 292. Momento de volteo de edificación propuesta con medidas existentes de forma de T de 9 paños.....	261
Tabla 293. Irregularidad de rigidez piso blando y extrema de rigidez de edificación propuesta con medidas existentes de forma de T de 16 paños .....	262
Tabla 294. Irregularidad de resistencia piso débil y extrema de resistencia de edificación propuesta con medidas existentes de forma de T de 16 paños.....	262
Tabla 295. Irregularidad de masa o peso de edificación propuesta con medidas existentes de forma de T de 16 paños .....	262
Tabla 296. Irregularidad torsional y torsional extrema de edificación propuesta con medidas existentes de forma de T de 16 paños .....	263
Tabla 297. Esquina entrante de edificación propuesta con medidas existentes de forma de T de 16 paños.....	263
Tabla 298. Momento de volteo de edificación propuesta con medidas existentes de forma de T de 16 paños.....	263
Tabla 299. Irregularidad de rigidez piso blando y extrema de rigidez de edificación propuesta con medidas existentes de forma de O de 16 paños.....	264
Tabla 300. Irregularidad de resistencia piso débil y extrema de resistencia de edificación propuesta con medidas existentes de forma de O de 16 paños .....	264
Tabla 301. Irregularidad de masa o peso de edificación propuesta con medidas existentes de forma de O de 16 paños.....	264
Tabla 302. Irregularidad torsional y torsional extrema de edificación propuesta con medidas existentes de forma de O de 16 paños .....	265



Tabla 303. Discontinuidad de diafragma de edificación propuesta con medidas existentes de forma de O de 16 paños.....	265
Tabla 304. Momento de volteo de edificación propuesta con medidas existentes de forma de O de 16 paños.....	265
Tabla 305. Irregularidad de rigidez piso blando y extrema de rigidez de edificación propuesta con medidas existentes de forma de O de 22 paños.....	266
Tabla 306. Irregularidad de resistencia piso débil y extrema de resistencia de edificación propuesta con medidas existentes de forma de O de 22 paños.....	266
Tabla 307. Irregularidad de masa o peso de edificación propuesta con medidas existentes de forma de O de 22 paños.....	266
Tabla 308. Irregularidad torsional y torsional extrema de edificación propuesta con medidas existentes de forma de O de 22 paños.....	267
Tabla 309. Discontinuidad de diafragma de edificación propuesta con medidas existentes de forma de O de 22 paños.....	267
Tabla 310. Momento de volteo de edificación propuesta con medidas existentes de forma de O de 22 paños.....	267
Tabla 311. Irregularidad de rigidez piso blando y extrema de rigidez de edificación existente optimizada de forma rectangular.....	268
Tabla 312. Irregularidad de resistencia piso débil y extrema de resistencia de edificación existente optimizada de forma rectangular.....	268
Tabla 313. Irregularidad de masa o peso de edificación existente optimizada de forma rectangular.....	268
Tabla 314. Irregularidad torsional y torsional extrema de edificación existente optimizada de forma rectangular.....	269
Tabla 315. Momento de volteo de edificación existente optimizada de forma rectangular...	269
Tabla 316. Irregularidad de rigidez piso blando y extrema de rigidez de edificación existente optimizada de forma de U.....	269
Tabla 317. Irregularidad de resistencia piso débil y extrema de resistencia de edificación existente optimizada de forma de U.....	270
Tabla 318. Irregularidad de masa o peso de edificación existente optimizada de forma de U.....	270
Tabla 319. Irregularidad torsional y torsional extrema de edificación existente optimizada de forma de U.....	270
Tabla 320. Momento de volteo de edificación existente optimizada de forma de U.....	270



Tabla 321. Irregularidad de rigidez piso blando y extrema de rigidez de edificación existente optimizada de forma de L.....	271
Tabla 322. Irregularidad de resistencia piso débil y extrema de resistencia de edificación existente optimizada de forma de L .....	271
Tabla 323. Irregularidad de masa o peso de edificación existente optimizada de forma de L .....	271
Tabla 324. Irregularidad torsional y torsional extrema de edificación existente optimizada de forma de L .....	272
Tabla 325. Momento de volteo de edificación existente optimizada de forma de L .....	272
Tabla 326. Irregularidad de rigidez piso blando y extrema de rigidez de edificación propuesta optimizada de forma rectangular de 5 paños.....	272
Tabla 327. Irregularidad de resistencia piso débil y extrema de resistencia de edificación propuesta optimizada de forma rectangular de 5 paños .....	273
Tabla 328. Irregularidad de masa o peso de edificación propuesta optimizada de forma rectangular de 5 paños.....	273
Tabla 329. Irregularidad torsional y torsional extrema de edificación propuesta optimizada de forma rectangular de 5 paños .....	273
Tabla 330. Momento de volteo de edificación propuesta optimizada de forma rectangular de 5 paños.....	273
Tabla 331. Irregularidad de rigidez piso blando y extrema de rigidez de edificación propuesta optimizada de forma rectangular de 10 paños.....	274
Tabla 332. Irregularidad de resistencia piso débil y extrema de resistencia de edificación propuesta optimizada de forma rectangular de 10 paños .....	274
Tabla 333. Irregularidad de masa o peso de edificación propuesta optimizada de forma rectangular de 10 paños.....	274
Tabla 334. Irregularidad torsional y torsional extrema de edificación propuesta optimizada de forma rectangular de 10 paños .....	275
Tabla 335. Momento de volteo de edificación propuesta optimizada de forma rectangular de 10 paños.....	275
Tabla 336. Irregularidad de rigidez piso blando y extrema de rigidez de edificación propuesta optimizada de forma de cruz de 9 paños .....	275
Tabla 337. Irregularidad de resistencia piso débil y extrema de resistencia de edificación propuesta optimizada de forma de cruz de 9 paños .....	276





Tabla 338. Irregularidad de masa o peso de edificación propuesta optimizada de forma de cruz de 9 paños.....	276
Tabla 339. Irregularidad torsional y torsional extrema de edificación propuesta optimizada de forma de cruz de 9 paños.....	276
Tabla 340. Momento de volteo de edificación propuesta optimizada de forma de cruz de 9 paños.....	276
Tabla 341. Irregularidad de rigidez piso blando y extrema de rigidez de edificación propuesta optimizada de forma de cruz de 16 paños .....	277
Tabla 342. Irregularidad de resistencia piso débil y extrema de resistencia de edificación propuesta optimizada de forma de cruz de 16 paños .....	277
Tabla 343. Irregularidad de masa o peso de edificación propuesta optimizada de forma de cruz de 16 paños.....	277
Tabla 344. Irregularidad torsional y torsional extrema de edificación propuesta optimizada de forma de cruz de 16 paños.....	278
Tabla 345. Momento de volteo de edificación propuesta optimizada de forma de cruz de 16 paños.....	278
Tabla 346. Irregularidad de rigidez piso blando y extrema de rigidez de edificación propuesta optimizada de forma de U de 13 paños .....	278
Tabla 347. Irregularidad de resistencia piso débil y extrema de resistencia de edificación propuesta optimizada de forma de U de 13 paños .....	279
Tabla 348. Irregularidad de masa o peso de edificación propuesta optimizada de forma de U de 13 paños.....	279
Tabla 349. Irregularidad torsional y torsional extrema de edificación propuesta optimizada de forma de U de 13 paños.....	279
Tabla 350. Momento de volteo de edificación propuesta optimizada de forma de U de 13 paños.....	279
Tabla 351. Irregularidad de rigidez piso blando y extrema de rigidez de edificación propuesta optimizada de forma de U de 12 paños .....	280
Tabla 352. Irregularidad de resistencia piso débil y extrema de resistencia de edificación propuesta optimizada de forma de U de 12 paños .....	280
Tabla 353. Irregularidad de masa o peso de edificación propuesta optimizada de forma de U de 12 paños.....	280
Tabla 354. Irregularidad torsional y torsional extrema de edificación propuesta optimizada de forma de U de 12 paños.....	281



Tabla 355. Momento de volteo de edificación propuesta optimizada de forma de U de 12 paños.....	281
Tabla 356. Irregularidad de rigidez piso blando y extrema de rigidez de edificación propuesta optimizada de forma de T de 9 paños .....	281
Tabla 357. Irregularidad de resistencia piso débil y extrema de resistencia de edificación propuesta optimizada de forma de T de 9 paños .....	282
Tabla 358. Irregularidad de masa o peso de edificación propuesta optimizada de forma de T de 9 paños.....	282
Tabla 359. Irregularidad torsional y torsional extrema de edificación propuesta optimizada de forma de T de 9 paños .....	282
Tabla 360. Momento de volteo de edificación propuesta optimizada de forma de T de 9 paños .....	282
Tabla 361. Irregularidad de rigidez piso blando y extrema de rigidez de edificación propuesta optimizada de forma de T de 16 paños .....	283
Tabla 362. Irregularidad de resistencia piso débil y extrema de resistencia de edificación propuesta optimizada de forma de T de 16 paños .....	283
Tabla 363. Irregularidad de masa o peso de edificación propuesta optimizada de forma de T de 16 paños.....	283
Tabla 364. Irregularidad torsional y torsional extrema de edificación propuesta optimizada de forma de T de 16 paños .....	284
Tabla 365.. Momento de volteo de edificación propuesta optimizada de forma de T de 16 paños.....	284
Tabla 366. Irregularidad de rigidez piso blando y extrema de rigidez de edificación propuesta optimizada de forma de L de 9 paños .....	284
Tabla 367. Irregularidad de resistencia piso débil y extrema de resistencia de edificación propuesta optimizada de forma de L de 9 paños .....	285
Tabla 392. Irregularidad de masa o peso de edificación propuesta optimizada de forma de L de 9 paños.....	285
Tabla 369. Irregularidad torsional y torsional extrema de edificación propuesta optimizada de forma de L de 9 paños .....	285
Tabla 370. Momento de volteo de edificación propuesta optimizada de forma de L de 9 paños .....	285
Tabla 371. Irregularidad de rigidez piso blando y extrema de rigidez de edificación propuesta optimizada de forma de L de 14 paños .....	286



Tabla 372. Irregularidad de resistencia piso débil y extrema de resistencia de edificación propuesta optimizada de forma de L de 14 paños .....	286
Tabla 373. Irregularidad de masa o peso de edificación propuesta optimizada de forma de L de 14 paños.....	286
Tabla 374. Irregularidad torsional y torsional extrema de edificación propuesta optimizada de forma de L de 14 paños .....	287
Tabla 375. Momento de volteo de edificación propuesta optimizada de forma de L de 14 paños.....	287
Tabla 376. Irregularidad de rigidez piso blando y extrema de rigidez de edificación propuesta optimizada de forma de O de 16 paños .....	287
Tabla 377. Irregularidad de resistencia piso débil y extrema de resistencia de edificación propuesta optimizada de forma de O de 16 paños .....	288
Tabla 378. Irregularidad de masa o peso de edificación propuesta optimizada de forma de O de 16 paños.....	288
Tabla 379. Irregularidad torsional y torsional extrema de edificación propuesta optimizada de forma de O de 16 paños.....	288
Tabla 380. Momento de volteo de edificación propuesta optimizada de forma de O de 16 paños.....	288
Tabla 381. Irregularidad de rigidez piso blando y extrema de rigidez de edificación propuesta optimizada de forma de O de 22 paños .....	289
Tabla 382. Irregularidad de resistencia piso débil y extrema de resistencia de edificación propuesta optimizada de forma de O de 22 paños .....	289
Tabla 383. Irregularidad de masa o peso de edificación propuesta optimizada de forma de O de 22 paños.....	289
Tabla 384. Irregularidad torsional y torsional extrema de edificación propuesta optimizada de forma de O de 22 paños.....	290
Tabla 385. Momento de volteo de edificación propuesta optimizada de forma de O de 22 paños.....	290



## Índice de figuras

Figura 1. Izquierda: Edificación autoconstruida en forma rectangular, Derecha: Edificación autoconstruida en forma de L.....	1
Figura 2. Deformaciones laterales de edificios .....	15
Figura 2. Esfuerzo de compresión.....	23
Figura 3. Esfuerzo de tracción.....	24
Figura 4. Esfuerzo de corte .....	24
Figura 5. Esfuerzo de flexión .....	25
Figura 6. Rigidez y forma .....	26
Figura 7. Inercia de una sección cuadrada .....	26
Figura 8. Inercia de una columna.....	27
Figura 9. Esfuerzo por torsión.....	27
Figura 10. Zonificación del territorio nacional .....	32
Figura 11. Formas asimétricas en planta que son indeseables .....	47
Figura 12. Vibración en direcciones diferentes de alas de edificios .....	48
Figura 13. Plantas con alas muy largas .....	48
Figura 14. Remedios para edificios con alas muy largas .....	49
Figura 15. Problemas en edificios muy alargados en planta .....	49
Figura 16. Limites recomendados para los lados de la planta.....	50
Figura 17. Posibles remedios para plantas muy alargadas .....	50
Figura 18. Plantas con esquinas entrantes .....	51
Figura 19. Limitaciones a la esbeltez del edificio .....	51
Figura 20. Tipos de onda sísmica.....	52
Figura 21. División del cuerpo en pequeños elementos.....	54
Figura 22. Elemento discretizado.....	57
Figura 23. Sistema de una viga discretizada .....	58
Figura 24. Nodos y elementos.....	58
Figura 25. Instrumentos de recolección de datos .....	68
Figura 26. Instrumento de recolección de datos para medir la edificación existente rectangular .....	74
Figura 27. Instrumento de recolección de datos para medir la edificación existente en forma de C .....	75



Figura 28. Instrumento de recolección de datos para medir la edificación existente en forma de L.....	76
Figura 29. Modelo terminado y procesado en el software ETABS .....	80
Figura 30. Modelo de Análisis .....	84
Figura 31. Losa típica para estimación de peso .....	85
Figura 32. Restricción de nodos en el eje Y.....	88
Figura 33. Restricción de nodos en el eje X.....	89
Figura 34. Desplazamientos máximos por nivel en el eje “X” edificación existente en forma rectangular.....	181
Figura 35. Desplazamientos máximos por nivel en el eje “Y” edificación existente en forma rectangular.....	181
Figura 36. Desplazamientos máximos por nivel en el eje “X” edificación existente en forma de L.....	184
Figura 37. Desplazamientos máximos por nivel en el eje “Y” edificación existente en forma de L.....	184
Figura 38. Desplazamientos máximos por nivel en el eje “X” edificación existente en forma de U .....	186
Figura 39. Desplazamientos máximos por nivel en el eje “Y” edificación existente en forma de U .....	187
Figura 40. Desplazamientos máximos por nivel en el eje “X” edificación propuesta en forma rectangular de 5 paños.....	190
Figura 41. Desplazamientos máximos por nivel en el eje “Y” edificación propuesta en forma rectangular de 5 paños.....	190
Figura 42. Desplazamientos máximos por nivel en el eje “X” edificación propuesta en forma rectangular de 10 paños.....	193
Figura 43. Desplazamientos máximos por nivel en el eje “Y” edificación propuesta en forma rectangular de 10 paños.....	193
Figura 44. Desplazamientos máximos por nivel en el eje “X” edificación propuesta en forma de cruz de 9 paños .....	196
Figura 45. Desplazamientos máximos por nivel en el eje “Y” edificación propuesta en forma de cruz de 9 paños .....	196
Figura 46. Desplazamientos máximos por nivel en el eje “X” edificación propuesta en forma de cruz de 16 paños .....	199



Figura 47. Desplazamientos máximos por nivel en el eje “Y” edificación propuesta en forma de cruz de 16 paños .....	199
Figura 48. Desplazamientos máximos por nivel en el eje “X” edificación propuesta en forma de U de 13 paños .....	202
Figura 49. Desplazamientos máximos por nivel en el eje “Y” edificación propuesta en forma de C de 13 paños .....	202
Figura 50. Desplazamientos máximos por nivel en el eje “X” edificación propuesta en forma de U de 12 paños .....	205
Figura 51. Desplazamientos máximos por nivel en el eje “Y” edificación propuesta en forma de U de 12 paños .....	205
Figura 52. Desplazamientos máximos por nivel en el eje “X” edificación propuesta en forma de L de 9 paños.....	208
Figura 53. Desplazamientos máximos por nivel en el eje “Y” edificación propuesta en forma de L de 9 paños.....	208
Figura 54. Desplazamientos máximos por nivel en el eje “X” edificación propuesta en forma de L de 14 paños.....	211
Figura 55. Desplazamientos máximos por nivel en el eje “Y” edificación propuesta en forma de L de 14 paños.....	211
Figura 56. Desplazamientos máximos por nivel en el eje “X” edificación propuesta en forma de T de 9 paños.....	214
Figura 57. Desplazamientos máximos por nivel en el eje “Y” edificación propuesta en forma de T de 9 paños.....	214
Figura 58. Desplazamientos máximos por nivel en el eje “X” edificación propuesta en forma de T de 16 paños.....	217
Figura 59. Desplazamientos máximos por nivel en el eje “Y” edificación propuesta en forma de T de 16 paños.....	217
Figura 60. Desplazamientos máximos por nivel en el eje “X” edificación propuesta en forma de O de 16 paños .....	220
Figura 61. Desplazamientos máximos por nivel en el eje “Y” edificación propuesta en forma de O de 16 paños .....	220
Figura 62. Desplazamientos máximos por nivel en el eje “X” edificación propuesta en forma de O de 22 paños .....	223
Figura 63. Desplazamientos máximos por nivel en el eje “Y” edificación propuesta en forma de O de 22 paños .....	223



Figura 64. Toma de datos de la edificación existente rectangular .....	235
Figura 65. Toma de datos de la edificación existente de forma U .....	236
Figura 66. Toma de datos de la edificación existente en forma de L.....	237
Figura 67. Análisis por irregularidad, tipo de suelo y niveles de edificación existente rectangular en el eje “X” y “Y” .....	244



## Capítulo I: Planteamiento del Problema

### 1.1 Identificación del Problema

#### 1.1.1 Descripción del problema:

En el departamento del Cusco, específicamente en el distrito de San Jerónimo, existe un problema recurrente que radica en el hecho de que las construcciones son realizadas sin el asesoramiento y/o participación de un ingeniero civil, es decir, únicamente se ejecutan con la intervención de un maestro de obra, lo que genera que las mismas no cumplan con los lineamientos establecidos en la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente del año 2018, pues no son diseñadas ni supervisadas por un profesional que tenga conocimientos sobre sismorresistencia,

El problema de la presente investigación se enfoca principalmente en las irregularidades de esquinas entrantes, columnas esbeltas y mayor rigidez de las columnas en un sólo sentido (X o Y), lo que produce mayores distorsiones de entrepiso y genera incluso irregularidad torsional, la que se presenta en determinados casos, por lo que surge la necesidad de conocer la influencia de la forma de una edificación en planta (cuadrada, rectangular, cruz, U, L, T y O), de un sistema estructural aporticado de hasta 5 niveles o pisos, mediante el análisis estático y dinámico (espectro inelástico de pseudo-aceleraciones), análisis por irregularidad y verificación cada una de estas formas en planta y altura, a fin de determinar si cumplen con lo establecido en la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente del año 2018, con diferentes tipos de suelo en la ciudad del Cusco, considerando que esta ciudad es de alta actividad sismo tectónica, desde el punto de vista geodinámico.



Figura 1. Izquierda: Edificación autoconstruida en forma rectangular, Derecha: Edificación autoconstruida en forma de L.





## **1.1.2 Formulación interrogativa del problema**

### **1.1.2.1 Formulación interrogativa del problema general**

¿Cuáles son los efectos de la irregularidad en planta de edificaciones aporticadas con forma rectangular, cruz, U, L, T y O, localizadas en la ciudad del Cusco, en relación al cumplimiento de la Norma Técnica E.030 del año 2018?

### **1.1.2.2 Formulación interrogativa de los problemas específicos**

#### **Problema específico 1**

¿Cuáles son los valores de los factores del análisis por irregularidad en planta y altura de las edificaciones autoconstruidas existentes y propuestas localizadas en la ciudad del Cusco mediante la Norma Técnica E.030 del año 2018?

#### **Problema específico 2**

¿Se da el cumplimiento de los parámetros de derivas de entrepiso establecidos en la Norma Técnica E.030 del año 2018 en edificaciones autoconstruidas existentes y propuestas (con medidas existentes) irregulares en planta de forma rectangular, cruz, U, L, T y O, en función de 1, 2, 3, 4 y 5 niveles?

#### **Problema específico 3**

¿Se da el cumplimiento de los parámetros de derivas de entrepiso establecidos en la Norma Técnica E.030 del año 2018 en edificaciones autoconstruidas existentes y propuestas (con medidas existentes) irregulares en planta de forma rectangular, cruz, U, L, T y O, en función de los tipos de suelo?

#### **Problema específico 4**

¿Se da el cumplimiento de los parámetros de derivas de entrepiso establecidos en la Norma Técnica E.030 del año 2018 en edificaciones propuestas optimizadas irregulares en planta de forma rectangular, cruz, U, L, T y O, en función de 1, 2, 3, 4 y 5 niveles y los tipos de suelo?

#### **Problema específico 5**

¿En qué lugares de las edificaciones aporticadas propuestas con medidas existentes con forma en planta rectangular, cruz, U, L, T y O, se encuentran los elementos estructurales con mayor concentración de esfuerzos usando el método de los elementos finitos con elementos de tipo sólidos?



## **Problema específico 6**

¿El método de los elementos finitos con elementos de tipo sólido permite analizar la distribución y variación de esfuerzos causadas por fuerza sísmica en edificaciones aporticadas propuestas con medidas existentes con forma en planta rectangular, cruz, U, L, T y O?

### **1.2 Justificación e Importancia de la Investigación**

#### **1.2.1 Justificación técnica**

La presente investigación pertenece a la rama de Ingeniería Estructural.

Los sismos en edificaciones son un problema con masas en movimiento que reaccionan inercialmente a un movimiento en la base, el análisis del problema se debe llevar a cabo mediante la dinámica estructural, esto quiere decir que no hay una solución instantánea al problema que sino más bien, para que exista un problema dinámico es necesario que existan masas en movimiento, pero además se necesitan sistemas con rigidez que hagan que las masas en movimiento hagan un movimiento periódico. Es decir, si las masas están en movimiento, pero no hay una rigidez restauradora de por medio, entonces el problema es cinemático, no dinámico. (Den Hartog, 1944)

Para diseñar una edificación que sea capaz de resistir eventos sísmicos es necesario tener control total de las siguientes variables fundamentales: rigidez, masa, resistencia, capacidad dúctil, conocimientos de la forma del movimiento. (Booth, 1994 y Ghosh & Dommel, 1992).

Se obtuvo los resultados de la respuesta sísmica de cada modelo de las edificaciones autoconstruidas y propuestas, se procedió a analizar en base a los siguientes indicadores: desplazamientos relativos y absolutos máximos, derivas de entrepiso, fuerzas cortantes por piso, centro de masa, centro de rigidez, periodo fundamental de vibración y esfuerzos de tracción y compresión.

#### **1.2.2 Justificación social**

El aporte de este trabajo para la sociedad es hacer notar la importancia de los lineamientos de la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente del año 2018 (aplicado a la ciudad del Cusco), en cuanto a edificaciones aporticadas, lo cual puede realizarse a través de las distintas Municipalidades para que estas instituciones puedan dar a conocer a la población sobre la construcción sismorresistente, aplicado a edificaciones irregulares en planta con sistema estructural aporticado, en atención a que la ciudad del Cusco se encuentra en constante crecimiento en el ámbito de la construcción de edificaciones de concreto (uso multifamiliar) y así evitar la autoconstrucción o construcción sin supervisión técnica.



### **1.2.3 Justificación por vialidad**

La evaluación de la incidencia de la irregularidad en planta en el sistema estructural aporticado es factible ya que el acceso a esta información es libre, debido a que la información acerca del análisis sísmico se encuentra en el Reglamento Nacional de Edificaciones, específicamente en la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente del año 2018, investigaciones, libros, páginas web y revistas.

Los insumos que se utilizarán en la presente investigación son de fácil acceso y de costos accesibles para poder realizar esta investigación.

Se usó el software versión educacional Excel, Autocad, Etabs y SAP 2000.

### **1.2.4 Justificación por relevancia**

En la región del Cusco, los elementos estructurales de las edificaciones autoconstruidas (columnas, vigas y altura de losa), sólo cumplen la Norma Técnica E.030 para el suelo de tipo S1 (roca o suelo muy rígidos), en sus 05 niveles, sin embargo, para los tipos de suelo S2 (suelos intermedios) y S3 (suelos blandos), se evidencia que su cumplimiento se da sólo hasta un máximo de 02 niveles, por lo que, considerando que en nuestra región no se cuenta con estudios acerca de la evaluación técnica sismorresistente de edificaciones irregulares aporticadas autoconstruidas con diferentes formas en planta, esta investigación proporciona un análisis secuencial siguiendo los lineamientos establecidos en la Norma Técnica E.030 Diseño sismorresistente del año 2018 y una solución a través de la rigidización de la estructura que consiste en el incremento de las secciones de columnas y vigas, así como la implementación de columnas esquineras en forma de L ya que es el lugar donde se presentan mayores desplazamientos absolutos, a fin de que se cumpla la Norma Técnica E.030 en su totalidad para edificaciones de hasta 05 niveles para los 03 tipos de suelos antes señalados.

## **1.3 Limitaciones de la Investigación**

### **Limitación N°1**

Parte de los cálculos del análisis sísmico se hizo mediante el Software ETABS 2016 que basa su análisis en el método de elementos finitos de tipo Frame y Shell mas no de tipo Solido.

### **Limitación N°2**

Parte de los cálculos del análisis sísmico se hizo mediante el Software SAP 2000 V20 que basa su análisis en el método de elementos finitos de tipo Frame, Shell y Sólido.



### **Limitación N°3**

En la ciudad del Cusco no existen edificaciones en forma de T, O y cruz, por lo que, este tipo de edificaciones han sido modeladas en base a las dimensiones obtenidas de las edificaciones existentes en forma rectangular, U y L.

### **Limitación N°4**

No se realizaron ensayos destructivos y no destructivos en el concreto endurecido, por lo que se asumió una resistencia del concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

### **Limitación N°3**

El análisis Sísmico se hizo para edificaciones de sistema estructural aporticado existentes y propuestas de Categoría C (edificaciones comunes - viviendas) de 5 niveles.

### **Limitación N°4**

La zonificación para la investigación únicamente se basa en la ciudad del Cusco por lo que el factor de zona  $Z=2$  se usa en todos los modelamientos de las edificaciones existentes y propuestas.

### **Limitación N°5**

El análisis abarcó solamente edificaciones con sistema estructural aporticado y están ubicados en el distrito de San Jerónimo – Provincia Cusco – Departamento Cusco.

### **Limitación N°6**

Para los procedimientos de análisis sísmico se usaron los siguientes métodos: análisis estático o de fuerzas equivalentes y el análisis dinámico modal espectral.

### **Limitación N°7**

Los periodos de vibración fueron calculados por el software ETABS para las edificaciones existentes y propuestas.

### **Limitación N°8**

Se usó suelo tipo S3 (Suelos Blandos) para la aceleración espectral y así analizar mediante el método de elementos finitos distintas edificaciones.



### **Limitación N°9**

Se consideró acero de 5/8" en las columnas para las edificaciones existentes, así mismo, en edificaciones propuestas para realizar el cálculo del análisis de irregularidad de resistencia – piso débil e irregularidad de extrema resistencia.

### **Limitación N°10**

Artículo 25.2. de la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente del año 2018 indica que: Para propósitos de esta Norma, las estructuras de concreto armado y albañilería pueden ser analizadas considerando las inercias de las secciones brutas, ignorando la fisuración y el refuerzo.

## **1.4 Objetivos de la investigación**

### **1.4.1 Objetivo General**

Analizar cuáles son los efectos de irregularidad en planta de edificaciones aporticadas con forma rectangular, cruz, U, L, T y O, localizadas en la ciudad del Cusco, en relación al cumplimiento de la Norma Técnica E.030 del año 2018.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

#### **Objetivo específico 1**

Calcular los factores de irregularidad en planta y altura de las edificaciones autoconstruidas y propuestas, localizadas en la ciudad del Cusco mediante la Norma Técnica E.030 del año 2018.

#### **Objetivo específico 2**

Analizar el cumplimiento de los parámetros de derivas de entrepiso establecidos en la Norma Técnica E.030 del año 2018 en edificaciones autoconstruidas existentes y propuestas (con medidas existentes) irregulares en planta de forma rectangular, cruz, U, L, T y O en función del número de pisos de la edificación.

#### **Objetivo específico 3**

Analizar el cumplimiento de los parámetros de derivas de entrepiso establecidos en la Norma Técnica E.030 del año 2018 en edificaciones autoconstruidas existentes y propuestas (con medidas existentes) irregulares en planta de forma rectangular, cruz, U, L, T y O en función de los tipos de suelo.



#### **Objetivo específico 4**

Analizar el cumplimiento de los parámetros de derivas de entrepiso establecidos en la Norma Técnica E.030 del año 2018 en edificaciones propuestas optimizadas irregulares en planta de forma rectangular, cruz, U, L, T y O, en función de 1, 2, 3, 4 y 5 niveles y los tipos de suelo.

#### **Objetivo específico 5**

Analizar en qué lugares de las edificaciones aporticadas propuestas con medidas existentes con forma en planta rectangular, cruz, U, L, T y O, se encuentran los elementos estructurales con mayor concentración de esfuerzos usando el método de los elementos finitos con elementos de tipo sólidos.

#### **Objetivo específico 6**

Analizar mediante el método de los elementos finitos con elementos de tipo sólido la distribución y variación de esfuerzos causadas por fuerza sísmica en edificaciones aporticadas propuestas con medidas existentes, forma en planta rectangular, cruz, U, L, T y O.



## 2 Capítulo II: Marco Teórico

### 2.1 Antecedentes de las Tesis

#### 2.1.1 Antecedentes a Nivel Nacional

##### 2.1.1.1 Antecedente N°1

Laura R. (2009). Evaluación del Comportamiento Dinámico de Edificios de Concreto Armado sin y con Núcleo Central (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.

**Resumen:** La tesis presentada pretende demostrar que en la actualidad con la existencia de software y computadoras de grandes capacidades y velocidades es posible modelar edificios muy cercanos a la realidad, analizamos y mejoramos el conocimiento que se tiene del comportamiento dinámico de esto. Dicho conocimiento puede muchas veces invertir en el estudio de un proyecto y además definir en forma apropiada su configuración estructural.

Esta tesis trata sobre el comportamiento de edificios de concreto armado netamente aporticados y sistemas duales con núcleos resistentes. Se seleccionaron para el estudio grupos de edificios con características similares para cada sistema estructural. A cada edificio se le realizó un análisis lineal elástico dinámico por el método modal espectral y tomando en cuenta la norma técnica de edificación E.030. Los elementos fueron modelados en forma tridimensional, como si fueran edificios existentes a diseñar.

**Aporte:** En estos edificios se examina la demanda de desplazamientos, así como el efecto del acoplamiento lateral torsional en los torques y cortantes basales. En cuanto a los desplazamientos, básicamente se comparan las distorsiones de entrepiso. Dicho parámetro es muy importante ya que está directamente relacionado con los daños en un edificio, los resultados de los análisis muestran que los edificios netamente aporticados dimensionados como típicamente se hace un edificio en nuestro medio, no cumplen con las distorsiones máximas permitidas por la NTE-E.030, más aún los edificios menores a 4 pisos. Además, el estudio revela interesantes resultados para cada sistema estructural, los que ayudan a comprender mejor el comportamiento de edificios y así mejorar las estructuraciones o predecir sus comportamientos.

#### **Conclusiones:**

**Conclusión 01:** Edificaciones aporticados mayores a tres pisos, todos con la misma planta y donde sus elementos estructurales han sido dimensionados siguiendo una misma metodología, tendrán aproximadamente, las mismas distorsiones máximas de entrepiso, y esto se da en



segundo y tercer piso. A  $1/3$  o  $1/2$  de la altura del edificio (aproximadamente). Para edificios de baja altura, 3 pisos o menos, las distorsiones máximas se dan en el primer piso y son mayores que la de los edificios de mayor número de pisos.

**Conclusión 02:** edificios aporticados simétricos con plantas de distinta relación de aspecto, puede considerarse que tendrán las mismas distorsiones de entrepiso y estas sufrirán variaciones al considerar una excentricidad accidental, como es de preverse. Además, las distorsiones que ocurren en el centro de masas del edificio de planta más alargada serán menores que para el edificio de menor relación de aspecto.

**Conclusión 03:** Al comparar dos edificios aporticados que tienen una misma planta e igual número de pisos, pero con distinto número de planos resistentes, la distorsión máxima del edificio con mayor número de planos resistentes es igual o ligeramente superior al edificio con menor número de planos resistentes, siempre que sus elementos estructurales se hayan dimensionado siguiendo la misma metodología.

**Conclusión 04:** Los edificios netamente aporticados, al utilizar formulas o criterios típicos utilizados en nuestro medio para el predimensionamiento de columnas y vigas, superaran ligeramente el límite de los desplazamientos máximos permitidos por la norma, y en mayor medida si las luces de vanos son pequeñas; por tanto, dichos edificios no cumplen con las distorsiones máximas permitidas por la Norma Peruana. Las distorsiones máximas alcanzadas por edificios menores a 4 pisos, resultan mucho mayores a la distorsión máxima permitida por la Norma Peruana, sobre todo para edificios de 2 pisos o menos, por lo que el dimensionamiento de sus columnas para que cumplan límites permisibles, podría estar alcanzando las dimensiones de las columnas de edificios de 4 o 5 pisos. No se debe olvidar que las distorsiones fueron halladas sin considerar agrietamientos de sus elementos, por lo que, si llegase a considerarse, las distorsiones máximas serían mucho mayores a las permitidas.

**Conclusión 05:** Un incremento de excentricidad en edificios aporticados o con muros de corte hace que sus cortantes basales disminuyan y los torques basales se incrementen.

**Conclusión 06:** En un edificio con muros de corte, colocar una placa de cierto peralte en un plano resistente no tendrá la misma respuesta que al colocar dos placas que tengan la mitad de peralte de la placa anterior en el mismo plano resistente.





**Conclusión 07:** Edificios con núcleo central y con excentricidades pequeñas tendrán desplazamientos máximos en el borde rígido y para excentricidades mayores estos máximos se trasladarán al borde flexible.

**Conclusión 08:** Un edificio asimétrico en planta con núcleo central podría no tener irregularidad torsional al aplicar la NTE-E.030. Sin Embargo, este podría tener un buen grado de acoplamiento lateral torsional, por lo que se debe poner especial atención a sus masas rotacionales activas en la dirección de análisis en los modos de vibración más bajos del edificio.

#### 2.1.1.2 Antecedente N°2

Salcedo C. (2014). Análisis Estructural por el Método de Elementos Finitos Asistido por Computadora (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.

**Resumen:** La presente tesis trata en forma objetiva del análisis de estructuras con el método de elementos finitos, lo cual se empezará primero con el aprendizaje del método y después con la aplicación a diferentes sistemas tanto sencillos como complejos, para lo cual se desarrollará un software en Python en el sistema Windows para ejemplos teóricos y simples, el objetivo principal de la tesis es demostrar que los resultados obtenidos por el método de elementos finitos en este caso representado con el script programado llamado FEMAX son los más cercanos posibles a los resultados aceptados por la comunidad de ingeniería, ya que estos fueron comparados con el software aceptados en forma estándar como el SAP 2000 V14, en el ámbito comparativo se vio que los resultados obtenidos con el script programado en este caso por objetivos de la tesis FEMAX fueron satisfactorios obteniendo un error hasta de 0.01% por lo que se da como resultados aceptables y que se ha llegado a un caso satisfactorio de la presente tesis.

**Aporte:** Los resultados obtenidos por el programa FE-MAX, en contra partida con los resultados obtenidos por el software comercial SAP V14 hay un parecido de 99.8%, por lo tanto, se puede concluir que los programas comerciales trabajan con el método de elementos finitos.

**Conclusión 01:** Se pudo ver que al ser los resultados obtenidos por el programa FEMAX, en contra partida de los resultados obtenidos por el software comercial SAP V14 hay un parecido de 99.8% por lo que se puede concluir que los programas comerciales trabajan con el método de elementos finitos y nuestra tesis hipótesis ha sido resuelta como cierta.



**Conclusión 02:** El sistema de acoplamiento generado para la matriz de rigidez, ha sido satisfactoria por lo cual se hace tomar como referencia el algoritmo para elementos de todo tipo así como placas, solidos de revolución etc.

## 2.1.2 Antecedentes a Nivel Internacional

### 2.1.2.1 Antecedente N°1

**Gonzales R. & Gómez C. (2008).** Efectos de la Irregularidad en Planta por Forma Arquitectónica (Tesis de maestría). Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural Veracruz, México.

**Resumen:** El trabajo presenta un análisis de las formas arquitectónicas más empleadas en las áreas urbanas en México (cuadrada, rectangular, secciones U, L y T), así como sus variaciones en planta observadas mediante fotografías aéreas. Estas estructuras fueron modeladas con SAP2000, empleando análisis elásticos y considerando uno, dos y cuatro niveles, con el fin de determinar el efecto de la forma en el comportamiento sísmico. Además, se estudia el efecto de los alargamientos y las salientes en secciones U, L y T. Para todos los sistemas estudiados se consideran la variación de desplazamientos respecto a los de la figura regular.

**Aporte:** Los análisis lineales proveen información importante del comportamiento torsional de estructuras débiles como las que se estudiaron. No obstante, entendemos que este tipo de análisis subestima las distorsiones de entrepiso cuando la superestructura entra al rango no lineal y los modos principales tienen un comportamiento acoplado con el torsional.

**Conclusión 01:** En el trabajo se muestra el análisis sísmico de modelos de edificaciones para las cuales, se observa como las configuraciones con distintas irregularidades hacen que las construcciones sean más vulnerables, no importando el sistema estructural o los materiales empleados. Estas afirmaciones se ven fortalecidas con el conjunto de estudios analíticos realizados en México y el extranjero.

**Conclusión 02:** Los análisis elásticos se realizaron con una base pequeña de sismos registrados en la zona de interés. Se reconoce que son necesarias más excitaciones y análisis para confirmar la tendencia de los resultados obtenidos. Debido a la falta de registros existentes en la zona, es necesario simular sismos para estos análisis.

**Conclusión 03:** La distribución espacial de las demandas de aceleración en edificaciones con problemas de irregularidades en planta y elevación, en muchas ocasiones supera a los lineamientos establecidos en las normas técnicas complementarias del Distrito Federal. Lo



anterior nos obliga a seguir investigando en la materia para colocar límites más adecuados o a solicitar análisis más estrictos cuando así sea necesario.

**Conclusión 04:** Una estructura irregular necesita de análisis más cuidadosos para lograr un sistema sismorresistente adecuado. Por eso, pequeños descuidos en el diseño ocasionados por simplificaciones gruesas de estas estructuras podrían ocasionar daños importantes durante la acción de los sismos y representan condiciones de vulnerabilidad que no se cuantifican correctamente en todas las ocasiones por

algunos métodos simplificados, razón por la cual se requiere de un trabajo de campo y analítico para evaluar distintos parámetros de manera correcta.

#### 2.1.2.2 Antecedente N°2

Hernández D. & Gómez C. (2009). Efectos de la Irregularidad en Estructuras Diseñadas con el RCDF-04 Bajo Excitación Sísmica (Tesis de maestría). Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica, Puebla, México.

**Resumen:** La tesis presentada pretende demostrar que en las normas técnicas complementarias para diseño por sismo del RCDF (reglamento de construcción del distrito federal 2004) se plantean factores de castigo para el diseño de estructuras irregulares, con 11 condiciones de irregularidad. Sin embargo, los valores de estos factores no están del todo evaluados y muchas veces se obtienen por juicio de expertos, por lo que es necesario realizar análisis más completos sobre el tema. En este trabajo se muestran los resultados obtenidos de análisis elásticos de estructuras diseñadas con igual número de niveles, pero con diferentes geometrías en planta, considerando sistemas regulares e irregulares según RCDF. Para estos sistemas se obtienen las diferencias normalizadas de las respuestas máximas, comparando así la influencia de las geometrías irregulares.

**Aporte:** En este trabajo se diseñaron edificios de cinco niveles con diferentes geometrías en planta, siguiendo los requerimientos del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal. Para estas estructuras se realizaron análisis elásticos con 15 acelerogramas característico. Las respuestas máximas en desplazamiento y desplazamiento de entrepiso de sistemas regulares e irregulares fueron obtenidas para definir la diferencia porcentual normalizada.

**Conclusión 01:** Al comparar las diferencias porcentuales entre un edificio con planta en C y una regular con planta cuadrada, se observan diferencias importantes para tres nodos de diferencia. Una comparación similar entre dos edificios con planta rectangular, pero con



relaciones de aspecto de las dimensiones de la base, que los distinguen como regular e irregular, también indica variaciones importantes de las diferencias porcentuales. Tendencias similares se presentan cuando se compara la estructura cuadrada y regular con otras geometrías irregulares estudiadas.

**Conclusión 02:** Valores con tendencias similares fueron obtenidos con modelos simplificados, sin relación con los procedimientos de diseño de algún tipo de reglamentación, por Gonzales y Gómez (2008), lo que valida la utilización de estos modelos para análisis simplificados. Sin embargo, los resultados obtenidos se basan en análisis elásticos, por lo es necesario realizar modelos no lineales que indiquen variaciones porcentuales de posibles daños y la vulnerabilidad de las estructuras.

## 2.2 Aspectos Teóricos Pertinentes

### 2.2.1 Registro histórico de sismos en la ciudad del Cusco

Según la investigación de Actividad Sísmica en la Región del Cusco por Cuenca S. J. del Instituto de Investigación Universidad Región de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco en 1991, presenta una relación histórica de sismos en la región Cusco de la cual han sido registrados los sismos para la ciudad del Cusco y a su vez ha sido complementada por los últimos sismos registrados, resultando la relación siguiente:

1590, 1650, 1707, 1804, 1823, 1832, 1832, 1870, 1905, 1928, 1941, 1944, 1946, 1946, 1948, 1948, 1949, 1949, 1950, 1952, 1952, 1952, 1954, 1954, 1986.

La frecuencia de los sismos está afectada por el hecho de que en tiempos antiguos no se registraban los sismos menores, es probable que en la información más remota solo se hayan considerado los sismos más severos y en la información reciente se incluyan sismos de menor intensidad.

Cusco se encuentra en una zona considerada de alta sismicidad, Zona II a nivel nacional y ha registrado 2 terremotos devastadores en la historia republicana, siendo el mayor de ellos en el siglo 15 que se estima fue del grado VII en la escala de Richter. En 1950 la ciudad fue afectada por otro sismo que destruyó casi la totalidad de viviendas (que eran de adobe). En los últimos años se registran sismos que producen daños menores en muchas edificaciones y daños estructurales serios a un muy reducido porcentaje de edificaciones con una recurrencia de 1 cada 3 años aproximadamente. (Benavente y Fernandez, 2004)



### **2.2.2 Tipos de suelo predominantes en la ciudad del Cusco**

Se tiene la presencia de material fino (arcilla, limo y arena fina), grava, roca y orgánico entre 1 y 3 metros de profundidad según los Tipos de suelo - Mapa de peligros de la ciudad del Cusco. (Benavente, Fernández y Gómez, 2004)

### **2.2.3 Edificios simétricos y asimétricos en planta**

Los daños estructurales y no estructurales en edificios debido a los sismos dependerán fuertemente de su configuración. Sismos pasados han demostrado que los edificios asimétricos son los que mayores daños sufren o han llegado a colapsar. Un edificio será asimétrico si el centro de masa (CM) y el centro de rigidez (CR) no coinciden. A la distancia de separación entre ambos centros se le denomina excentricidad natural o excentricidad estática.

Determinar exactamente el centro de masa de una edificación existente es casi imposible e impráctico en la etapa de análisis por lo que para la modelación y análisis de edificios es necesario recurrir a ciertas hipótesis para su ubicación, si las masas en un piso están uniformemente distribuidas y el diafragma horizontal es tal que puede considerarse como infinitamente rígido en su plano. Entonces el centro de masa suele ubicarse en el centroide del diafragma. Para edificios de un nivel, el centro de rigidez es el punto del diafragma que al aplicar una fuerza este se desplaza sin causar rotación. Para edificios de varios pisos el centro de rigidez de un nivel es aquel punto que, al aplicar una carga lateral, no causa rotación en ese nivel, en cambio los otros niveles si pueden rotar. Lo anterior es una definición de centro de rigidez adoptado por el programa ETABS. (User's manual Etabs, 2002).

### **2.2.4 Efectos torsionales: acoplamiento lateral torsional**

La existencia de una asimetría en planta en un edificio producirá el fenómeno de acoplamiento lateral torsional, es decir, que la estructura frente a las fuerzas laterales tendrá, además de desplazamientos laterales, rotaciones y estos efectos torsionales suelen causar efectos desfavorables en su comportamiento dinámico.

Debido al acoplamiento torsional, los planos resistentes de un edificio no solo estarán sujetos a fuerzas cortantes de traslación sino también a cortantes por rotación. Al suceder esto, los planos resistentes tendrán desplazamientos no uniformes por lo que las demandas de ductilidad pueden concentrarse en el lado flexible y si están mal diseñados o detallados pueden llevar al colapso de la estructura. Es así que se recomienda configurar edificios que sean lo más simétricos posibles ya que además la experiencia ha demostrado que estos se han comportado mejor que las edificaciones asimétricas. (Chopra, 1994).

### 2.2.5 Deformaciones laterales de edificios: corte + flexión

Un sismo generará fuerzas inerciales en un edificio que hará que este se mueva en distintas direcciones. Estas fuerzas se concentrarán a nivel de los entrepisos donde puede suponerse está la mayor cantidad de masa de un piso, entonces se desplazará lateralmente haciendo que se deformen sus elementos. Desde el punto de vista global, un edificio puede ser representado como un voladizo fijo en su base, sujeto a fuerzas axiales de corte y momentos a lo largo de toda su altura. Este simple esquema es fundamental para entender su comportamiento. (Reitherman, 1987)

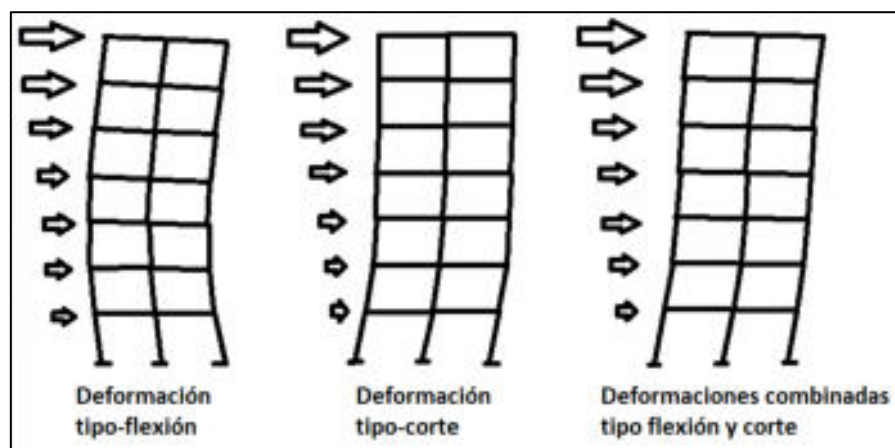


Figura 2. Deformaciones laterales de edificios

Fuente: Arnol Ch. Reitherman R. (1987). Deformaciones laterales de edificios. [Figura].

Recuperado de Configuración y diseño sísmico de edificios.

Las deformaciones laterales de edificios generalmente son una combinación de deformaciones laterales de tipo corte y deformaciones laterales tipo flexión. La deformación global de edificios aporricados frente a fuerzas laterales es predominante en corte esto es debido a que las rigideces de cada piso no varían mucho entre sí, sus distorsiones máximas se producirán en la parte inferior, típicamente en el pasado los investigadores utilizaron modelos de viga de corte en el análisis de edificios aporricados, tomando en cuenta solo deformaciones por corte. Hoy en día es posible utilizar modelos más existentes de edificios para su análisis y diseño. (Piqué y Scaletti, 1991).

### 2.2.6 Importancia del análisis dinámico en la predicción de la respuesta sísmica de edificios

En la actualidad los códigos sísmicos permiten realizar análisis estático a edificios para hallar las fuerzas de diseño y desplazamientos, pudiéndose obtener resultados relativamente



satisfactorios y con cierto grado de seguridad, pero esto es cierto solamente cuando el edificio es regular y con ciertas condiciones adicionales, como el no tener una excentricidad pequeña y los periodos fundamentales no acoplados traslacional y rotacional estén alejados además de tener una altura moderada, ya que si el edificio es de gran altura la influencia de los modos de vibración superiores pueden ser muy importantes como para obviarlos y además los esfuerzos producidos en un edificio de gran altura serán demasiado conservadores como el caso del momentos de volteo utilizando el método estático. Además, no debe obviarse que la excentricidad estática llega a incrementarse debido a amplificaciones dinámicas y que los reglamentos solo nos brindan métodos simplificados para tratar de tomarlos en cuenta. (Laura,2009)

La respuesta de una estructura frente a un movimiento sísmico es un fenómeno dinámico, por tanto, debería ser tratado como tal y realizar un análisis dinámico a nuestras estructuras para ser más realistas, más aún cuando tenemos la posibilidad de utilizar herramientas de cómputo como son los softwares y las altas capacidades de almacenamiento de las computadoras que nos facilita grandemente los cálculos. Con un análisis dinámico se está cubriendo grandes desventajas del análisis estático-comentados anteriormente. (Laura,2009)

El análisis dinámico cuyo uso es común en el diseño de edificios es el modal espectral, que ha sido demostrado que da resultados satisfactorios sobre todo si la estructura tiene un comportamiento elástico o cercano al elástico. (Valley, Dragovich y Hooper, 2002).

### **2.2.7 Limitaciones del análisis estático lineal**

Pocas veces se han realizado diseños de edificios para que se comporten elásticamente ante sismos severos debido al alto costo que puede significar su construcción, por lo que los códigos sísmicos permiten que las fuerzas sísmicas se reduzcan por un coeficiente de reducción  $R$ , de tal manera que las estructuras a diseñar ingresen a un rango inelástico para evitar que la edificación colapse, se le debe dotar de suficiente capacidad de disipación de energía esto es posible al suministrarles ductilidad a sus elementos. (Laura,2009)

Las normas sísmicas aceptan para el análisis de edificios métodos lineales estático o dinámico asumiendo comportamiento elástico de los mismos pero estos métodos pueden ser insuficientes para describir el comportamiento existente de las estructuras ante fuerzas sísmicas intensas donde muchos de sus elementos alcanzaran la fluencia y que tal vez lo lleven al colapso si está mal diseñado o si poseen escasa ductilidad. Un análisis dinámico no lineal tiempo historia el mejor método para predecir las demandas sísmicas de una estructura. Este método es muy



complejo en su concepción y uso por lo que en la actualidad se han creado varios métodos simplificados de análisis no lineal de edificios (por ejemplo, Pushover) aunque también tiene sus limitaciones. Como se ha demostrado en investigaciones pasadas, un análisis lineal puede ser un método simple para predecir la respuesta inelástica de edificios de cierto grado de irregularidad, siempre y cuando consideren convenientemente las propiedades de secciones agrietadas de los elementos estructurales, estos nos llevarán a hallar las demandas sísmicas dentro de cierto grado de confiabilidad. (Laura,2009)

Los métodos de análisis elásticos típicamente empleados en el diseño de estructuras no predicen muy bien la distribución de demandas sísmicas en una estructura irregular llevando a un diseño inadecuado en las zonas de irregularidad. En estas estructuras, el comportamiento inelástico puede concentrarse en la zona de irregularidad resultando una falla rápida de los elementos estructurales en esta área por lo que para edificios altamente irregulares es necesario obtener demandas "exactas" para un correcto diseño y detallado de sus elementos, asumir un comportamiento elástico de la estructura no será la mejor manera de lograrlo por lo que un análisis inelástico es útil en estos casos. (Bariola, 1992).

### **2.2.8 Importancia del control de derivas**

Uno de los parámetros más importantes en la respuesta estructural de edificios sujetos a movimientos sísmicos son las distorsiones de entrepiso, este es medido como el desplazamiento relativo de pisos consecutivos entre su altura.

Si los desplazamientos laterales impuestos sobre un edificio son bastante grandes, el daño estructural será enorme, el daño estructural ocurre y podría llevar al colapso parcial o total del edificio por lo que las normas limitan los desplazamientos a través de distorsiones máximas a pesar de que las normas imponen un límite a las distorsiones, el daño en la mayoría de los elementos no estructurales empieza a una deformación mucho menor que el inicio de los daños estructurales. Los desplazamientos o límites de distorsión son también función del sistema estructural y su habilidad de deformarse (ductilidad). (Bazan y Meli, 2000).

### **2.2.9 Análisis dinámico modal espectral**

En la actualidad, el análisis de sísmico de edificios se hace casi de forma exclusiva usando el método modal espectral. Con la teoría de dinámica de estructuras, es posible calcular los modos y periodos naturales del edificio. Luego, usando el espectro definido por la Norma Técnica de Diseño Sismorresistente E.030 del año 2018, se puede determinar la respuesta espectral para





cada modo, este procedimiento se hace siempre con un computador, pues son cálculos matriciales complejos por la cantidad de grados de libertad que tiene la estructura.

La herramienta computacional que usamos fueron el software de análisis estructural ETABS y SAP2000, para crear los modelos numéricos de las edificaciones es necesario ingresar datos como el peso, carga viva, carga muerta, etc. Luego, se debe caracterizar el sismo de diseño para la ciudad del Cusco para ingresarlo como espectro de diseño definido con los parámetros sísmicos correspondientes y finalmente creamos los modelos geométricos de las edificaciones intentando replicar la estructuración en el programa.

Si uno se fijara en un edificio existente se dará cuenta que estará formado por elementos continuos y como tal posee infinitos puntos, por lo que sí es sujeto a un movimiento sísmico tendrá infinitos desplazamientos. Es así que un edificio es discretizado con masas concentradas en nudos para facilitar su análisis. Pero no en todos estos nudos actuarán fuerzas de inercia significativas por lo que al analizar edificios solo nos interesa ciertos grados de libertad que representen adecuadamente las respuestas del edificio. (Villaexistente, 2000)

#### **2.2.10 Modelos estructurales considerados para el análisis**

Se estudió el comportamiento estático y dinámico de edificios de concreto con sistema estructural aporticado, se analizó en el primer grupo edificaciones existentes en el distrito de San Jerónimo de forma rectangular, L y U, en el segundo grupo se analizó edificaciones propuestas con forma rectangular, cruz, L, T, U y O con medidas existentes tomadas en campo (Se consideró las áreas, alturas de entrepiso, longitudes de esquinas entrantes, vigas, columnas y losa) y en el tercer grupo se consideró edificaciones con formas rectangulares, cruz, L, T, U y O optimizadas (edificaciones con elementos estructurales que cumplen la norma E.030 Diseño Sismorresistente del año 2018) propuestas por los tesisistas.

#### **2.2.11 Norma Técnica E.020**

Artículo 1.- Constituyen edificaciones para fines de vivienda aquellas que tienen como uso principal el uso o residencia de familias, satisfaciendo sus necesidades habitacionales y funcionales de manera adecuada.

Artículo 2.- Toda vivienda deberá contar cuando menos espacios para funciones de aseo personal, descanso, alimentación y recreación.

Artículo 3.- edificio multifamiliar, cuando se trate de dos o más viviendas en una sola edificación y donde el terreno es de propiedad común.



Artículo 8.- el área techada mínima de una vivienda sin capacidad de ampliación (departamentos en edificios multifamiliares o en conjuntos residenciales sujetos al régimen de la propiedad horizontal) será de 40 m<sup>2</sup>.

### 2.2.12 Dimensiones mínimas de los ambientes

Los ambientes con techos horizontales tendrán una altura mínima de 2.30 m.

Las vigas y dinteles deberán estar a una altura mínima de 2.10 m sobre el piso terminado.

### 2.2.13 Distancia máxima entre 2 columnas

La distancia máxima de dos columnas es del doble de la altura de entrepiso es decir  $L_{max}=2*h$ .

### 2.2.14 Descripción de materiales y propiedades

- **Columna:** Elemento con relación de una altura y menor dimensión lateral mayor que tres, usado principalmente para resistir carga axial de compresión.
- **Concreto:** Mezcla de cemento portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua con o sin aditivos.
- **Resistencia especificada a la compresión del concreto:** Empleada en el diseño y evaluada de acuerdo con las consideraciones expresada en kg/cm<sup>2</sup>.
- **Módulo de elasticidad del concreto:** Relación entre el esfuerzo normal y la deformación unitaria correspondiente, para esfuerzos de tracción o compresión menores que el límite de proporcionalidad del material.

$$E_c = 15000\sqrt{f'_c} \text{ en Kg/cm}^2 \dots(\text{Ec. 1})$$

- **Resistencia a la cortante proporcionada por el concreto en elementos no preesforzados:**  
Para elementos sometidos a compresión axial.

$$V_c = 0.53\sqrt{f'_c} * \left(1 + \frac{N_u}{140 * A_g}\right) \text{ en Kg/cm}^2 \dots(\text{Ec. 2})$$

### 2.2.15 Normas empleadas y cargas de diseño

Las normas empleadas para el desarrollo del proyecto pertenecen al Reglamento Nacional de Edificaciones y son las siguientes:

Norma DE.020 Cargas

Norma E.030 Diseño Sismorresistente

Normas E.060 Concreto Armado



### **2.2.16 Cargas de diseño:**

El Reglamento Nacional de Edificaciones, en la Norma E.020 de Cargas establece los valores mínimos de sobrecarga que se debe utilizar para el diseño de cualquier estructura según el uso al que va a estar destinada.

Así mismo, se definen las cargas a considerar para la estructura:

- Carga Muerta (CM): Es el peso de los materiales, dispositivos de servicio, equipos, tabiques y otros elementos soportados por la edificación, incluyendo su peso propio, que sean permanentes o con una variación en su magnitud, pequeña en el tiempo.
- Carga Viva (CV): Es el peso de todos los ocupantes, materiales, equipos, muebles y otros elementos movibles soportados por la edificación.
- Carga de Sismo (CS): Son aquellas que se generan por la acción sísmica sobre la estructura.

### **2.2.17 Estructuración y predimensionamiento**

Los principales puntos a tener en cuenta en el diseño de un edificio de concreto armado parten de una adecuada estructuración, la cual se desarrolla según la arquitectura del edificio.

Los elementos deben tener la capacidad de transmitir todas las fuerzas de gravedad hacia la cimentación. Por ello, las vigas se distribuyen de tal manera que se formen pórticos en los ejes donde se encuentren los elementos más resistentes y rígidos.

La estructuración consiste en brindarle al edificio cierta rigidez en ambos sentidos, de modo que el edificio tenga un buen comportamiento ante un sismo. Es recomendable que se estructure lo más simple posible para que el modelo de la estructura sea lo más cercano a la realidad. La edificación tiene la posibilidad de sufrir daños importantes ante un sismo severo, pero solo puede presentar daños leves ante un sismo moderado. (Villaexistente, 2000)

### **2.2.18 Criterios de estructuración:**

Se deben tomar en cuenta los siguientes criterios de estructuración para lograr una estructura sismorresistente:

#### **2.2.18.1 Simplicidad y simetría**

Es recomendable que las estructuras sean lo más simple posible, debido a que esta se puede modelar de forma más cercana a la realidad y se puede predecir con mayor certeza su comportamiento sísmico. Si tenemos una estructura muy compleja, se deben hacer



simplificaciones en el modelo y esto no garantiza que la estructura existente se comporte de la misma manera.

Asimismo, se recomienda una estructura simétrica en ambas direcciones, debido a que la ausencia de este podría ocasionar problemas debido al efecto de la torsión. Lo propuesta es que el centro de masas y el centro de rigidez logren coincidir, caso contrario, se tendrá un movimiento de rotación adicional, por lo cual se deberá reforzar aún más la estructura. (Aravena,2018).

#### **2.2.18.2 Resistencia y ductilidad**

Para garantizar la estabilidad en la estructura, esta deberá tener resistencia sísmica, por lo menos, dos direcciones ortogonales. Se debe garantizar un adecuado transporte de cargas, desde el punto donde se aplica la carga hasta el punto que resista dicha carga, con una adecuada resistencia en todos los elementos.

Debido a que la sollicitación sísmica solo ocurre en pequeños periodos de tiempo en la vida de la estructura, esta se diseña con una resistencia inferior a la máxima requerida por el sismo; por esta razón, se le brinda una ductilidad a la estructura, una etapa plástica. Se debe tener una adecuada ubicación de las rótulas plásticas, procurando que estos elementos sean los que contribuyen menos a la estabilidad del edificio, como las vigas. Se debe lograr que la falla de la estructura no sea por la compresión del concreto, sino que sea por la fluencia del acero. (Paulay & Priestley, 1992).

#### **2.2.18.3 Hiperestaticidad y monolitismo**

Se debe lograr que la estructura tenga una disposición hiperestática, con el fin de obtener una mayor capacidad resistente ante sollicitaciones sísmicas mediante rótulas plásticas. Estas rótulas plásticas son la mejor opción para disipar la energía proveniente del sismo, asimismo es necesario que la estructura sea monolítica, que esta trabaje como un solo elemento. (Aravena,2018).

#### **2.2.18.4 Uniformidad y continuidad en la estructura**

Se recomienda que la estructura sea continua en su planta y en su elevación. Se debe evitar cambios bruscos en los elementos verticales. Por ejemplo, si se debe eliminar al algún elemento vertical, hacerlo de manera gradual en los pisos. Con este criterio, podemos evitar el fenómeno de “piso blando”, el cual aumenta la concentración de esfuerzos en los elementos de un determinado nivel. (Aravena,2018).



#### **2.2.18.5 Rigidez lateral**

La rigidez lateral evita que la estructura tenga grandes deformaciones ante fuerzas horizontales, lo que ayuda a evitar grandes daños en los elementos no estructurales. De esta manera se evita el aislamiento de estos elementos no estructurales con la estructura en el sistema constructivo. (Aravena,2018).

#### **2.2.18.6 Existencia de diafragma rígido**

Para asumir que todos los puntos de un mismo nivel de la estructura poseen el mismo desplazamiento, se considera una losa rígida en un plano. Estas fuerzas, que ocasionan el desplazamiento en cada planta, son distribuidas en los elementos verticales (placas y columnas) según su rigidez. (Aravena,2018).

#### **2.2.18.7 Elementos no estructurales**

En algunos casos, los elementos secundarios, como los tabiques, pueden llegar a tener mucha importancia en el diseño. En algunos casos puede ayudar a la estructura, disipando energía sísmica al generarse agrietamiento. Por otro lado, puede perjudicar a los cálculos si no se tienen la debida consideración. (Aravena,2018).

#### **2.2.18.8 Aplicación de estructuración en edificio**

En el caso de las edificaciones elegidas se establecieron dos direcciones X e Y, los cuales son perpendiculares entre sí. Para la estructuración de las edificaciones se tuvieron las siguientes consideraciones:

#### **2.2.19 Estructura**

Se llama así a un conjunto de elementos resistentes que colaboran entre si para soportar fuerzas o cargas manteniendo en todo momento su equilibrio, es decir todas las fuerzas que actúan en la estructura se compensan mutuamente. (Delgado, 2011).

#### **2.2.20 Fuerza**

Es toda causa física capaz de modificar el estado de reposo o de movimiento de un cuerpo. Al aplicar una fuerza a un cuerpo se produce otra igual y de sentido contrario llamada reacción. Toda estructura está en equilibrio cuando todas las fuerzas que actúan sobre él se compensan mutuamente. (Delgado, 2011).

#### **2.2.21 Compresión**

Delgado (2011) afirma. “Si las fuerzas se alejan unas de otras, el cuerpo se distiende y en él se producen esfuerzos de compresión”.



### 2.2.22 Tracción

Delgado (2011) afirma. “Si las fuerzas de alejan unas de otras, el cuerpo se distiende y en él se producen esfuerzos de tracción”.

### 2.2.23 Corte

Delgado (2011) afirma. “Si el cuerpo es sometido a dos fuerzas paralelas próximas y de sentido contrario, se obtienen esfuerzos de corte o cizallamiento”.

### 2.2.24 Flexión

Delgado (2011) afirma. “Si la acción de las fuerzas tiende a curvar el cuerpo, se producen flexión. Un cuerpo flexionado tendrá tracción en una zona y compresión en la otra”.

### 2.2.25 Esfuerzos

Se denominan así a las fuerzas interiores que se generan en un cuerpo que está bajo la acción de una carga. La dirección y el sentido de la fuerza o carga con respecto al cuerpo determinaran la clase de esfuerzos que se producen. (Delgado, 2011).

### 2.2.26 Esfuerzo de compresión

Se da cuando las partículas contribuyentes son comprimidas, encogiéndose en la dirección en que actúa la fuerza y expandiéndose perpendicularmente a ella. En el caso de las columnas, la resistencia de estas debido a la compresión está en función a su esbeltez, siendo la esbeltez la relación entre la altura y el espesor del elemento comprimido. De esta manera podemos decir que las columnas más esbeltas tienden a deformarse lateralmente, el efecto que ocurre en los materiales sometido a esfuerzos de compresión se le denomina pandeo y claro ejemplo es el concreto armado que es excelente para resistir cargas que lo someten a esfuerzos de compresión. (Delgado, 2011).



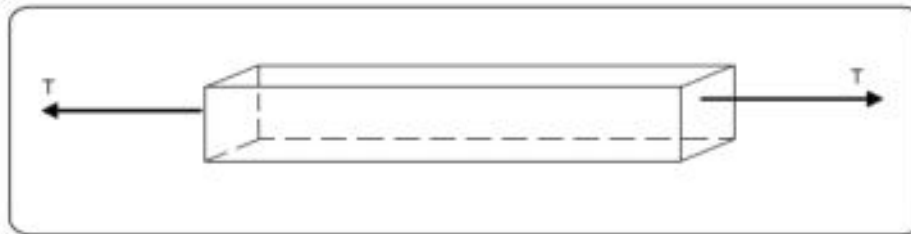
*Figura 3. Esfuerzo de compresión*

Fuente: Delgado G. (2011). Esfuerzo de compresión [Figura]. Recuperado de Diseño de Estructuras Aportricadas de Concreto Armado

### 2.2.27 Esfuerzo de tracción

Se da cuando las partículas contribuyentes se apartan de ella. La dimensión del cuerpo aumenta en la dirección de la fuerza y disminuye en la perpendicular, el concreto armado es muy malo

cuando es sometido a esfuerzos de tracción, los materiales según su composición interna pueden ofrecer diferentes resistencias al ser traccionadas en distintas direcciones. (Delgado, 2011).

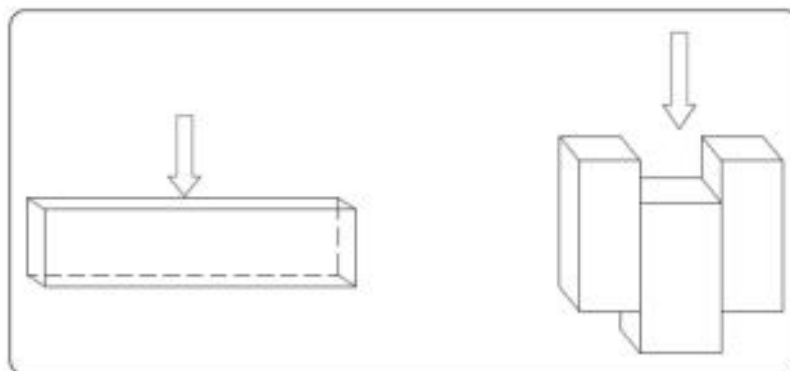


*Figura 4. Esfuerzo de tracción*

Fuente: Delgado G. (2011). Esfuerzo de Tracción [Figura]. Recuperado de Diseño de Estructuras Aporticadas de Concreto Armado

### 2.2.28 Esfuerzo de corte

Este origina deformaciones que se presentan como una tendencia al deslizamiento de una parte del cuerpo con respecto a otra, en las vigas, el esfuerzo de corte produce deslizamiento en la dirección longitudinal (horizontal) y en la dirección transversal (vertical). En una viga sometida a cargas concentradas o distribuidas el diagrama de esfuerzo cortante sirve para analizar los cortantes en los diferentes puntos de la viga. En el concreto armado, este diagrama nos indicara la cantidad y espaciamiento de los elementos transversales que se conocen con el nombre de estribos. (Delgado, 2011).



*Figura 5. Esfuerzo de corte*

Fuente: Delgado G. (2011). Esfuerzo de corte [Figura]. Recuperado de Diseño de Estructuras Aporticadas de Concreto Armado

### 2.2.29 Esfuerzo de flexión

Los elementos estructurales sometidos a cargas transversales se flexionan o se curvan, esto origina estos esfuerzos de compresión en una de sus partes y de tracción en la opuesta. Las vigas de concreto armado al estar sometidas a flexión generan tracción en su fibra interior mientras que compresión en la fibra superior. Como el concreto es débil a la tracción se aplica acero en la zona traccionada. (Delgado, 2011).

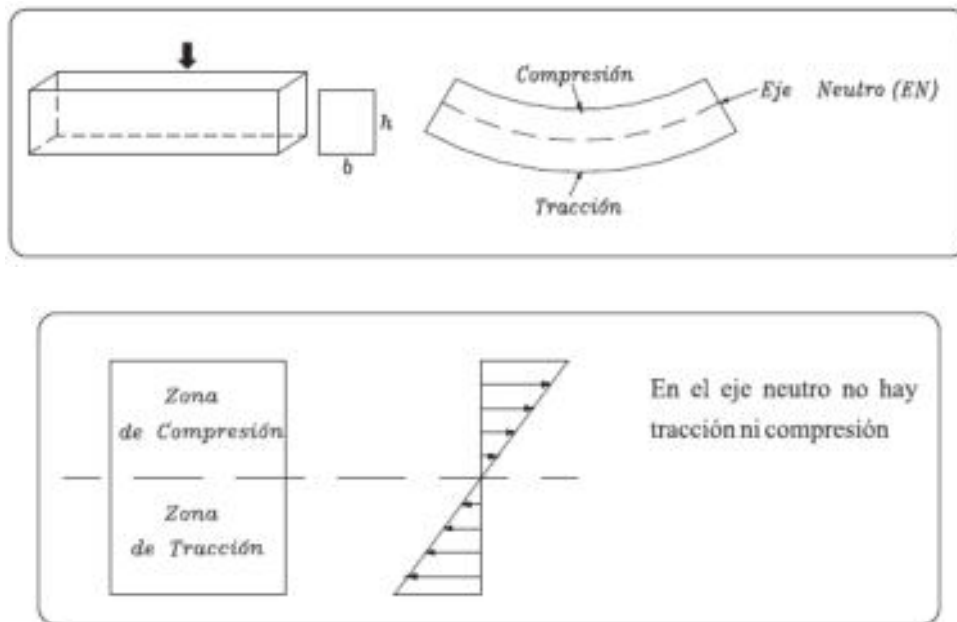


Figura 6. Esfuerzo de flexión

Fuente: Delgado G. (2011). Esfuerzo de deflexión [Figura]. Recuperado de Diseño de Estructuras Aporticadas de Concreto Armado

### 2.2.30 Rigidez y forma

Un mismo elemento estructural se comporta de modo diferente según sea la dirección de las fuerzas que tratan de deformarlo. Cuando el elemento que se coloca con la dimensión mayor de la sección transversal en la dirección de las fuerzas aplicadas, su rigidez aumenta, pudiendo soportar más carga con menos deformación. (Delgado, 2011).



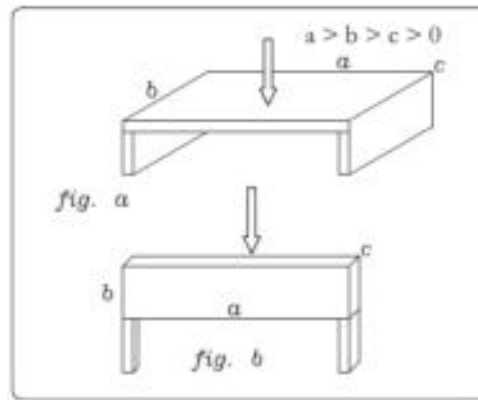


Figura 7. Rigidez y forma

Fuente: Delgado G. (2011). Rigidez y forma [Figura]. Recuperado de Diseño de Estructuras Aporticadas de Concreto Armado

Si la columna es de sección cuadrada, se deformará igual en las direcciones de las cuatro caras.

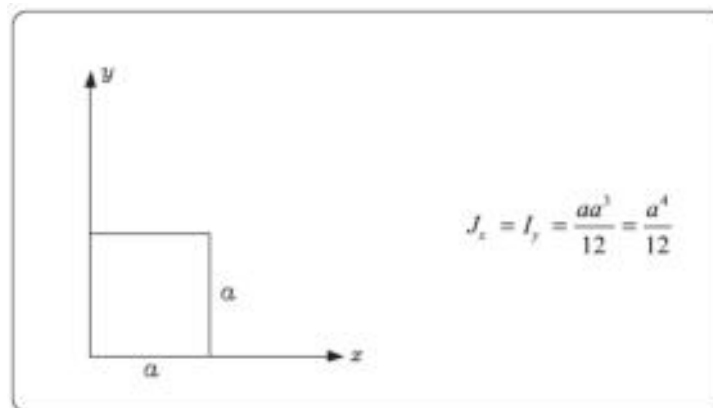


Figura 8. Inercia de una sección cuadrada

Fuente: Delgado G. (2011). Inercia de una sección cuadrada [Figura]. Recuperado de Diseño de Estructuras Aporticadas de Concreto Armado

Cuando una fuerza actúa en la dirección de la dimensión mayor de una columna rectangular, esta se deformará menos, es decir resistirá la acción de la fuerza de mayor magnitud. (Delgado, 2011).

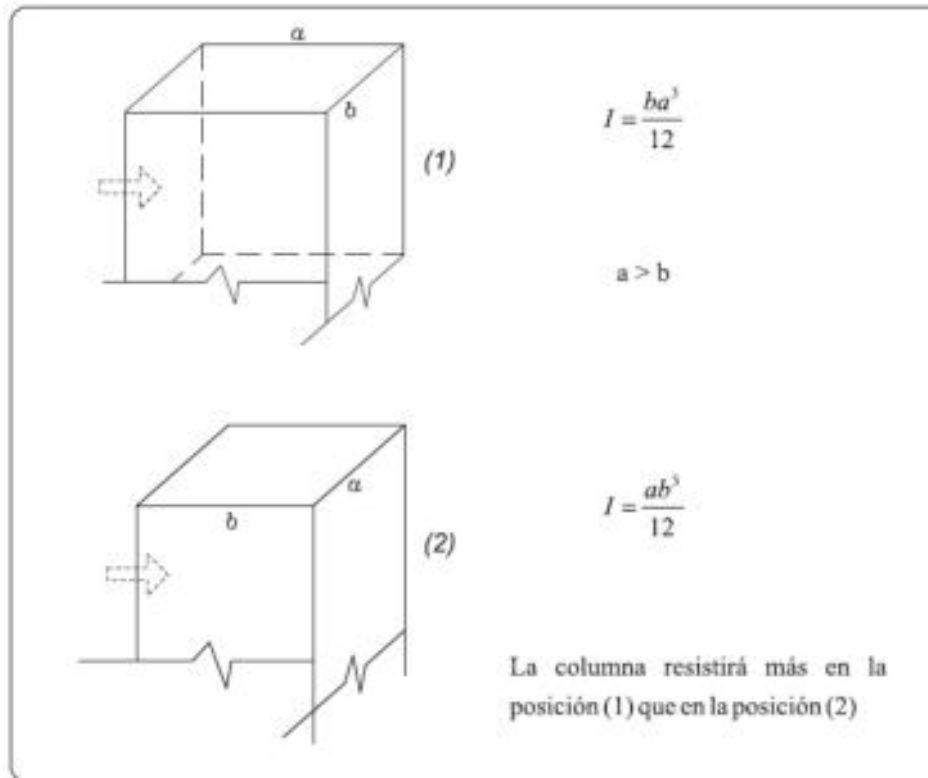


Figura 9. Inercia de una columna

Fuente: Delgado G. (2011). Inercia de una columna [Figura]. Recuperado de Diseño de Estructuras Aperticadas de Concreto Armado

### 2.2.31 Esfuerzo por torsión

Delgado (2011) afirma. “La torsión se produce cuando un elemento estructural es sometido a movimientos de giro, perpendiculares a su eje longitudinal \*dándose esfuerzos de corte”.

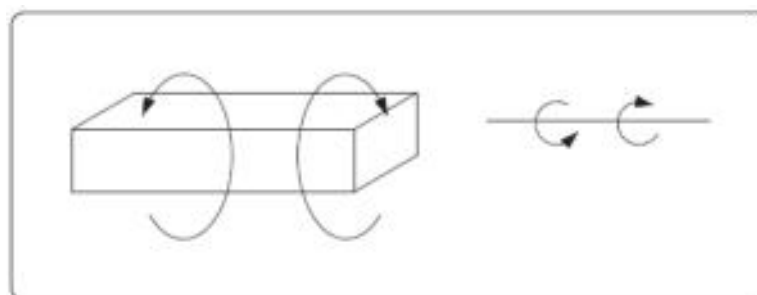


Figura 10. Esfuerzo por torsión

Fuente: Delgado G. (2011). Esfuerzo por torsión [Figura]. Recuperado de Diseño de Estructuras Aperticadas de Concreto Armado



### **2.2.32 Centro de masa**

Delgado (2011) afirma. “Punto en el que se concentra el peso de un cuerpo, de forma que, si el cuerpo se apoyara en ese punto, permaneciera en equilibrio también llamado centro de gravedad”.

### **2.2.33 Centro de rigidez.**

Delgado (2011) afirma. “Punto central de los elementos verticales de un sistema que resiste a las fuerzas laterales. También llamado centro de resistencia”.

### **2.2.34 Columnas**

Para definir las columnas de la estructura, es necesario verificar que estas sean continuas en todas las plantas de arquitectura, desde los niveles superiores hasta la cimentación. Estos elementos se encargarán de transmitir todas las cargas del edificio hacia el suelo. (Delgado, 2011).

### **2.2.35 Vigas**

Las vigas nos ayudan a conectar los elementos verticales y generar pórticos, su función es transferir las cargas en las losas hacia los elementos verticales y aumentar la rigidez del edificio, en el caso de las vigas peraltadas. Para colocar las vigas peraltadas, es necesario observar las plantas de arquitectura y ver qué zonas son las adecuadas. En casos donde se requiera conectar elementos verticales pero la arquitectura lo impide, se colocan vigas chatas. Estas vigas se usaron también para casos en donde existe tabiquería en la dirección de las viguetas y en el borde de los ductos en las losas. (Delgado, 2011).

### **2.2.36 Losas**

Delgado (2011) afirma. “Los techos están conformados por losas aligeradas para lograr formar el diafragma rígido. Se puede asumir la hipótesis de diafragma rígido, pues no existe discontinuidad en la planta.

### **2.2.37 Predimensionamiento de los elementos estructurales**

El predimensionamiento de los elementos estructurales nos ayuda a tener una primera referencia sobre las dimensiones de las losas, vigas, columnas y otros elementos.

A continuación, se mostrarán algunas recomendaciones, en base a experiencias de ingenieros, que servirán de guía para el predimensionamiento. Estas recomendaciones son brindadas para edificios usuales, en donde no existe un exceso de carga viva, y para zonas sísmicas como es el



caso de nuestro país. Estas dimensiones deberán ser ajustadas en el diseño final de cada elemento de acuerdo a las solicitaciones existentes.

### **2.2.38 Predimensionamiento de losas aligeradas**

La mayoría de los techos del edificio son conformados por losas aligeradas. La geometría de una losa aligerada típica en nuestro medio son viguetas convencionales de 10 centímetros de espesor con un espaciamiento libre de 30 centímetros, una losa superior de 5 centímetros y bloques ladrillo, cuyo tamaño dependerá del espesor del aligerado. Se debe tener en cuenta que se deberá considerar 5 centímetros adicionales en caso se requiera piso terminado en la arquitectura, con lo que aumentaría el nivel de piso a piso.

Según el Reglamento Peruano de Concreto Armado respecto a peraltes mínimos para no verificar deflexiones dice: “en losas aligeradas continuas conformadas por viguetas de 10 cm de ancho, bloques de ladrillo de 30 cm de ancho y losa superior de 5 cm, con sobrecargas menores a 300 kg/cm<sup>2</sup> y luces menores a 7.5 m” se cumple que:

$$h \geq \frac{l}{25} \dots (\text{Ec. 3})$$

### **2.2.39 Predimensionamiento de vigas peraltadas**

Para predimensionar la altura de la viga tendremos en cuenta la sobrecarga y nos basamos en: para uso de departamentos y oficinas con sobrecargas máximo de 250 kg/cm<sup>2</sup> la altura de la viga será  $h=l/11$  (Ec. 4) donde “l” es la luz libre.

Otra recomendación es que las vigas principales deben tener un ancho mínimo de 25 centímetros o variar entre 30% y 50% de la altura de la viga, también se puede tener en cuenta el ancho tributario que soporta la viga con la formula  $b=At/20$  (Ec. 5).

### **2.2.40 Predimensionamiento de placas y columnas**

Se debe considerar los efectos de la carga axial y del momento flector al momento de dimensionar una columna. En algunos casos en donde hay gran número de pisos, la carga axial es mucho más importante que los momentos, es ahí donde se puede dimensionar una columna con un esfuerzo debido a la compresión del orden de  $0.45f'c$ .

Este dimensionamiento se puede complicar si aumentamos los esfuerzos debido a los momentos. Sin embargo, la mayoría de las edificaciones en la actualidad son diseñados con el sistema mixto de pórticos y muros de corte, por lo que los momentos en las columnas se puede reducir considerablemente. Entonces según las recomendaciones del ingeniero (Antonio Blanco ,1994) se puede dimensionar una columna mediante:



$$\text{Area de columna} = \frac{P_{\text{servicio}}}{0.45f'_c} \dots\dots (\text{Ec. 6})$$

### 2.2.41 Metrado de cargas

El diseño de los elementos estructurales se basa en los esfuerzos a los cuales está sometido este debido a diferentes sollicitaciones. Estos esfuerzos son ocasionados por cargas de gravedad, que deberá soportar a lo largo de su vida útil, y por las sollicitaciones sísmicas. Para realizar un análisis por carga de gravedad y obtener los esfuerzos en cada elemento, es necesario realizar un metrado de cargas y obtener las fuerzas que actúan sobre el elemento.

### 2.2.42 Generalidades

Todo elemento estructural deberá ser capaz de soportar y transferir adecuadamente las cargas a las cuales está sometida. El edificio deberá estar en la capacidad de transferir sus cargas desde las losas a las vigas, de las vigas a las columnas o placas, de columnas o placas a la cimentación y de la cimentación hacia el suelo. La Norma E.020 nos proporciona valores aproximados para estimar estas cargas.

Las cargas se dividen en dos tipos: carga muerta (CM) y carga viva (CV). Por un lado, la carga muerta se define como el peso permanente de la edificación, el peso de los elementos estructurales y no estructurales, equipos y otros elementos estarán permanentemente. Por otro lado, la carga viva se define como el peso no constante en la edificación, el peso de las personas, materiales, equipos y otros objetos que no están permanentemente.

Se tomarán los siguientes pesos unitarios o cargas repartidas de diferentes tipos de materiales:

### 2.2.43 Carga muerta: Pesos unitarios o carga repartida

Tabla 1. Pesos unitarios o carga repartida

Material	Peso unitario o carga repartida
Concreto Armado	2400 kg/m <sup>3</sup>
Piso terminado 5cm	2300 kg/m <sup>3</sup>
Baldosas cerámicas	2400 kg/m <sup>3</sup>

Para el caso de la carga viva, la norma E.020 nos brinda valores mínimos de carga repartida, dependiendo del uso o la ocupación de la edificación.



#### 2.2.44 Carga viva: carga repartida

Tabla 2. Carga repartida según ocupación o uso

Ocupación o uso	Carga repartida
Viviendas	200 kg/m <sup>2</sup>
Azotea	100 kg/m <sup>2</sup>

#### 2.2.45 Metrado de losas aligeradas

Las losas aligeradas trabajarán en una sola dirección, por lo que se modelará como un elemento unidimensional, con cargas que serán distribuidas por metro lineal en un ancho tributario. Las losas aligeradas convencionales tienen viguetas cada 40 cm, entonces el ancho tributario de cada vigueta será del mismo ancho.

Las cargas por gravedad actuantes en una losa aligerada típico en este edificio es el peso propio del aligerado, el piso terminado, muros de tabiquería, en el caso hubiera, y sobrecarga.

#### 2.2.46 Metrado de vigas peraltadas

Las vigas peraltadas reciben cargas considerables de gravedad y de sismo, pues debido a su peralte tienen la resistencia necesaria para soportar grandes esfuerzos.

Como se menciona en capítulos anteriores, si el edificio es aporticado, los momentos de sismo en las vigas son grandes.

#### 2.2.47 Metrado de columnas

Como se mencionó anteriormente, las columnas son el soporte de cargas de losas y vigas. Estas deben transferir adecuadamente las cargas de cada piso hacia la cimentación. El metrado de columnas tienen el mismo procedimiento, se halla un área tributaria del elemento vertical y se calculan las cargas de cada piso.

## 2.2.48 Reglamento nacional de edificaciones, diseño sismorresistente E.030

### 2.2.48.1 Peligro sísmico

#### 2.2.48.1.1 Zonificación

El territorio nacional está dividido en 4 zonas, basada en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de estos con la distancia epicentral.



Figura 11. Zonificación del territorio nacional

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones (2018). Zonas Sísmicas [Figura].  
Recuperado de Norma técnica E.030 Diseño Sismorresistente.



## 2.2.48.2 Condiciones geotécnicas

### 2.2.48.2.1 Perfiles de suelo

Para los efectos de esta Norma, los perfiles de suelo se clasifican tomando en cuenta la velocidad promedio de propagación de las ondas de corte ( $V_s$ ), o alternativamente, para suelos granulares, el promedio ponderado de los ( $N_{60}$ ) obtenidos mediante un ensayo de penetración estándar (SPT), o el promedio ponderado de la resistencia al corte en condición no drenada ( $S_u$ ) para suelos cohesivos. Estas propiedades deben determinarse para los 30 m superiores del perfil de suelo medidos desde el nivel del fondo de cimentación.

Para los suelos predominantemente granulares, se calcula ( $N_{60}$ ) considerando solamente los espesores de cada uno de los estratos granulares. Para los suelos predominantemente cohesivos, la resistencia al corte en condición no drenada ( $S_u$ ) se calcula como el promedio ponderado de los valores correspondientes a cada estrato cohesivo.

Este método también es aplicable si se encuentran suelos heterogéneos (cohesivos y granulares). En tal caso, si a partir de ( $N_{60}$ ) para los estratos con suelos granulares y de ( $S_u$ ) para los estratos con suelos cohesivos se obtienen clasificaciones de sitio distintas, se toma la que corresponde al tipo de perfil más flexible. Los tipos de perfiles de suelos son cinco:

#### a. Perfil Tipo S0: Roca Dura

A este tipo corresponden las rocas sanas con velocidad de propagación de ondas de corte ( $V_s$ ) mayor que 1500 m/s. Las mediciones deberán corresponder al sitio del proyecto o a perfiles de la misma roca en la misma formación con igual o mayor intemperismo o fracturas. Cuando se conoce que la roca dura es continua hasta una profundidad de 30m, las mediciones de la velocidad de las ondas de corte superficiales pueden ser usadas para estimar el valor de ( $V_s$ ).

#### 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 ( $V_s$ ), entre 500 m/s y 1500 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- Roca fracturada, con una resistencia a la compresión no confinada  $q_u$  mayor o igual que 500 kPa (5 kg/cm<sup>2</sup>).
- Arena muy densa o grava arenosa densa, con  $N_{60}$  mayor que 50. Arcilla muy compacta (de espesor menor que 20 m), con una resistencia al corte en condición no drenada ( $S_u$ ) mayor que 100 kPa (1 kg/cm<sup>2</sup>) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.





### **c. Perfil Tipo S2: Suelos Intermedios**

A este tipo corresponden los suelos medianamente rígidos, con velocidades de propagación de onda de corte ( $V_s$ ), entre 180 m/s y 500 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- Arena densa, gruesa a media, o grava arenosa

medianamente densa, con valores del SPT ( $N_{60}$ ), entre 15 y 50.

- Suelo cohesivo compacto, con una resistencia al corte en condiciones no drenada ( $S_u$ ), entre 50 kPa (0,5 kg/cm<sup>2</sup>) y 100 kPa (1 kg/cm<sup>2</sup>) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.

### **d. Perfil Tipo S3: Suelos Blandos**

Corresponden a este tipo los suelos flexibles con velocidades de propagación de onda de corte, menor o igual a 180 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- Arena media a fina, o grava arenosa, con valores del SPT ( $N_{60}$ ) menor que 15.

- Suelo cohesivo blando, con una resistencia al corte en condición no drenada ( $S_u$ ), entre 25 kPa (0,25 kg/cm<sup>2</sup>) y 50 kPa (0,5 kg/cm<sup>2</sup>) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.

- Cualquier perfil que no correspondan al tipo S4 y que tenga más de 3 m de suelo con las siguientes características: índice de plasticidad PI mayor que 20, contenido de humedad  $\omega$  mayor que 40%, resistencia al corte en condición no drenada ( $S_u$ ) menor que 25 kPa.

### **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. Sólo será necesario considerar un perfil tipo S4 cuando el Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) así lo determine.

#### **2.2.48.3 Definición de los perfiles de suelo**

Las expresiones de este numeral se aplicarán a los 30 m superiores del perfil de suelo, medidos desde el nivel del fondo de cimentación. El subíndice  $i$  se refiere a uno cualquiera de los  $n$  estratos con distintas características,  $m$  se refiere al número de estratos con suelos granulares y  $k$  al número de estratos con suelos cohesivos.



### 2.2.48.3.1 Parámetros de sitio (S, Tp y Tl)

Deberá considerarse el tipo de perfil que mejor describa las condiciones locales, utilizándose los correspondientes valores del factor de amplificación del suelo S y de los períodos TP y TL dados en las siguientes tablas:

Tabla 3. Factor del suelo de acuerdo a la zonificación

Factor de suelo S				
Zona/SUELO	So	S1	S2	S3
Z4	0.80	1	1.05	1.10
Z3	0.80	1	1.15	1.20
Z2	0.80	1	1.20	1.40
Z1	0.80	1	1.60	2.00

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones (2018). Factor de suelo [Tabla].  
Recuperado de Norma técnica E.030 Diseño Sismorresistente.

Tabla 4. Periodos de acuerdo al factor de amplificación sísmica

Periodos Tp y TL				
	Perfil del suelo			
	So	S1	S2	S3
<b>Tp (S)</b>	0.3	0.4	0.6	1.0
<b>TL (S)</b>	3.0	2.5	2.0	1.6

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones (2018). Perfil del Suelo [Tabla].  
Recuperado de Norma técnica E.030 Diseño Sismorresistente.

### 2.2.48.4 Factor de amplificación sísmica (C)

Se define el factor de amplificación sísmica con las siguientes expresiones:

- Si  $T < T_p$ , entonces  $C = 2.5$
- Si  $T_p < T < T_L$ , entonces  $C = 2.5 * (T_p / T) \dots\dots$ (Ec. 7)
- Si  $T > T_L$ , entonces  $C = 2.5 * (T_p * T_L / T^2) \dots\dots$ (Ec. 8)

### 2.2.48.5 Categoría, sistema estructural y regularidad de las edificaciones

#### 2.2.48.5.1 Categoría de las edificaciones y factor de uso (U)

Siendo T el periodo y el coeficiente C se interpreta como el factor de amplificación estructural respecto a la aceleración en el suelo. Cada estructura debe ser clasificada de acuerdo con las categorías indicadas en la Tabla N° 5. El factor de uso o importancia (U), definido en la Tabla N° 5 se usará según la clasificación que se haga. Para edificios con aislamiento sísmico en la base se podrá considerar  $U = 1$ .



Tabla 5. Categoría de las edificaciones en el Perú

<b>Categoría de las Edificaciones y Factor "U"</b>		
<b>Categoría</b>	<b>Descripción</b>	<b>Factor U</b>
<b>A</b> <b>Edificaciones</b> <b>esenciales</b>	A1: Establecimientos de salud del Sector Salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.	Ver nota 1
<b>A</b> <b>Edificaciones</b> <b>esenciales</b>	A2: Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo severo tales como: - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. - Puertos, aeropuertos, 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. Todas aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre, tales como instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. Se incluyen 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>B</b> <b>Edificaciones</b> <b>importantes</b>	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas. También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	1.3
<b>C</b> <b>Edificaciones</b> <b>comunes</b>	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
<b>D</b> <b>Edificaciones</b> <b>temporales</b>	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones (2018). Categoría de las edificaciones y factor U [Tabla]. Recuperado de Norma técnica E.030 Diseño Sismorresistente.

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

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



## 2.2.48.6 Sistemas estructurales

### 2.2.48.6.1 Estructuras de concreto armado

Todos los elementos de concreto armado que conforman el sistema estructural sismorresistente deberán cumplir con lo previsto en el Capítulo 21 “Disposiciones especiales para el diseño sísmico” de la Norma Técnica E.060 Concreto Armado del RNE.

**Pórticos.** Por lo menos el 80 % de la fuerza cortante en la base actúa sobre las columnas de los pórticos. En caso se tengan muros estructurales, éstos deberán diseñarse para resistir una fracción de la acción sísmica total de acuerdo con su rigidez.

### 2.2.48.7 Categoría y sistemas estructurales

De acuerdo a la categoría de una edificación y la zona donde se ubique, ésta deberá proyectarse empleando el sistema estructural que se indica en la Tabla y respetando las restricciones a la irregularidad.

Tabla 6. Categoría y sistema estructural de las edificaciones

Categoría y sistema estructural de las edificaciones (*)		
Categoría	Zona	Sistema estructural
A1	4 Y 3	Aislamiento sísmico con cualquier sistema estructural.
	2 y 1	Estructuras de acero tipo SCBF y EBF. Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada
A2(**)	4, 3 Y 2	Estructuras de acero tipo SCBF y EBF. Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada.
	1	Cualquier sistema
B	4, 3 Y 2	Estructuras de acero tipo SMF, IMF, SCBF, OCBF y EBF. Estructuras de concreto: Pórticos, Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada. Estructuras de madera
	1	Cualquier estructura
C	4, 3, 2 Y 1	Cualquier estructura

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones (2018). Categoría y sistema estructural [Tabla]. Recuperado de Norma técnica E.030 Diseño Sismorresistente.

(\*) Para edificaciones con cobertura liviana se podrá usar cualquier sistema estructural.



(\*\*) Para pequeñas construcciones rurales, como escuelas y postas médicas, se podrá usar materiales tradicionales siguiendo las recomendaciones de las normas correspondientes a dichos materiales.

### 2.2.48.8 Sistemas estructurales y coeficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas

**(Ro)**

Los sistemas estructurales se clasificarán según los materiales usados y el sistema de estructuración sismorresistente en cada dirección de análisis, tal como se indica en la Cuando en la dirección de análisis, la edificación presente más de un sistema estructural, se tomará el menor coeficiente  $R_o$  que corresponda.

Tabla 7. Sistemas estructurales

Sistemas estructurales	
Sistema estructural	Coficiente básico de reducción $R_o$ (*)
ACERO:	
Pórticos especiales resistentes a momentos SMF	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	5
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	4
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	7
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	4
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
Concreto Armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada.	3
Madera (Por esfuerzos admisibles)	7

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones (2018). Sistemas estructurales [Tabla]. Recuperado de Norma técnica E.030 Diseño Sismorresistente.

(\*) Estos coeficientes se aplicarán únicamente a estructuras en las que los elementos verticales y horizontales permitan la disipación de la energía manteniendo la estabilidad de la estructura. No se aplican a estructuras tipo péndulo invertido.

### 2.2.48.9 Regularidad estructural

Las estructuras deben ser clasificadas como regulares o irregulares para los fines siguientes:

- Cumplir las restricciones de irregularidad.



- Establecer los procedimientos de análisis.
- Determinar el coeficiente R de reducción de fuerzas sísmicas.

### Estructuras Regulares

Son las que, en su configuración resistente a cargas laterales, no presentan las irregularidades

En estos casos, el factor  $I_a$  o  $I_p$  será igual a 1,0.

### Estructuras Irregulares

Son aquellas que presentan una o más de las irregularidades

#### 2.2.48.10 Factores de irregularidad ( $I_a, I_p$ )

El factor  $I_a$  se determinará como el menor de los valores correspondiente a las irregularidades estructurales existentes en altura en las dos direcciones de análisis. El factor  $I_p$  se determinará como el menor de los valores correspondiente a las irregularidades estructurales existentes en planta en las dos direcciones de análisis. Se obtuvieran valores distintos de los factores  $I_a$  o  $I_p$  para las dos direcciones de análisis, se deberá tomar para cada factor el menor valor entre los obtenidos para las dos direcciones.

Tabla 8. Irregulares estructurales en altura

Irregularidades estructurales en altura	factor de irregularidad $I_a$
<p><b>Irregularidad de Rigidez – Piso Blando</b> Existe irregularidad de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, en un entrepiso la rigidez lateral es menor que el 70% de la rigidez lateral del entrepiso inmediato superior o es menor que el 80% de la rigidez lateral promedio de los 3 niveles superiores adyacentes. Las rigideces laterales pueden calcularse como la razón entre la fuerza cortante del entrepiso y el correspondiente desplazamiento relativo en el centro de masas, ambos evaluados para la misma condición de carga.</p> <p><b>Irregularidades de Resistencia – Piso Débil</b> Existe irregularidad de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 80 % de la resistencia del entrepiso inmediato superior.</p>	0.75
<p><b>Irregularidad Extrema de Rigidez</b> Existe irregularidad de extrema rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, en un entrepiso la rigidez lateral es menor que el 60% de la rigidez lateral del entrepiso inmediato superior o es menor que el 70% de la rigidez lateral promedio de los 3 niveles superiores adyacentes.</p>	0.50



<p>Las rigideces laterales pueden calcularse como la razón entre la fuerza cortante del entrepiso y el correspondiente desplazamiento relativo en el centro de masas, ambos evaluados para la misma condición de carga.</p> <p><b>Irregularidad Extrema de Resistencia</b></p> <p>Existe irregularidad extrema de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 65 % de la resistencia del entrepiso inmediato superior.</p>	
<p><b>Irregularidad de Masa o Peso</b></p> <p>Se tiene irregularidad de masa (o peso) cuando el peso de un piso, determinado según el artículo 26, es mayor que 1,5 veces el peso de un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.</p>	0.90

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones (2018). Irregularidad en altura [Tabla]. Recuperado de Norma técnica E.030 Diseño Sismorresistente

Tabla 9. Irregularidades estructurales en planta

Irregularidades estructurales en planta	factor de irregularidad $I_p$
<p><b>Irregularidad Torsional</b></p> <p>Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio (<math>\Delta_{max}</math>) en esa dirección, calculando incluyendo excentricidad accidental, es mayor que 1.3 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso para la misma condición de carga (<math>\Delta_{prom}</math>).</p> <p>Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50 % del desplazamiento permisible indicado en la Tabla de límites para la distorsión de entrepiso.</p>	0.75
<p><b>Irregularidad Torsional Extrema</b></p> <p>Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio (<math>\Delta_{max}</math>) en esa dirección, calculando incluyendo excentricidad accidental, es mayor que 1.5 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso para la misma condición de carga (<math>\Delta_{prom}</math>).</p> <p>Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50 % del desplazamiento permisible indicado en la Tabla de límites para la distorsión de entrepiso.</p>	0.60
<p><b>Esquinas Entrantes</b></p>	



La estructura se califica como irregular cuando tiene esquinas entrantes cuyas dimensiones en ambas direcciones son mayores que 20 % de la correspondiente dimensión total en planta.	0.90
<p><b>Discontinuidad del Diafragma</b></p> <p>La estructura se califica como irregular cuando los diafragmas tienen discontinuidades abruptas o variaciones importantes en rigidez, incluyendo aberturas mayores que 50 % del área bruta del diafragma. También existe irregularidad cuando, en cualquiera de los pisos y para cualquiera de las direcciones de análisis, se tiene alguna sección transversal del diafragma con un área neta resistente menor que 25 % del área de la sección transversal total de la misma dirección calculada con las dimensiones totales de la planta.</p>	0.85

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones (2018). Irregularidad en planta [Tabla]. Recuperado de Norma técnica E.030 Diseño Sismorresistente

### 2.2.48.11 Restricciones a la irregularidad

Tabla 10. Categoría y regularidad de las edificaciones

Categoría y regularidad de las edificaciones		
Categoría de la edificación	Zona	Restricciones
A1 Y A2	4, 3 Y 2	No se permiten irregularidades
	1	No se permiten irregularidades extremas
B	4, 3 Y 2	No se permiten irregularidades extremas
	1	Sin restricciones
C	4 Y 3	No se permiten irregularidades extremas
	2	No se permiten irregularidades extremas excepto en edificios de hasta 2 pisos u 8m de altura total
	1	Sin restricciones

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones (2018). Categoría y regularidad de las edificaciones [Tabla]. Recuperado de Norma técnica E.030 Diseño Sismorresistente

### 2.2.48.12 Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas (R)

Dependerá de los factores  $I_a$ ,  $I_p$  obtenidos de las tablas de irregularidad y  $R_o$  dependerá del sistema estructural.

$$R=R_o \cdot I_a \cdot I_p \dots (\text{Ec. 9})$$





### **2.2.48.13 Análisis estructural**

#### **2.2.48.13.1 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. Para estructuras irregulares se supone que la acción sísmica ocurre en la dirección que resulte más desfavorable para el diseño.

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.

#### **2.2.48.14 Modelos para el análisis**

El modelo para el análisis considera una distribución espacial de masas y rigideces que sean adecuadas para representar los aspectos más significativos del comportamiento dinámico de la estructura.

Para propósito de esta Norma las estructuras de concreto armado y albañilería pueden ser analizadas considerando las inercias de las secciones brutas, ignorando la fisuración y el refuerzo.

Para edificios en los que se pueda razonablemente suponer que los sistemas de piso funcionan como diafragmas rígidos, se puede usar un modelo con masas concentradas y tres grados de libertad por diafragma, asociados a dos componentes ortogonales de traslación horizontal y una rotación. En tal caso, las deformaciones de los elementos se compatibilizan mediante la condición de diafragma rígido y la distribución en planta de las fuerzas horizontales se hace en función en función a las rigideces de los elementos resistentes.

Se verifica que los diafragmas tengan la rigidez y resistencia, suficientes para asegurar la distribución antes mencionada, en caso contrario, se toma en cuenta su flexibilidad para la distribución de las fuerzas sísmicas.

El modelo estructural incluye la tabiquería que no esté debidamente aislada.

Para los pisos que no constituyan diafragmas rígidos, los elementos resistentes son diseñados para las fuerzas horizontales que directamente les corresponde.

En los edificios cuyos elementos estructurales predominantes sean muros, se considera un modelo que tome en cuenta la interacción entre muros en direcciones perpendiculares (muros en H, muros en T y muros en L).



### **2.2.48.15 Estimación del peso**

El peso (P), se calculará adicionando a la carga permanente y total de la edificación un porcentaje de la carga viva o sobrecarga que se determinará de la siguiente manera:

- a. En edificaciones de las categorías A y B, se tomará el 50 % de la carga viva.
- b. En edificaciones de la categoría C, se tomará el 25 % de la carga viva.
- c. En depósitos, el 80 % del peso total que es posible almacenar.
- d. En azoteas y techos en general se tomará el 25 % de la carga viva.
- e. En estructuras de tanques, silos y estructuras similares se considerará el 100% de la carga que puede contener.

### **2.2.48.16 Procedimientos de análisis sísmico**

Deberá utilizarse uno de los procedimientos siguientes:

- Análisis estático o de fuerzas estáticas equivalentes.
- Análisis dinámico modal espectral, el análisis se hará considerando un modelo de comportamiento lineal y elástico con las solicitaciones sísmicas reducidas.

### **2.2.48.17 Análisis estático o de fuerzas estáticas equivalentes**

#### **2.2.48.17.1 Generalidades**

Este método representa las solicitaciones sísmicas mediante un conjunto de fuerzas actuando en el centro de masas de cada nivel de la edificación.

Pueden analizarse mediante este procedimiento todas las estructuras regulares o irregulares ubicadas en la zona sísmica 1, en las otras zonas sísmicas puede emplearse este procedimiento para las estructuras clasificadas como regulares, según el artículo 19, de no más de 30m de altura, y para estructuras de muros portantes de concreto armado y albañilería armada o confinada de no más de 15 m de altura, aun cuando sean irregulares.

#### **2.2.48.17.2 Fuerza cortante en la base**

La fuerza cortante total en la base de la estructura, correspondiente a la dirección considerada, se determinará por la siguiente expresión:

$$V = \frac{Z * U * C * S * P}{R} \dots (Ec. 9)$$

El valor de C/R no deberá considerarse menor que 0.11

#### **2.2.48.17.3 Distribución de la fuerza sísmica en altura**

Las fuerzas sísmicas horizontales en cualquier nivel i, correspondientes a la dirección considerada, se calcularán mediante:



$$F_i = \alpha_i * V \dots (Ec. 10)$$

$$\alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j(n_j)^j} \dots (Ec. 11)$$

Donde n es el número de pisos del edificio, k es un exponente relacionado con el período fundamental de vibración de la estructura (T), en la dirección considerada, que se calcula de acuerdo a:

a) Para T menor o igual a 0,5 segundos:  $k = 1,0$ .

b) Para T mayor que 0,5 segundos:  $k = (0,75 + 0,5 T) \leq 2,0 \dots (Ec. 12)$

#### 2.2.48.17.4 Período fundamental de vibración

El período fundamental de vibración para cada dirección se estimará con la siguiente expresión:

$$T = \frac{h_n}{C_T} \dots (Ec. 13)$$

Donde:  $C_T$

$C_T = 35$  Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente:

a) Pórticos de concreto armado sin muros de corte.

b) Pórticos dúctiles de acero con uniones resistentes a momentos, sin arriostramiento.

$C_T = 45$  Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean:

a) Pórticos de concreto armado con muros en las cajas de ascensores y escaleras.

b) Pórticos de acero arriostrados.

$C_T = 60$  Para edificios de albañilería y para todos los edificios de concreto armado duales, de muros estructurales, y muros de ductilidad limitada.

Alternativamente podrá usarse la siguiente expresión:

$$T = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{(\sum_{i=1}^n P_i * d_i^2)}{(g \sum_{i=1}^n f_i * d_i)}}} \dots (Ec. 14)$$

Donde:

-  $f_i$  es la fuerza lateral en el nivel i correspondiente a una distribución en altura semejante a la del primer modo en la dirección de análisis.

-  $d_i$  es el desplazamiento lateral del centro de masa del nivel i en traslación pura (restringiendo los giros en planta) debido a las fuerzas  $f_i$ . Los desplazamientos se calcularán suponiendo



comportamiento lineal elástico de la estructura y, para el caso de estructuras de concreto armado y de albañilería, considerando las secciones sin fisurar.

#### **2.2.48.17.5 Excentricidad accidental**

Para estructuras con diafragmas rígidos, se supone que la fuerza en cada nivel ( $F_i$ ) actúa en el centro de masas del nivel respectivo y debe considerarse además de la excentricidad propia de la estructura el efecto de excentricidades accidentales (en cada dirección de análisis) como se indica a continuación:

a) En el centro de masas de cada nivel, además de la fuerza lateral estática actuante, se aplicará un momento torsor accidental ( $M_{ti}$ ) que se calcula como:

$$M_{ti} = \pm F_i \cdot e_i \dots \dots (Ec. 15)$$

Para cada dirección de análisis, la excentricidad accidental en cada nivel ( $e_i$ ), se considerará como 0,05 veces la dimensión del edificio en la dirección perpendicular a la dirección de análisis.

b) Se puede suponer que las condiciones más desfavorables se obtienen considerando las excentricidades accidentales con el mismo signo en todos los niveles. Se considerarán únicamente los incrementos de las fuerzas horizontales no así las disminuciones.

#### **2.2.48.18 Análisis dinámico modal espectral**

Cualquier estructura puede ser diseñada usando los resultados de los análisis dinámicos por combinación modal espectral según lo especificado.

#### **2.2.48.19 Modos de vibración**

Los modos de vibración pueden determinarse por un procedimiento de análisis que considere apropiadamente las características de rigidez y la distribución de las masas.

En cada dirección se considerarán aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90 % de la masa total, pero deberá tomarse en cuenta por lo menos los tres primeros modos predominantes en la dirección de análisis.

#### **2.2.48.20 Aceleración espectral**

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

$$S_a = \frac{Z * U * C * S * g}{R} \dots \dots (Ec. 16)$$

Para el análisis en la dirección vertical podrá usarse un espectro con valores iguales a los 2/3 del espectro empleado para las direcciones horizontales.



### 2.2.48.21 Criterios de combinación

Mediante los criterios de combinación que se indican, se podrá obtener la respuesta máxima elástica esperada ( $r$ ) tanto para las fuerzas internas en los elementos componentes de la estructura, como para los parámetros globales del edificio como fuerza cortante en la base, cortantes de entrepiso, momentos de volteo, desplazamientos totales y relativos de entrepiso. La respuesta máxima elástica esperada ( $r$ ) correspondiente al efecto conjunto de los diferentes modos de vibración empleados ( $r_i$ ) podrá determinarse usando la combinación cuadrática completa de los valores calculados para cada modo.

$$r = \sqrt{\sum \sum r_i \rho_{ij} r_j} \dots (Ec. 17)$$

Donde  $r$  representa las respuestas modales, desplazamientos o fuerzas,  $\rho$  es el coeficiente de correlación de las respuestas modales. Los coeficientes de correlación están dados por:

$$\rho_{ij} = \frac{8\beta^2(1+\lambda)\lambda^{3/2}}{(1-\lambda)^2 + 4\beta^2\lambda(1+\lambda)^2} \dots (Ec. 18) \quad \lambda = \frac{\omega_j}{\omega_i} \dots (Ec. 19)$$

$\beta$ , fracción del amortiguamiento crítico, que se puede suponer constante para todos los modos igual a 0,05  $\omega_i$ ,  $\omega_j$  son las frecuencias angulares de los modos  $i$ ,  $j$ .

### 2.2.48.22 Fuerza cortante mínima

Para cada una de las direcciones consideradas en el análisis, la fuerza cortante en el primer entrepiso del edificio no puede ser menor que el 80 % del valor calculado según el Artículo 28.2. de la Norma Técnica E.030 para estructuras regulares, ni menor que el 90 % para estructuras irregulares.

Si fuera necesario incrementar el cortante para cumplir los mínimos señalados, se deberán escalar proporcionalmente todos los otros resultados obtenidos, excepto los desplazamientos.

### 2.2.48.23 Excentricidad accidental (efectos de torsión)

La incertidumbre en la localización de los centros de masa en cada nivel, se considerará mediante una excentricidad accidental perpendicular a la dirección del sismo igual a 0,05 veces la dimensión del edificio en la dirección perpendicular a la dirección de análisis. En cada caso deberá considerarse el signo más desfavorable.

### 2.2.48.24 Requisitos de la rigidez, resistencia y ductilidad

#### 2.2.48.24.1 Determinación de desplazamientos laterales

Para estructuras regulares, los desplazamientos laterales se calculan multiplicando por 0,75  $R$  los resultados obtenidos del análisis lineal y elástico con las solicitaciones sísmicas reducidas.



Para estructuras irregulares, los desplazamientos laterales se calcularán multiplicando por 0.85 R los resultados obtenidos del análisis lineal elástico.

Para el cálculo de los desplazamientos laterales no se considerarán los valores mínimos de C/R indicados, ni cortante mínimo en la base.

#### **2.2.48.24.2 Desplazamientos laterales relativos admisibles**

El máximo desplazamiento relativo de entrepiso no deberá exceder la fracción de altura de entrepiso (distorsión) que se indica ( $\Delta i / hei$ ).....(Ec. 20), para el concreto armado es de 0,007.

#### **2.2.48.25 Características relevantes del edificio para el comportamiento sísmico.**

##### **2.2.48.25.1 Forma del edificio en planta**

Algunos aspectos de la forma en planta del edificio propician una respuesta sísmica poco conveniente y deben evitarse. Entre estos aspectos lo principal es la simetría de la planta, la que tiende a provocar vibraciones torsionales del edificio; por ello deben evitarse formas indicadas como:



*Figura 12. Formas asimétricas en planta que son indeseables*

Fuente: Bazán E. Meli R. (1981). Formas asimétricas en planta que son indeseables. [Figura].

Recuperado de Diseño Sísmico de Edificios.

Aunque es factible eliminar o minimizar la vibración torsional mediante una distribución de elementos resistentes que haga coincidir el baricentro de masa con el centro de torsión con frecuencia esto implica concentraciones de fuerzas en ciertas zonas de la planta de vibraciones locales que son difíciles de cuantificar. Otro posible remedio para los problemas de las plantas asimétricas es la subdivisión del edificio en cuerpos independientes y regulares mediante juntas de construcción o juntas sísmicas. Sin embargo, cabe hacer notar que la separación que se tiene que guardar entre los cuerpos adyacentes es considerable y produce serias complicaciones en el diseño de los elementos de conexión que son necesarios para permitir el paso entre uno y otro cuerpo. Otra forma de remediar los problemas de la asimetría de la planta es mediante



elementos estructurales exteriores que ligen las distintas partes del edificio y que lo vuelvan más simétrico.

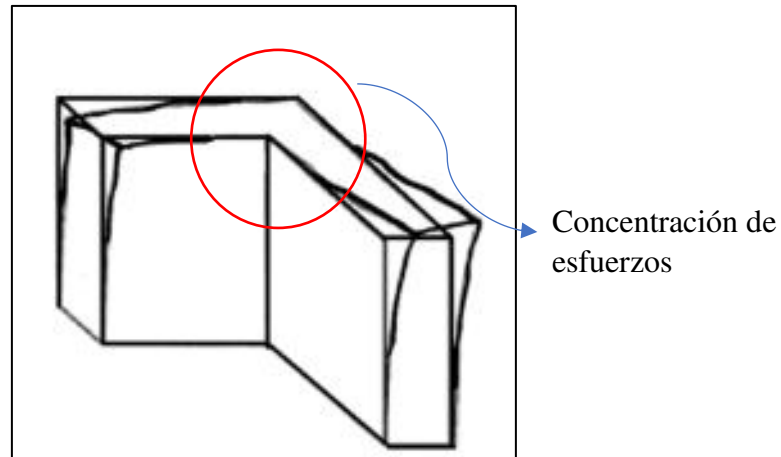


Figura 13. Vibración en direcciones diferentes de alas de edificios

Fuente: Bazán E. Meli R. (1981). Vibración en direcciones diferentes de alas de edificios.

[Figura]. Recuperado de Diseño Sísmico de Edificios.

Otro aspecto que hay que evitar en la planta del edificio es la presencia de alas muy alargadas como en los casos que se ilustran a continuación, Evitar  $A/a > 1.0$  .....(Ec. 21)

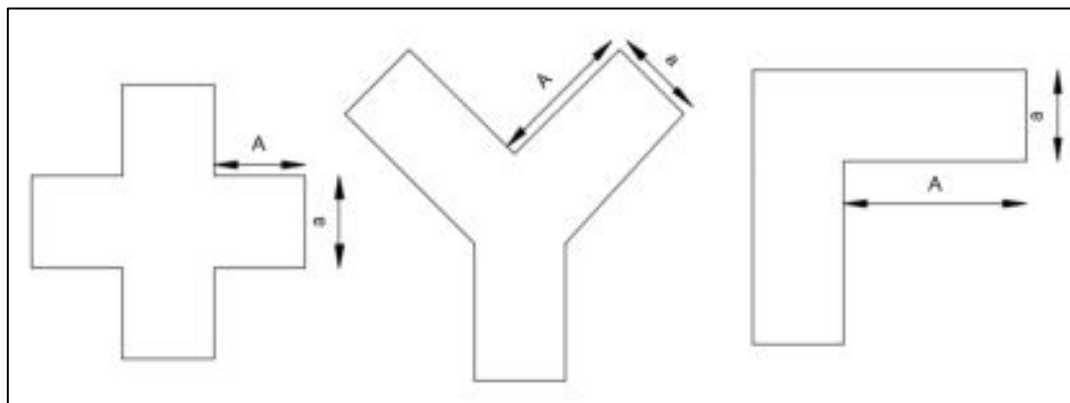


Figura 14. Plantas con alas muy largas

Fuente: Bazán E. Meli R. (1981). Plantas con alas muy alargadas. [Figura]. Recuperado de Diseño Sísmico de Edificios.

Esto tiende a producir que las alas vibren en direcciones de solicitaciones en las esquinas interiores de la planta y para remediar estos problemas puede recurrirse nuevamente a la subdivisión de la planta en cuerpos independientes y cortos o debe proporcionarse gran rigidez a los extremos de las alas y reforzar cuidadosamente las esquinas interiores.

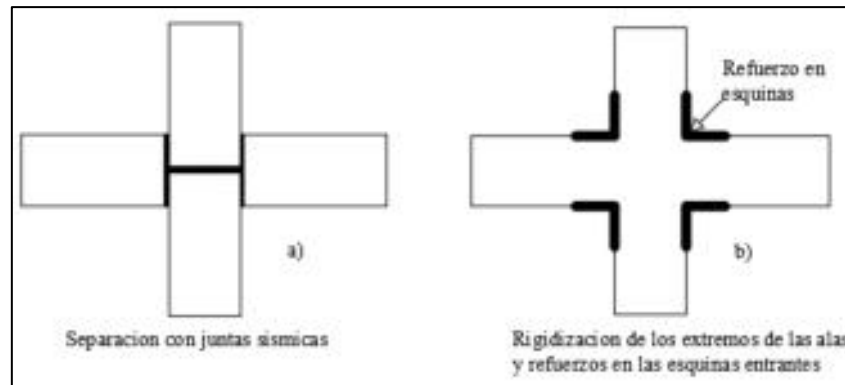
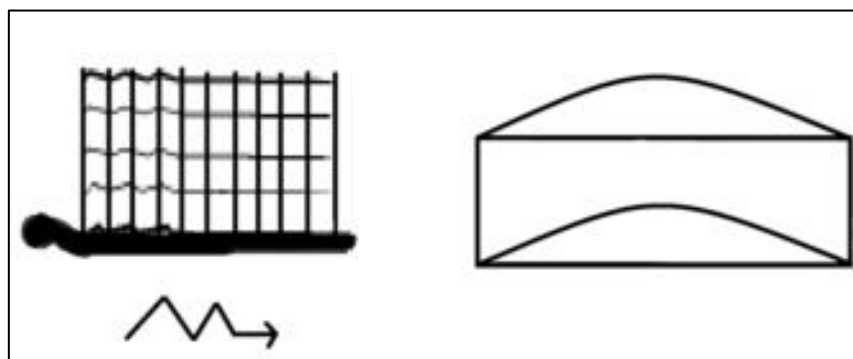


Figura 15. Remedios para edificios con alas muy largas

Fuente: Bazán E. Meli R. (1981). Remedios para edificios con alas más largas. [Figura].

Recuperado de Diseño Sísmico de Edificios.

También es recomendable procurar que las plantas no sean muy alargadas, mientras mayor es la longitud del edificio, mayor es la probabilidad de que actúen sobre su base de movimientos que difieran en un extremo del otro de la planta, pero el problema principal de las plantas muy alargadas es que la flexibilidad del sistema de piso puede provocar vibraciones importantes en la planta, las que implementan sustancialmente las sollicitaciones en la parte central del edificio. Deben evitarse, por tanto, situaciones como:



A) Movimiento diferente del suelo en distintos apoyos

B) Deformación de la planta del edificio

Figura 16. Problemas en edificios muy alargados en planta

Fuente: Bazán E. Meli R. (1981). Problemas en edificios muy alargados en planta. [Figura].

Recuperado de Diseño Sísmico de Edificios.



Por lo tanto, debe evitarse situaciones como:

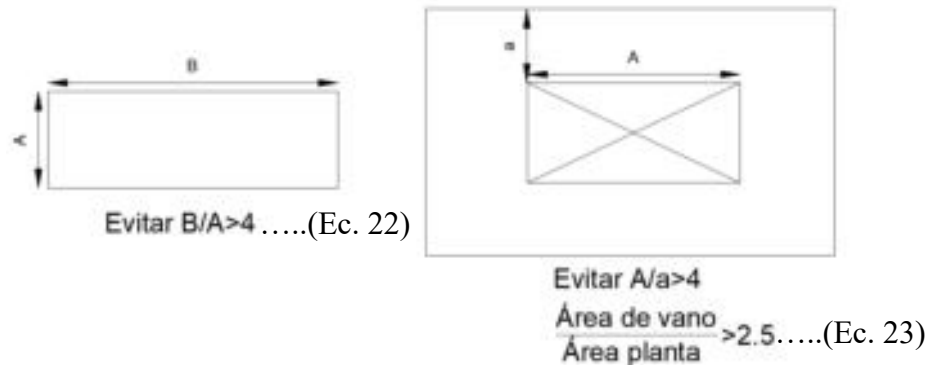


Figura 17. Límites recomendados para los lados de la planta

Fuente: Bazán E. Meli R. (1981). Límites recomendados para los lados de la planta. [Figura].

Recuperado de Diseño Sísmico de Edificios.

Y en caso no sea posible adoptar los remedios propuestos por:

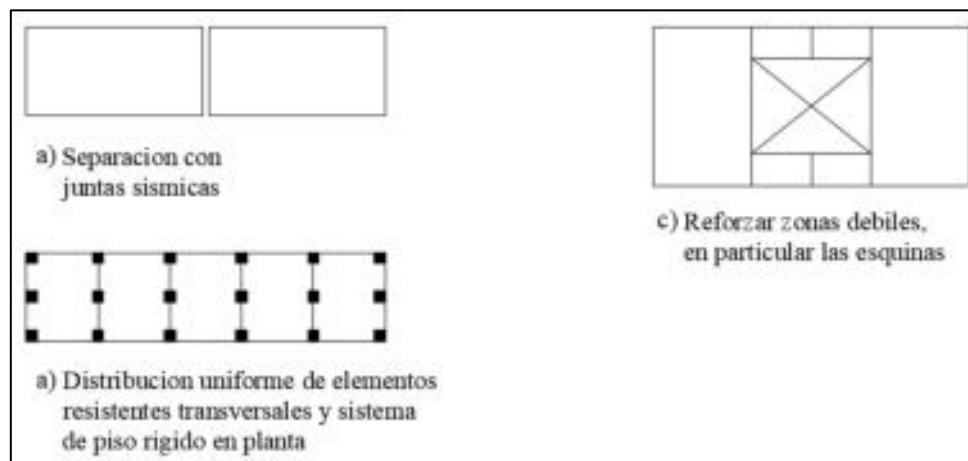


Figura 18. Posibles remedios para plantas muy alargadas

Fuente: Bazán E. Meli R. (1981). Posibles remedios para plantas muy alargadas. [Figura].

Recuperado de Diseño Sísmico de Edificios.

Generalmente las plantas con esquinas entrantes son indeseables, en particular cuidar la distribución uniforme de rigideces transversales y usar sistemas de piso muy rígidos en su plano.

En la mayoría de las recomendaciones sobre la correcta configuración de los edificios se desaconsejan las plantas con esquinas entrantes, como las que se ilustran, el problema no es muy grave a menos que las alas sean muy largas, pero, como principio debe buscarse siempre



que la planta sea lo más compacta posible, para evitar las concentraciones de esfuerzos en las esquinas entrantes.

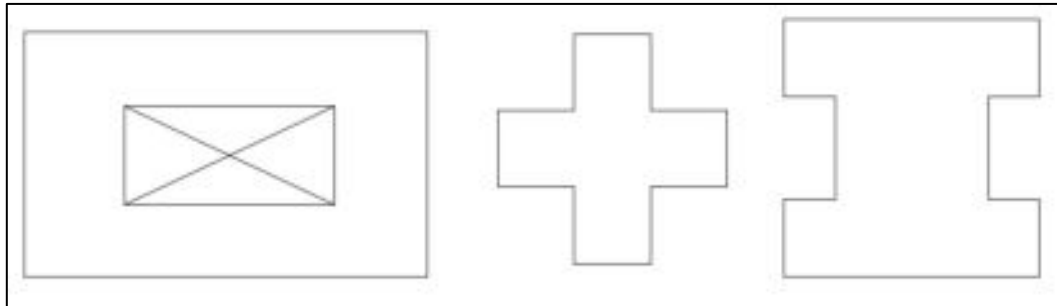


Figura 19. Plantas con esquinas entrantes

Fuente: Bazán E. Meli R. (1981). Plantas con esquinas entrantes. [Figura]. Recuperado de Diseño Sísmico de Edificios.

#### 2.2.48.26 Forma del edificio en elevación

La esbeltez excesiva de la construcción puede provocar problemas de volteo, inestabilidad y de transmisión de cargas elevadas a la cimentación y al subsuelo. Además, se vuelven importantes los aspectos de los modos superiores de vibración. Todos estos problemas se pueden manejar mediante análisis dinámicos refinados de la estructura y cuidando de proporcionar una elevada rigidez lateral en la dirección más esbelta del edificio y de recurrir a una cimentación rígida. Sin embargo, conviene mantener lo más compacta posible la forma del edificio en elevación. Las normas sísmicas de RCDF permiten considerar las estructuras como regular, solo si su relación de esbeltez no excede de 2.5, la mayoría de las recomendaciones de estructuración aconsejan que la relación de esbeltez no sea menor de 4.



Según las normas del D.F si  
(Ec. 24).....  $H/A > 2.5$  la estructura no se  
considera regular.

No conviene exceder  $H/A > 4$

Figura 20. Limitaciones a la esbeltez del edificio

Fuente: Bazán E. Meli R. (1981). Limitaciones a la esbeltez del edificio. [Figura].  
Recuperado de Diseño Sísmico de Edificios.



### 2.2.49 Tipo de onda sísmica utilizada en la evaluación con ETABS

ETABS es un software de análisis y diseño con un propósito especial, sofisticado y fácil de usar, desarrollado específicamente para sistemas de edificaciones.

Las ondas sísmicas son movimientos que se producen en la corteza terrestre, este movimiento es producto de la energía liberada a partir de un foco llamado hipocentro, las ondas sísmicas se divide en ondas internas y ondas superficiales, asimismo dentro de estos dos grupos existen cuatro tipos de ondas sísmicas.

#### Ondas P

Son ondas con una velocidad de 7 km/s, de tipo compresivo que atraviesan el planeta y en su propagación comprimen y dilatan periódicamente el material rocoso.

#### Ondas S

Son ondas con una velocidad de 4 a 6 km/s, se mueve de forma perpendicular a su movimiento, no logran atravesar el núcleo y la dirección de la vibración es perpendicular a la dirección de propagación.

#### Ondas L

Son ondas con una velocidad de 2 a 3 km/s, viajan sobre la tierra a partir de su epicentro y su movimiento es de lado a lado, son en realidad ondas de cizalla.

#### Ondas R

Son ondas con velocidad de 90% de las ondas S, produce un movimiento de partícula del suelo elíptico y retrogrado.

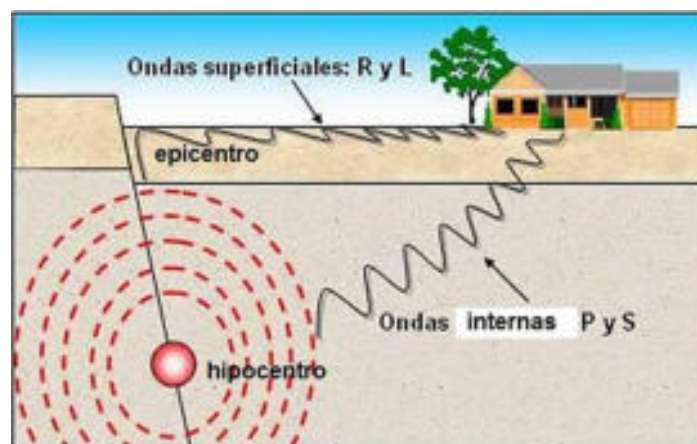


Figura 21. Tipos de onda sísmica

Fuente: Rojas A. (2020). Ondas sísmicas. [Figura]. Recuperado de Geología publicaciones.



### 2.2.50 Análisis por elementos finitos

La ingeniería estudia muchos fenómenos físicos que pueden ser modelados matemáticamente con relativa precisión mediante el uso de ecuaciones diferenciales. Éstas, por lo general, son de difícil solución analítica mediante los métodos clásicos. El MEF permite una evaluación aproximada de las ecuaciones diferenciales que modelan cualquier fenómeno físico (Ottosen, 1992).

Los fundamentos del MEF se dieron a conocer gracias a los avances en el campo de la aeronáutica hacia mediados de la década de 1940. Algunos científicos e ingenieros que investigaron y publicaron los primeros artículos relacionados al MEF, fueron: Argyris, Courant, Turner, Clough y Zienkiewicz, en distintas épocas. Por otro lado, algunos de los problemas que abarcan el método, están relacionados con el análisis de esfuerzos, flujos de materia, transferencia de calor y dinámica aplicada, entre otras áreas.

Método de los elementos finitos es un método matemático muy complejo, ya que uno de sus fundamentos está basado en la discretización de los cuerpos de estudio, y debido a la existencia de muchas divisiones se debe realizar una o más ecuaciones para representar el comportamiento de cada división del cuerpo.

Para poder emplear este método debemos hacer ciertas asunciones, tales como:

Una función continua bajo un dominio global, puede aproximarse por una serie de funciones operando bajo un número finito de pequeños subdominios, estas series de funciones son continuas y pueden aproximarse a la solución exacta, así como el número de subdominios se aproxima infinitamente a la pieza de estudio. El dominio global del cuerpo está dividido en subdominios llamados elementos.

Los puntos que definen las uniones y conexiones entre los elementos son llamados nodos o puntos nodales.

Los elementos son especificados como uniones en sus nodos comunes, y son asumidos de esta manera para ser agrupaciones continuas a lo largo de sus fronteras, y cualquier función que represente el comportamiento de este nodo, es asumida para ser igualmente continua en las fronteras.

La función que existe bajo el dominio, es resuelta explícitamente para los puntos nodales. Se asume que el valor de la función en cualquier punto interno puede ser definido en términos de variables nodales del elemento de estudio.



Las variables nodales se refieren a los grados de libertad y estos son: 3 de desplazamiento y 3 rotaciones para el sistema de coordenadas cartesianas y este término, es aplicado específicamente para el análisis de refuerzo, en el cual, las variables nodales son deflexiones sufridas por la estructura en los puntos nodales.

La colección completa de elementos representa una aproximación a los dominios de la geometría, y con ello tener una gran exactitud de la pieza de estudio.

Los puntos nodales se refieren a puntos para una evaluación de la función, y no representan físicamente puntos de conexión en el dominio.

### 2.2.51 Cómo trabaja el método de los elementos finitos

Para poder entender de forma clara como es el estudio del método de los elementos finitos, podemos representarlo por medio de un cuerpo que se analiza como un ensamble de bloques discretos o elementos. La aplicación de dicho método consiste principalmente en existenteizar las divisiones en un número y forma que permitan un análisis óptimo.

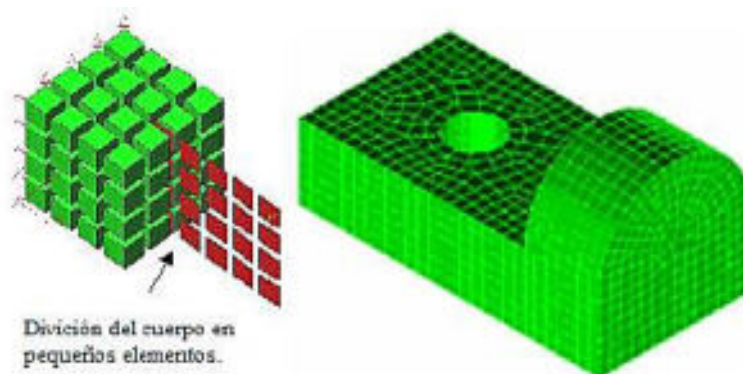


Figura 22. División del cuerpo en pequeños elementos.

Fuente: Herrera C. División del cuerpo en pequeños elementos. [Figura]. Recuperado de Diseño y Análisis por Medio de Elemento Finito.

Cada bloque es analizado independiente de los demás y se unen únicamente por medio de los nodos formando una malla como se muestra en la figura. El número de elementos que componen la malla está determinado principalmente por la capacidad de la computadora con el cual se esté realizando el análisis del problema y el grado de exactitud que se desee obtener.

Para poder dar una explicación en la solución de problemas de tipo estructural, podemos decir que este tipo de soluciones se basan en poder determinar los desplazamientos en cada nodo, al igual que los esfuerzos generados entre cada elemento para conformar toda la estructura sujeta a las diferentes fuerzas aplicadas, pero cabe mencionar que si los problemas



a analizar nos son de tipo estructural, las variables nodales pueden ser otras, tales como: la temperatura, presión u otras características de cada problema.

En la actualidad todo este tipo de problemas es realizando por diferentes programas de computadoras, por lo que ya no es una limitante no tener un amplio conocimiento en la solución de métodos numéricos, sin embargo, es conveniente tener la base de los conocimientos para poder tener una noción, de cómo se resuelven este tipo de problemas y sobre todo poder tomar decisiones prudentes con respecto los resultados de dichos problemas.

Debido a que en el mercado existen gran cantidad de paquetes que permiten la utilización de los elementos finitos para la solución de problemas, lo que debemos tener muy en claro es que antes de iniciar el análisis debemos: entender el comportamiento básico de nuestro cuerpo a modelar, los datos que el paquete requiera para poder llevar a cabo su procesamiento, al igual que comprender y entender las técnicas de modelado para que así podemos tener una gran aproximación a nuestro cuerpo de estudio; pero sin importar el paquete que utilicemos debemos seguir pasos similares para ingresar los datos, y así poder obtener resultados confiables y coherentes.

### **2.2.52 Pasos de procesamiento**

El método de los elementos finitos tiene tres niveles de actividad:

- a) Pre procesamiento.
- b) Análisis.
- c) Post procesamiento.

### **2.2.53 Pre-procesamiento**

Este nivel del procesamiento incluye todas las actividades de modelado del problema e ingreso de datos, tales como: coordenadas de los nodos, conexión entre los nodos, condiciones de frontera, cargas aplicadas, propiedades de material y de los elementos, entre otros. Si bien este paso podemos realizarlo dentro del mismo paquete de análisis, generalmente se utiliza un paquete de CAD para generar la estructura o cuerpo de estudio, ya que ofrece mejores herramientas en el dibujo y modelado del mismo, claro que el uso adecuado de estas herramientas dependerá de la destreza y experiencia del usuario para determinar cada una de las simplificaciones que deben de introducirse para representar el cuerpo de interés, también es muy importante elegir el tipo y tamaño de los elementos que componen nuestro mallado. El resultado final de este paso es un archivo de datos en el cual se le especifica al programa lo que debe de realizar y con que debe trabajar.

### **2.2.54 Procesamiento.**

En este nivel se realizar una evaluación del modelo para verificar que no haya ningún error en el



archivo generado en el nivel anterior y después dentro de este nivel se realizan la generación de las ecuaciones necesarias para la solución del problema, de las que sobre sale la matriz de rigidez, su modificación y solución se obtiene mediante la evaluación de las variables nodales.

También aquí se generan las cantidades de derivadas, así como los gradientes y esfuerzos; pero no son presentados sino hasta la siguiente etapa. Este nivel es completamente transparente y restringido para el usuario de programas de análisis de elementos finitos, a menos que se realice de forma manual.

### **2.2.55 Post-procesamiento.**

En este nivel se incluye la presentación de los datos generados en los niveles anteriores, tales como, las deformaciones, distribuciones de esfuerzos, temperaturas, etc. Generalmente los resultados son tabulares y enriquecidos con una simbología de colores, la cual nos permite apreciar los valores máximos y mínimos de nuestro cuerpo.

El pre-procesamiento y el post-procesamiento deben realizarse con mucho cuidado, ya que llegan a ser un poco tediosos y por tal motivo pueden surgir errores tipográficos casi imperceptibles para nosotros, pero muy graves en el resultado de nuestro problema, ya que un pequeño error puede significar un problema totalmente diferente al que deseamos analizar. Una vez que se han concluido los pasos anteriores llega el momento más importante que es: de la interpretación de los resultados obtenidos; y es donde aplicamos todos los conocimientos de ingeniería adquiridos en nuestra preparación y sobre todo la experiencia adquirida hasta ese momento. Debemos entender que este paso es verdaderamente importante, ya que debemos hacer un análisis muy profundo de los resultados obtenidos, para poder determinar si son lógicos y congruentes, y de no ser así, podemos asumir que la modelación realizada no fue totalmente adecuada, y debemos tratar de realizar una nueva valoración del problema, para con ello poder tener una modelación adecuada.

### **2.2.56 Requerimientos del modelado.**

Todos los programas de métodos finitos requieren por lo menos algunos de los siguientes aspectos: Una definición completa de la geometría, así como el tipo de elemento que va a componer nuestra malla.

- Especificación de las propiedades de frontera.
- Especificación de las condiciones y restricciones de desplazamiento.
- Especificación de las fuerzas y momentos a las que esté sometido.

Estos datos son propios de un análisis de esfuerzos de tipo linear. En caso de tratarse de un análisis diferente, como puede ser: térmico, de fluidos u otro; se tendrá que definir los parámetros adecuados y equivalentes al problema a analizar.



### 2.2.57 Definición de la geometría.

Para describir la geometría, esta debe estar en términos de nodos y elementos. Los nodos están definidos en términos de coordenadas ya sean cartesianas, cilíndricas, polares u otras; y los elementos están definidos por medio de los nodos que los unen.

Para obtener mejores resultados es preferible que el programa realice una división automática de los cuerpos a analizar, así como emplear un mayor número de nodos en las zonas más importantes y donde las fuerzas son aplicadas para obtener un mejor análisis y evitar que nuestro modelo quede incompleto o con huecos en la malla, por la omisión de algún elemento o la falta de nodos.

El método de los elementos finitos no tiene ningún tipo de unidades de medición predefinido, por lo tanto, es responsabilidad del cada usuario considerar la consistencia de las mismas, adoptar un sistema de unidades en particular y mantenerlo por el resto del análisis. Es conveniente adoptar un sistema como el internacional o el inglés sin mezclar uno con otro.

El número de nodos y su distribución depende del tipo de elemento, pero es importante recalcar que entre más nodos tengamos, los resultados serán más exactos, pero también requeriremos de mayores recursos de nuestros sistemas de cálculo, además una mala organización o modelación de los elementos y nodos puede resultar en una deformación sustancial de nuestro modelo, y por ende, un análisis poco confiables, así como se muestra en la figura.

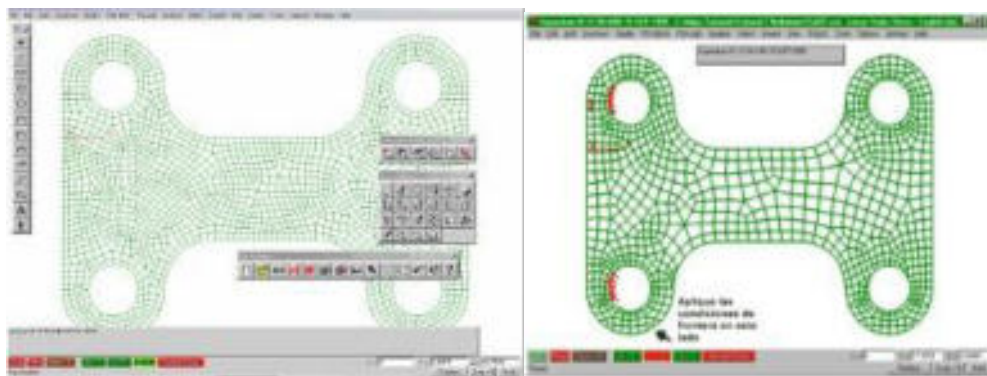


Figura 23. Elemento discretizado

Fuente: Herrera C. División del cuerpo en pequeños elementos. [Figura]. Recuperado de Diseño y Análisis por Medio de Elemento Finito.

Los elementos se definen por un número discreto de puntos, llamados nodos, que conectan entre si los elementos. Sobre estos nodos se materializan las incógnitas fundamentales del problema. En el caso de elementos estructurales estas incógnitas son los desplazamientos nodales, ya que a partir de éstos podemos calcular el resto de las incógnitas que nos interesen: tensiones, deformaciones, a estas incógnitas se les denomina grados de libertad de cada nodo del modelo.





Los grados de libertad de un nodo son las variables que nos determinan el estado y/o posición del nodo.

Por ejemplo, si el sistema a estudiar es una viga en voladizo con una carga puntual en el extremo y una distribución de temperaturas tal y como muestra la figura.

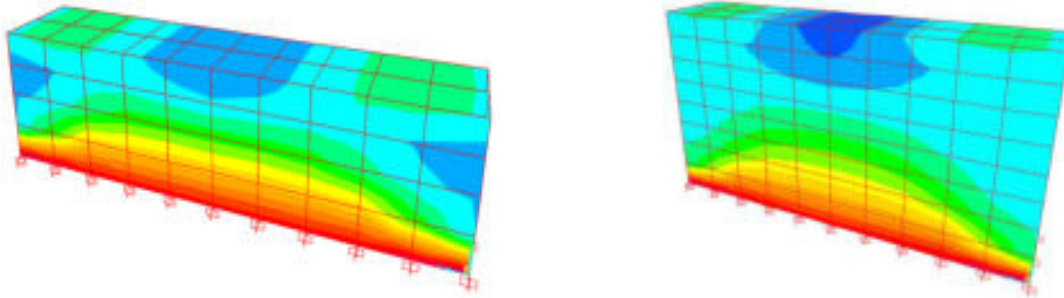


Figura 24. Sistema de una viga discretizada

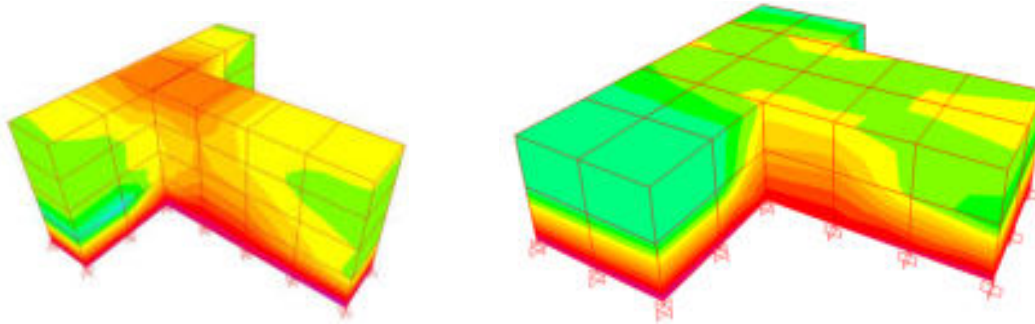


Figura 25. Nodos y elementos

Fuente: Elaboración Propia (2019). Distribución de Nodos en Cada Intersección de la Discretización [Figura].

Los grados de libertad de cada nodo serán:

- Desplazamiento en dirección x
- Desplazamiento en dirección y
- Giro según z

La característica principal del MEF es que descompone la región de análisis (aquella donde se cumplen las ecuaciones diferenciales) en partes pequeñas de determinada geometría, denominadas elementos finitos, de manera que la precisión del método depende directamente del número de elementos. La agrupación de todos los elementos de una región es denominada 'malla'.

La aproximación de cada elemento es usualmente polinomial (lineal, cuadrática, cúbica, etc.), esto depende de cómo cambie la variable en estudio. Por ejemplo, para un problema de transferencia de calor, la variable es la temperatura. Por lo tanto, esta aproximación es un tipo



de interpolación sobre cada elemento, donde se asume que la variable es conocida en determinados puntos de éste, denominados ‘nodos’, localizados en la periferia del elemento. Finalmente, todos los fenómenos físicos son sistemas continuos, es decir, poseen un número infinito de soluciones, en contraste a uno discreto que tiene un número finito de soluciones. Precisamente, el objetivo del uso del método es llegar a conocer la respuesta o el comportamiento de un sistema continuo a partir de la discretización de éste, con cierta aproximación (Chandrupatla, 1999).

## **2.3 Hipótesis**

### **2.3.1 Hipótesis general**

La presencia de irregularidades en planta influye sobre la evaluación sísmica de las edificaciones aporticadas con forma rectangular, cruz, U, L, T y O, localizadas en la ciudad del Cusco, respecto a la irregularidad torsional e incremento de los desplazamientos máximos absolutos, lo que puede ser reducido mediante el cumplimiento de la Norma Técnica E.030 del año 2018, a través del incremento del área de columnas y vigas y la implementación de columnas en forma de L en las esquinas de las edificaciones.

### **2.3.2 Sub hipótesis**

#### **Sub hipótesis 1**

Los valores de irregularidad en planta y altura varían de 0,50 a 0,90 para las edificaciones autoconstruidas y propuestas, localizadas en la ciudad del Cusco mediante la Norma Técnica E.030 - 2018.

#### **Sub hipótesis 2**

Las edificaciones autoconstruidas existentes y propuestas (con medidas existentes) con forma rectangular, cruz, U, L, T y O localizadas en la ciudad del Cusco no cumplen con los parámetros de derivas de entrepiso establecidas en la Norma Técnica E.030 - 2018, a partir del segundo nivel.

#### **Sub hipótesis 3**

Las edificaciones autoconstruidas existentes y propuestas (con medidas existentes) con forma rectangular, cruz, U, L, T y O localizadas en la ciudad del Cusco no cumplen con los parámetros de derivas de entrepiso en función de los tipos de suelo establecidas en la Norma Técnica E.030 - 2018.

#### **Sub hipótesis 4**



Las edificaciones propuestas optimizadas con forma rectangular, cruz, U, L, T y O localizadas en la ciudad del Cusco, cumplen con los parámetros de derivas de entrepiso establecidas en la Norma Técnica E.030 - 2018, en todos los niveles y tipos de suelos (1 al 5).

### **Sub hipótesis 5**

Los elementos estructurales sobre esforzados se encuentran en las esquinas entrantes interiores de la forma en planta en las edificaciones aporticadas propuestas con medidas existentes con forma en planta rectangular, cruz, U, L, T y O.

### **Sub hipótesis 6**

El método de elementos finitos permite analizar la distribución de esfuerzos y su variación causadas por fuerza sísmica, en las edificaciones aporticadas propuestas con medidas existentes con forma rectangular, cruz, U, L, T y O.

## **2.4 Definición de Variables**

### **2.4.1 Variables Independientes**

Reglamento Nacional de Edificaciones (Norma Técnica E.030, Diseño Sismorresistente) del año 2018.

- **Zona sísmica.** – El territorio nacional se encuentra dividido en 4 zonas sísmicas a las cuales se les asigna un factor que se interpreta como la aceleración máxima horizontal en el suelo rígido.
- **Sistema estructural aporticado.** – Son estructuras de concreto armado con la misma dosificación de columnas-vigas peraltadas unidas en una zona de confinamiento con un ángulo de 90 grados.
- **Configuración y propiedades estructurales de las edificaciones propuestas.** – Son las formas de la edificación en planta y anchos de vigas, columnas y losa propuestas por los tesisistas con propósito de un análisis integral de la tesis.
- **Perfiles de suelo.** – Estas se clasifican tomando en cuenta la velocidad promedio de propagación de las ondas de corte y para suelos granulares mediante ensayo SPT.
- **Parámetros de sitio.** – Son factores que representan o describen las condiciones locales de un tipo de perfil de suelo.
- **Aceleración espectral.** – Depende de los factores de zona, uso de edificación, amplificación sísmica, suelo, y reducción, multiplicado por la aceleración de la gravedad.



- **Límite de distorsión de entrepiso.** – El desplazamiento del nivel dividido entre la altura del nivel debe ser menor a 0.007 para el material predominante que es el concreto armado.

#### 2.4.2 Variables Dependientes

- **Estimación de peso.** - Viene a ser la suma de la carga viva y la carga muerta en toneladas.
- **Periodo fundamental de vibración.** - En una edificación es el tiempo que le toma en desplazarse para llevar a cabo un ciclo completo de oscilación en segundos.
- **Cortante basal.** – Es la fuerza sísmica total en la base de una edificación en tonelada fuerza.
- **Coefficiente de reducción sísmica.** - Se da según la estructuración y el tipo de material usado para la estructuración sismorresistente.
- **Desplazamientos laterales.** - Desplazamiento lateral producido por una fuerza lateral en milímetros.
- **Carga sísmica.** – Que ejerce un movimiento sísmico sobre la estructura de un diseño.



### 2.4.3 Cuadro operacional de variables

Tabla 11. Operacionalización de variables

Operacionalización de Variables						
Variables		Indicadores	Índices	Nivel	Unidad	Instrumentos
Independiente	Reglamento Nacional de Edificaciones (Norma Técnica E.030), Diseño Sismorresistente	Parámetros propios de la Norma Peruana	Condiciones mínimas para que las edificaciones diseñadas tengan un comportamiento sísmico acorde con los principios de diseño sismorresistente.			Instrumentos de recolección de datos
	Dependiente	Evaluación sísmica de las edificaciones con la Norma Peruana	Estimación de peso	Adicionando a la carga permanente un % de la carga viva, en categorías A y B se tomará el 50% de la carga viva. En la categoría C se tomará el 25% de la carga viva al igual que en techos y azoteas	Carga muerta Carga viva	tn
Cortante basal			La fuerza total en la base de la estructura correspondiente a la dirección considerada.	Fuerzas cortantes por piso	tnf	
Coefficiente de reducción sísmica			-Coeficiente básico de reducción -Irregularidades estructurales en altura -Irregularidades estructurales en planta	Ro Ia Ip	-----	
Periodo fundamental de vibración			Depende de la altura de la edificación, rigidez y masa.	Periodo	seg.	
Carga sísmica reactiva W			Se adiciona a la carga muerta total un cierto % de la carga viva, en caso general 25% y para bodegas y almacenes 50%	Carga Ultima	tn	
Desplazamientos laterales y relativos			Límites para la distorsión del entrepiso	Deriva de entrepiso	mm/mm	
Método de elementos finitos			Identificación del lugar de concentración de esfuerzos y su variación.		kg/cm <sup>2</sup>	



### **3 Capítulo III: Metodología**

#### **3.1 Metodología de la Investigación**

##### **3.1.1 Enfoque de la investigación**

Es cuantitativa. Hernández, Fernández & Baptista (2014) afirman. “ya que refleja la necesidad de medir y estimar magnitudes de los fenómenos de la investigación, la recolección de datos se fundamenta en la medición”.

Esta investigación presenta: “Un conjunto de procesos, es secuencial y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente y no podemos “brincar” o eludir pasos. El orden es riguroso, aunque desde luego podemos redefinir alguna fase. Parte de una idea que va acotándose y, una vez delimitada, se derivan objetivas y derivas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o una perspectiva teórica. De las preguntas se establecen hipótesis y se determinan variables; se traza un plan para probarlas (diseño); se miden las variables en un determinado contexto; se analiza las mediciones obtenidas utilizando métodos estadísticos, y se extrae una serie de conclusiones (Hernández, Fernández & Baptista, 2014).

##### **3.1.2 Nivel o alcance de la investigación**

El presente trabajo de investigación alcanza el nivel correlacional. Hernández, Fernández & Baptista (2014) afirman. “Este tipo de estudio tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables en una muestra o contexto en particular”.

##### **3.1.3 Método de investigación**

El método de la investigación es hipotético – deductivo. Hernández (2006) afirma. “La vía primera de inferencias lógicas deductivas para arribar a conclusiones particulares a partir de la hipótesis, que después se pueden comparar”.

Para la investigación partimos de una hipótesis sobre la influencia de la irregularidad en planta en la evaluación sísmica de edificaciones aporticadas con forma rectangular, cruz, U, L, T y O, localizadas en la ciudad del Cusco, en relación al cumplimiento de la Norma Técnica E.030 del año 2018.



## **3.2 Diseño de la Investigación**

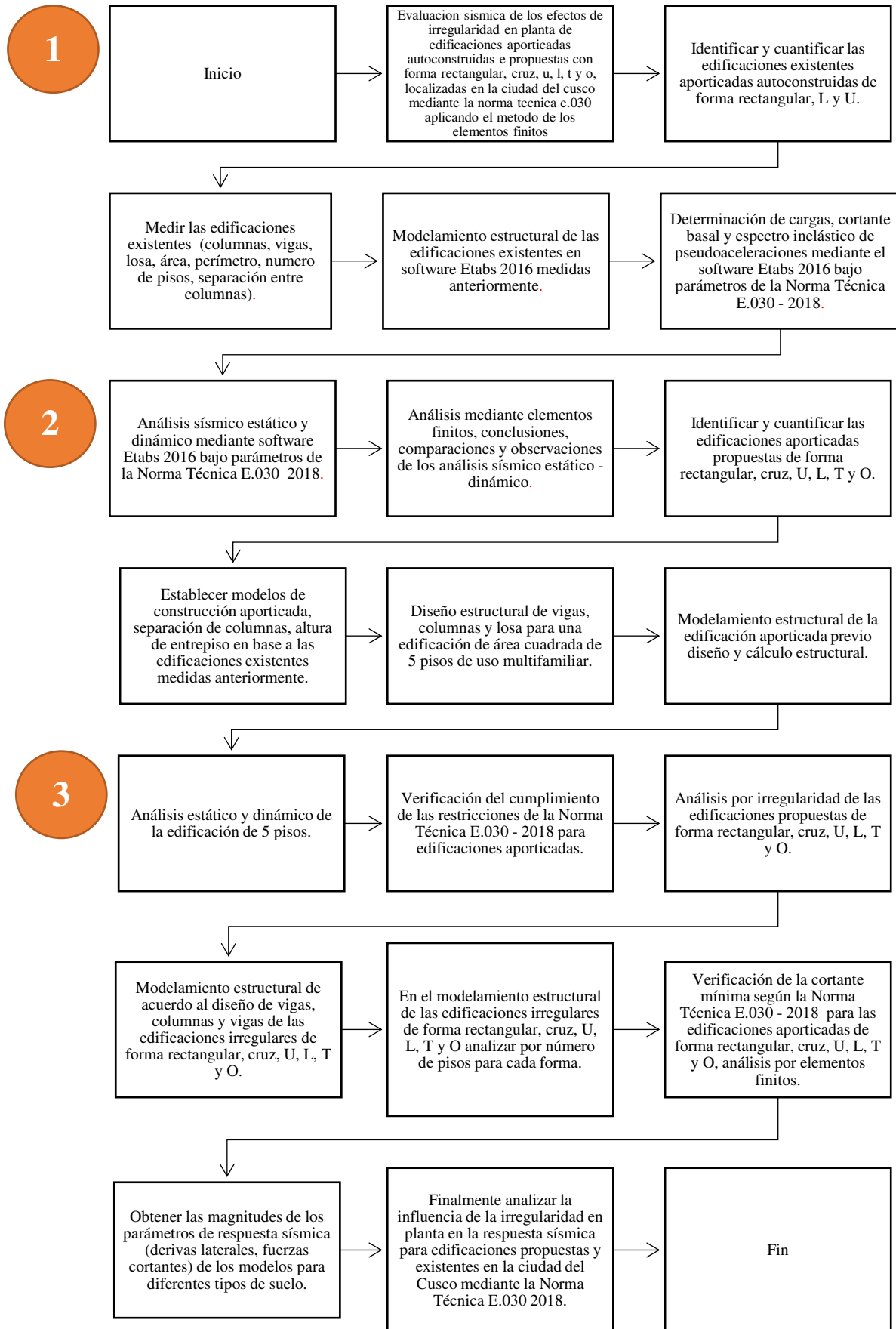
### **3.2.1 Diseño metodológico**

El diseño es Experimental. Fleiss (2013) afirma. “Un estudio en que se manipulan intencionalmente una o más variables independientes (supuestas causas antecedentes), para analizar las consecuencias que la manipulación tiene sobre una o más”.

A través de la modificación de esquinas entrantes para las diferentes formas irregulares en planta, se ha podido realizar comparaciones de acuerdo al número de niveles, las cuales se analizaron añadiendo a cada análisis tipos de suelo de acuerdo a la Norma Técnica E.030 del año 2018 y a través de estos se determinarán las variaciones de la respuesta sísmica de las distintas formas en planta.



### 3.2.2 Diseño de Ingeniería







### 3.3 Población y Muestra

#### 3.3.1 Población

##### 3.3.1.1 Descripción de la población

Edificaciones autoconstruidas en la ciudad del Cusco, específicamente en el distrito de San Jerónimo, construcciones que son realizadas sin el asesoramiento y/o participación de un ingeniero civil o Arquitecto.

##### 3.3.1.2 Cuantificación de la población

En la presente investigación el método de muestreo es no probabilístico por lo que la cuantificación de la población será la misma que el de la muestra.

#### 3.3.2 Muestra

##### 3.3.2.1 Descripción de la muestra

La muestra viene a ser un subgrupo de la población en interés sobre la cual se recolectarán los datos. En nuestro caso para la investigación estudiamos 3 edificaciones irregulares aporticadas existentes de las cuales se midieron datos como el número de pisos, altura de entrepiso, distancia entre columnas (luces), perímetro, medidas de las longitudes que conforman las esquinas entrantes, acabados, dimensiones de vigas, columnas, losa y tipo de unidad de albañilería.

De las muestras de edificaciones existentes irregulares, se realizó el dimensionamiento óptimo de elementos estructurales para que éstas cumplan la Norma Técnica E.030 del año 2018.

##### 3.3.2.2 Cuantificación de la muestra

- 01 edificación aporticada rectangular esbelta autoconstruida de 05 niveles
- 01 edificación aporticada en forma de U autoconstruida de 05 niveles
- 01 edificación aporticada en forma de L autoconstruida de 05 niveles

Tabla 12. Cuantificación de la muestra

Edificaciones existentes	Tipos de suelo	Número de pisos	Nro. de irregularidades
3	3	5	9

##### 3.3.2.3 Método de muestreo

Para la presente investigación el método de muestreo es no probabilístico. Hernández, Fernández & Baptista (2014) afirman. “Su utilidad para determinados diseños de estudio requieren no tanto una (representatividad) de elementos de una población, sino una cuidadosa y controlada elección de casos con ciertas características específicas”.



### 3.3.2.4 Criterios de evaluación de muestra

Tabla 13. Criterios de evaluación de muestra

Pregunta de investigación	Unidad de análisis correcta	Evaluación de la muestra
¿Cuál es influencia de la irregularidad en planta sobre la evaluación sísmica de edificaciones aporticadas con forma rectangular, cruz, U, L, T y O, localizadas en la ciudad del Cusco, ¿en relación al cumplimiento de la Norma Técnica E.030 del año 2018?	Edificaciones irregulares en planta (presencia de esquina entrante) de 5 niveles/pisos y sistema estructural aporticado, con forma rectangular, U y L, ubicadas en el distrito de San Jerónimo, provincia y departamento del Cusco.	Medición de edificaciones: perímetro, esquinas entrantes, elementos estructurales (viga, columna, altura de losa), altura de entrepiso (primer nivel y siguientes niveles) y uso de la edificación.

### 3.3.3 Criterios de inclusión

Los criterios de inclusión para las edificaciones autoconstruidas que se consideraron para el estudio fueron los siguientes:

- Ubicación en el distrito de San Jerónimo
- Construidas sin supervisión técnica.
- Que cuenten con un sistema estructural aporticado.
- No menores a 05 niveles o pisos.
- Que presenten esquinas entrantes en su configuración en planta.
- La edificación rectangular debe presentar esbeltez considerable.
- Que la tabiquería sea igual en las edificaciones autoconstruidas.



### 3.4 Instrumentos

#### 3.4.1 Instrumentos metodológicos

Prueba: Medición de edificación

Formato N° 01

**EVALUACIÓN SÍSMICA DE LOS EFECTOS DE IRREGULARIDAD EN PLANTA DE EDIFICACIONES APORTICADAS AUTOCONSTRUIDAS E IDEALES CON FORMA RECTANGULAR, CRUZ, U, L, T y O, LOCALIZADAS EN LA CIUDAD DEL CUSCO MEDIANTE LA NORMA TÉCNICA E.030 APLICANDO EL MÉTODO DE LOS ELEMENTOS FINITOS**

Propietario: \_\_\_\_\_

Ubicación: \_\_\_\_\_

Forma de edificación: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

1.- ¿Usted construyó su edificación con supervisión o dirección técnica? ¿Por qué?  
\_\_\_\_\_

2.- Sentido de la losa: \_\_\_\_\_

3.- Tabiquería: \_\_\_\_\_

4.- Piso acabado: \_\_\_\_\_

5.- EVALUACIÓN DE LA MUESTRA (medición en metros):

PISO	USO	ALTURA DE ENTREPISO	VIGA PRINCIPAL	VIGA SECUNDARIA	COLUMNA	LOSA

6.- GRÁFICO REFERENCIAL DE LA EDIFICACIÓN (Incluir medidas, largo, ancho, esquinas interiores en metros)

GRÁFICO EN PLANTA	GRÁFICO EN ELEVACIÓN

RESPONSABLES:

- BACH. RENZO NAVARRETE ARIZABAL
- BACH. WILDHEN SOLORIZANO BARRIENTOS

Figura 26. Instrumentos de recolección de datos



### 3.4.2 Instrumentos de ingeniería

Prueba: Análisis Estático o de fuerzas equivalentes

Formato N° 01

Tabla 14. Formato de análisis estático

Tipo de Suelo=		Peso (Tn)=	
Z=		ZUCS/R	
U=		Vs (Tn)=	
S=			
C=		C/R=	
Ro=		C/R ≥ 0.11	
la=			
lp=		Periodo de Vibración (s)	
R=			
Tp=			
Tl=			

NIVEL	hi (m)	Pi (Tn)	K	hi*Pi	α	Fi (Tn)
1						
2						
3						
4						
5						
TOTAL=						

Prueba: Análisis de irregularidad de rigidez – piso blando y extrema de rigidez.

Formato N° 02

Tabla 15. Formato de análisis de irregularidad de rigidez y extrema rigidez

Irregularidad de rigidez - Piso blando					SI, $FR=K1/K2 < 0.7$			FACT. IP	0.75	
Irregularidad Extrema de Rigidez					SI, $FR=K1/K2 < 0.6$				0.50	
					ANÁLISIS EN EL EJE X			ANÁLISIS EN EL EJE Y		
PISO	VX (Tn)	VY (Tn)	ΔCM X (mm)	ΔCM Y (mm)	Δ CM Relativo (mm)	K=V/ΔX (Tn/mm)	F.R	Δ CM Relativo (mm)	K=V/ΔX (Tn/mm)	F.R
5										
4										
3										
2										
1										

Prueba: Análisis de irregularidad de resistencia - piso débil y extrema de resistencia

Formato N° 03

Tabla 16. Formato de análisis irregularidad de piso débil y extrema resistencia

Irregularidad de resistencia - Piso debil				SI, $FR=R1/R2 < 0.8$			FACT. IP=	0.75	
Irregularidad Extrema de Resistencia				SI, $FR=R1/R2 < 0.65$				0.50	
PISO	Vx	Vy	FR EN EJE X	FR EN EJE Y	OBS EN EJE X	OBS EN EJE Y			
5									
4									
3									
2									
1									



Prueba: Análisis de irregularidad de masa o peso

Formato N° 04

Tabla 17. Análisis de irregularidad de masa o peso

Irregularidad de Masa o Peso					FACT. IP=	0.9
SI, $FR = R1/R2 > 1.5$ ENTONCES LA EDIFICACIÓN ES IRREGULAR						
PISO	PESO X (Tn)	PESO Y (Tn)	FR EN EJE X	FR EN EJE Y	OBS EN EJE X	OBS EN EJE Y
5						
4						
3						
2						
1						

Prueba: Análisis de irregularidad torsional y torsional extrema

Formato N° 05

Tabla 18. Análisis de irregularidad torsional y torsional extrema

Irregularidad torsional		SI $FR > 1.3$	FACT. Ia	0.75												
Irregularidad torsional extrema		SI $FR > 1.5$	FACT. Ia	0.60												
ANÁLISIS EN EL EJE X									ANÁLISIS EN EL EJE Y							
PISO	$\Delta X$ Max (mm)	$\Delta$ max Relativo (mm)	$\Delta$ Max A (mm)	$\Delta$ A Relativo (mm)	$\Delta$ Max B (mm)	$\Delta$ B Relativo (mm)	$\Delta$ Promedio de relativos A y B	FR > 1.3	$\Delta Y$ Max (mm)	$\Delta$ max Relativo (mm)	$\Delta$ Max A (mm)	$\Delta$ A Relativo (mm)	$\Delta$ Max B (mm)	$\Delta$ B Relativo (mm)	$\Delta$ Promedio de relativos A y B	FR > 1.3
5																
4																
3																
2																
1																

Prueba: Análisis de irregularidad de esquina entrante

Formato N° 06

Tabla 19. Análisis de irregularidad de esquina entrante

Esquinas Entrantes				FACT. Ia=	0.9	
SI $FR > 0.2$ LA EDIFICACIÓN ES IRREGULAR						
MEDIDAS DEL EDIFICIO			ENTRANTES		OBS	FR
Longitud de terreno en X(m)=			Entrante en X(m)=			
Longitud de terreno en Y(m)=			Entrante en Y(m)=			

Prueba: Análisis de irregularidad de discontinuidad de diafragma

Formato N° 7

Tabla 20. Análisis de irregularidad de discontinuidad de diafragma

Discontinuidad de Diafragma				FACT. Ia=	0.85	
SI $FR > 0.5$ LA EDIFICACIÓN ES IRREGULAR						
MEDIDAS DEL EDIFICIO			ENTRANTES		OBS	FR
Longitud de terreno en X(m)=			Entrante en X(m)=			
Longitud de terreno en Y(m)=			Entrante en Y(m)=			
Área total del terreno (m2)			Área total de la abertura (m2)			



Prueba: Análisis de derivas de entrepiso por nivel de edificación

Formato N° 8

Tabla 21. Análisis de derivas de entrepiso por nivel de edificación

NIVEL	X-X			Y-Y			DERIVA LÍMITE
	DERIVAS ELÁSTICA	DERIVA INELÁSTICA	VERIFICACIÓN	DERIVAS ELÁSTICA	DERIVA INELÁSTICA	VERIFICACIÓN	
5			CUMPLE			CUMPLE	0.007
4			CUMPLE			CUMPLE	0.007
3			CUMPLE			CUMPLE	0.007
2			CUMPLE			CUMPLE	0.007
1			CUMPLE			CUMPLE	0.007

Prueba: Análisis de desplazamientos máximos y desplazamientos de centros de masa por nivel

Formato N° 9

Tabla 22. Análisis de desplazamientos máximos y desplazamientos de centros de masa por nivel

NIVEL	$\Delta X$ (mm)	$\Delta Y$ (mm)	$\Delta CM$ (mm)	$\Delta CM$ (mm)
5				
4				
3				
2				
1				

Prueba: Análisis estático y dinámico por nivel y tipo de suelo

Formato N° 10

Tabla 23. Análisis estático y dinámico por nivel y tipo de suelo

ELEVACIÓN		PLANTA				ANÁLISIS ESTÁTICO Y DINÁMICO DE LA EDIFICACIÓN POR NIVEL																	
N° de Pisos	h Total de la Edif. (m)	T en el Eje X (s)	T en el Eje Y (s)	Peso Total (Tn)	Factor Cortante Mínima(0.80 o 0.90)				Factor Cortante Mínima(0.80 o 0.90)				Factor Cortante Mínima(0.80 o 0.90)										
					Z=	0.25	Ia=		Z=	0.25	Ia=		Z=	0.25	Ia=								
					U=	1	Ip=		U=	1	Ip=		U=	1	Ip=								
					S=	1	R=		S=	1.2	R=		S=	1.4	R=								
					C=		Tp=	0.4		C=		Tp=	0.6		C=		Tp=	1					
					Ro=	8	Tl=	2.5		Ro=	8	Tl=	2		Ro=	8	Tl=	1.6					
					SUELO TIPO S1				SUELO TIPO 2				SUELO TIPO 3										
					Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	
1																							
2																							
3																							
4																							
5																							



Prueba: Análisis de variación de derivas de entrepiso por nivel y tipo de suelo

Formato N° 11

Tabla 24. Análisis de variación de derivas de entrepiso por nivel y tipo de suelo

		ANÁLISIS DE DERIVAS DE ENTREPISO DE EDIFICACIÓN											
e (+)		Excentricidad positiva											
		Suelo tipo S1				Suelo tipo S2				Suelo tipo S3			
		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R	
Niveles de la Edificación	Alturas (m)	$\Delta X$ (mm)	$\Delta Y$ (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	$\Delta X$ (mm)	$\Delta Y$ (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	$\Delta X$ (mm)	$\Delta Y$ (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)
5													

Prueba: Análisis de factores de irregularidad por tipo de suelo y niveles

Formato N° 12

Tabla 25. Análisis de factores de irregularidad por tipo de suelo y niveles

		ANÁLISIS POR IRREGULARIDAD, TIPO DE SUELO Y NIVELES								
		Análisis con Excentricidad Positiva en el eje X								
		Ia (Altura)					Ip (Planta)			
Factor de Irregularidad		0.75	0.5	0.75	0.5	0.9	0.75	0.6	0.9	
Límite del FR		<0.7	<0.6	<0.8	<0.65	>1.5	>1.3	>1.5	>0.2	
Tipo de Suelo	Análisis por Nivel	Rigidez-Piso Blando Y Extrema Rigidez	Resistencia-Piso Debil y Extrema de Resistencia	Masa o Peso	Torsional y Torsional Extrema	Esquina Entrante				
S1	5									
	4									
	3									
	2									
	1									



### 3.5 Procedimientos de Recopilación de Datos

#### 3.5.1 Procedimiento que se realizó para la recolección de datos

- a) **Equipos utilizados en la prueba:** Cinta métrica, instrumento de recolección de datos, wincha, reglas, tablero.
- b) **Procedimiento,** medición de edificaciones ubicadas en el distrito de San Jerónimo.

Tabla 26. Edificaciones existentes vista en elevación

	<p>Propietario: Isabel Yanque Araos Ubicación: A.P.V María de los Ángeles S/N-San Jerónimo Fecha de medición: 15/08/2018</p>
	<p>Propietario: Leoncio Dueñas Condori Ubicación: Manzanayoc Pucro S/N-San Jerónimo Fecha de medición: 10/08/2018</p>
	<p>Propietario: Irma Condori Teram Ubicación: A.PV. Las Praderas del Sur A-11 San Jerónimo Fecha de medición: 15/08/2018</p>



c) Toma de datos

**EVALUACIÓN SÍSMICA DE LOS EFECTOS DE IRREGULARIDAD EN PLANTA DE EDIFICACIONES APORTICADAS AUTOCONSTRUIDAS E IDEALES CON FORMA RECTANGULAR, CRUZ, U, L, T y O, LOCALIZADAS EN LA CIUDAD DEL CUSCO MEDIANTE LA NORMA TÉCNICA E.030 APLICANDO EL MÉTODO DE LOS ELEMENTOS FINITOS**

Propietario: Isabel Yanque Araos

Ubicación: APV. María de los Ángeles -San Jerónimo

Forma de edificación: Rectangular Fecha: 15/08/2018

1.- ¿Usted construyó su edificación con supervisión o dirección técnica? ¿Por qué?

No, no contraté un ingeniero por falta de dinero

2.- Sentido de la losa: Eje "Y"

3.- Tabiquería: Blocker de 10x20x30 cm

4.- Piso acabado: Mayólica

5.- EVALUACIÓN DE LA MUESTRA (medición en metros):

Piso o nivel	Uso	Altura de entrepiso (m)	Viga principal (m)	Viga secundaria (m)	Columna(m)	H losa (m)
1	Vivienda	3.10	0.25x0.40	0.25x0.40	0.25x0.45	0.20
2	Vivienda	2.72	0.25x0.40	0.25x0.40	0.25x0.45	0.20
3	Vivienda	2.75	0.25x0.40	0.25x0.40	0.25x0.45	0.20
4	Vivienda	2.73	0.25x0.40	0.25x0.40	0.25x0.45	0.20
5	Vivienda	2.65	0.25x0.40	0.25x0.40	0.25x0.45	0.20

6.- GRÁFICO REFERENCIAL DE LA EDIFICACIÓN (Incluir medidas, largo, ancho, esquinas interiores en metros)

GRÁFICO EN PLANTA	GRÁFICO EN ELEVACIÓN

Figura 27. Instrumento de recolección de datos para medir la edificación existente rectangular

**EVALUACIÓN SÍSMICA DE LOS EFECTOS DE IRREGULARIDAD EN PLANTA DE EDIFICACIONES APORTICADAS AUTOCONSTRUIDAS E IDEALES CON FORMA RECTANGULAR, CRUZ, U, L, T y O, LOCALIZADAS EN LA CIUDAD DEL CUSCO MEDIANTE LA NORMA TÉCNICA E.030 APLICANDO EL MÉTODO DE LOS ELEMENTOS FINITOS**

Propietario: Leoncio Dueñas Condori

Ubicación: Manzanayoc Pucro - San Jerónimo

Forma de edificación: C Fecha: 10/08/2018

1.- ¿Usted construyó su edificación con supervisión o dirección técnica? ¿Por qué?

No, por economizar la construcción.

2.- Sentido de la losa: Eje "Y"

3.- Tabiquería: Blocker de 10x20x30 cm

4.- Piso acabado: Mayólica

5.- EVALUACIÓN DE LA MUESTRA (medición en metros):

Piso o nivel	Uso	Altura de entrepiso (m)	Viga principal (m)	Viga secundaria (m)	Columna(m)	H losa (m)
1	Vivienda	2.95	0.25x0.40	0.25x0.40	0.25x0.45	0.20
2	Vivienda	2.65	0.25x0.40	0.25x0.40	0.25x0.45	0.20
3	Vivienda	2.65	0.25x0.40	0.25x0.40	0.25x0.45	0.20
4	Vivienda	2.65	0.25x0.40	0.25x0.40	0.25x0.45	0.20
5	Vivienda	2.65	0.25x0.40	0.25x0.40	0.25x0.45	0.20

6.- GRÁFICO REFERENCIAL DE LA EDIFICACIÓN (Incluir medidas, largo, ancho, esquinas interiores en metros)

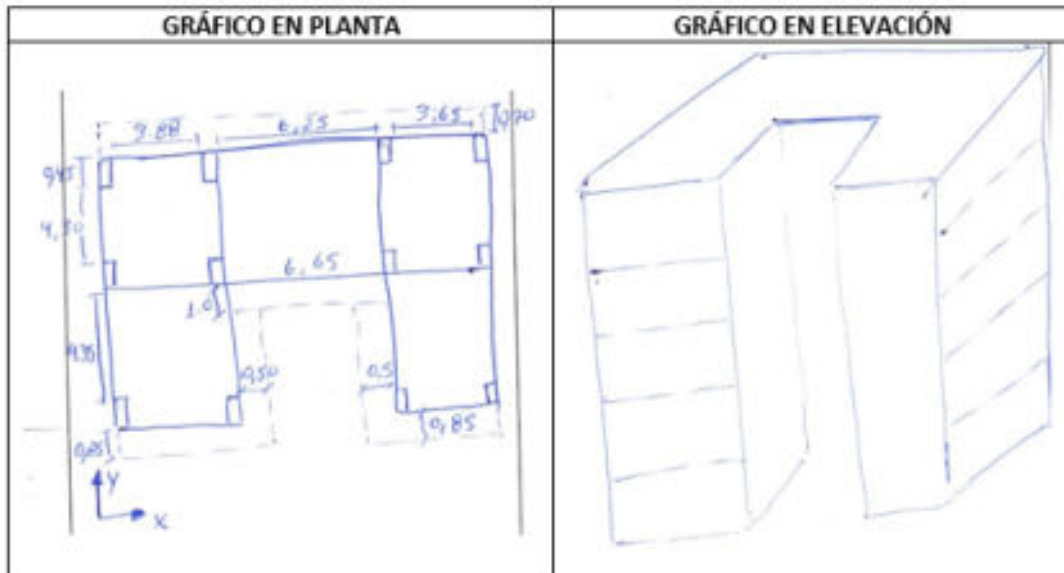


Figura 28. Instrumento de recolección de datos para medir la edificación existente en forma de C

**EVALUACIÓN SÍSMICA DE LOS EFECTOS DE IRREGULARIDAD EN PLANTA DE EDIFICACIONES APORTICADAS AUTOCONSTRUIDAS E IDEALES CON FORMA RECTANGULAR, CRUZ, U, L, T Y O, LOCALIZADAS EN LA CIUDAD DEL CUSCO MEDIANTE LA NORMA TÉCNICA E.030 APLICANDO EL MÉTODO DE LOS ELEMENTOS FINITOS**

Propietario: Irma Condori Terán

Ubicación: Asociación pro Vivienda Las Praderas del Sur A-11- San Jerónimo

Forma de edificación: L Fecha: 15/08/2018

1.- ¿Usted construyó su edificación con supervisión o dirección técnica? ¿Por qué?

No, contraté un maestro de obra directamente

2.- Sentido de la losa: Eje "X"

3.- Tabiquería: Blocker de 10x20x30 cm

4.- Piso acabado: Mayólica

5.- EVALUACIÓN DE LA MUESTRA (medición en metros):

Piso o nivel	Uso	Altura de entrepiso (m)	Viga principal (m)	Viga secundaria (m)	Columna(m)	H losa (m)
1	Vivienda	2.80	0.25x0.40	0.25x0.40	0.25x0.40	0.20
2	Vivienda	2.55	0.25x0.40	0.25x0.40	0.25x0.40	0.20
3	Vivienda	2.55	0.25x0.40	0.25x0.40	0.25x0.40	0.20
4	Vivienda	2.50	0.25x0.40	0.25x0.40	0.25x0.40	0.20
5	Vivienda	2.45	0.25x0.40	0.25x0.40	0.25x0.40	0.20

6.- GRÁFICO REFERENCIAL DE LA EDIFICACIÓN (Incluir medidas, largo, ancho, esquinas interiores en metros)

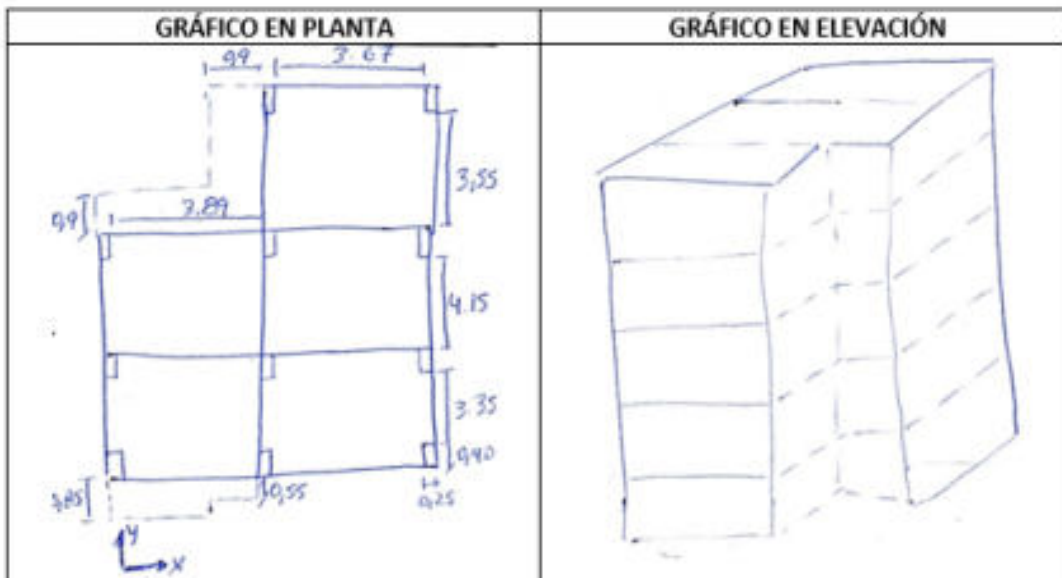


Figura 29. Instrumento de recolección de datos para medir la edificación existente en forma de L



La siguiente tabla muestra las mediciones existenteizadas a las edificaciones existentes respecto a las alturas de entrepiso.

Tabla 27. Resumen de mediciones de alturas de entrepiso de edificaciones existentes

NIVEL	ALTURA DE ENTREPISO (m)			PROMEDIO
	EDIFICACIÓN L	EDIFICACIÓN U	EDIF. RECTANGULAR	
1er nivel	2.80	2.95	3.10	3.00
2do nivel	2.55	2.65	2.72	2.70
3er nivel	2.55	2.65	2.75	
4to nivel	2.50	2.65	2.73	
5to nivel	2.45	2.65	2.75	

La siguiente tabla muestra las mediciones se realizaron a las distancias que existen entre columnas (luces) las cuales se midieron de cara a cara de las mismas, así mismo promediando todas las medidas se consideró un espaciamiento de 3.75 m.

Tabla 28. Espaciamiento de todas las columnas medidas de las edificaciones existentes

ESPACIAMIENTO ENTRE COLUMNAS DE VIVIENDAS REALES	
1	2.12
2	2.4
3	2.7
4	2.82
5	3.35
6	3.55
7	3.55
8	3.65
9	3.67
10	3.88
11	3.88
12	3.9
13	4.12
14	4.15
15	4.3
16	4.35
17	6.25
<b>Promedio=</b>	<b>3.68</b>

### 3.6 Procedimiento de Análisis de Datos

#### 3.6.1 Procedimiento que se realizó

##### 3.6.1.1 Modelamiento en ETABS

###### a. Predimensionamientos

**Losa,** Según el Reglamento Peruano de Concreto Armado respecto a peraltes mínimos para no verificar deflexiones dice: “en losas aligeradas continuas conformadas por viguetas de 10 cm de ancho, bloques de ladrillo de 30 cm de ancho y losa superior de 5 cm, con sobrecargas menores a 300 kg/cm<sup>2</sup> y luces menores a 7.5 m” se cumple que:



$$h \geq \frac{l}{25}$$

De acuerdo al promedio de separación de columnas (luz libre) obtenemos una distancia de 3.75 m y sobrecarga de vivienda de 200 kg/m<sup>2</sup> entonces la altura de la losa será:

$h=3.75/25= 0.15$ , por lo tanto, usaremos una losa de 0.20 m de espesor.

**Viga**, Para predimensionar la altura de la viga tendremos en cuenta la sobrecarga y nos basamos en: para uso de departamentos y oficinas con sobrecargas máximo de 250 kg/cm<sup>2</sup> la altura de la viga será  $h=l/11$  donde “l” es la luz libre.

Para la investigación se estudió edificaciones multifamiliares las cuales son de categoría C que tienen una sobrecarga de 200 kg/cm<sup>2</sup> y la luz libre promedio de acuerdo a los datos de campo es de 3.75 m por lo tanto la altura de la viga será:

$h=3.75/11=0.34$ , debido a que la viga tiene que soportar cargas vivas, muertas y soportar cargas de sismo por lo que se asignó un peralte de viga de 0.45 m.

Para la base de la viga se consideró:

$$h = \frac{\frac{3.75}{2} + \frac{3.75}{2}}{20} = 0.19 \text{ m}$$

Debido a que la viga tiene que soportar cargas vivas, muertas y soportar cargas de sismo por lo que se asignó una base de 0.30 m. por lo tanto las vigas principales y secundarias tienen una altura de 0.45 m y una base de 0.30 m.

**Columnas**, Entonces según las recomendaciones del ingeniero Genner Villaexistente Castro (2015) en base a lo establecido en el ACI se puede dimensionar una columna mediante:

$$\text{Columna centrada, Area de columna} = \frac{P_{servicio}}{0.45f'c}$$

$$\text{Columna exccentrica y esquinada, Area de columna} = \frac{P_{servicio}}{0.35f'c}$$

$$1.4 * \text{Carga Muerta} + 1.7 * \text{Carga Viva} = P_{servicio}$$

- Número de niveles= 5
- Área tributaria= 4.20 m \* 4.20 m= 17.64 m<sup>2</sup>
- Carga Muerta= Peso viga + Peso de losa + Peso Tabiquería + Peso Columnas + Piso Terminado + Ceramica = 60.17 Tn.
- Carga Viva= Uso de la edificación + Carga de techo = 15.94 Tn.



$$1.40 * 60.17 + 1.70 * 15.94 = P_{servicio} = 111.336 Tn$$

$$Area\ de\ columna = \frac{111336}{0.45 * 210} = 1178.15\ cm^2$$

La mayor carga de servicio que tenemos es de 111336 kg entonces el lado de la columna calculada será la raíz cuadrada del área calculada por lo que resulta 34 cm pero con esa medida al momento de modelar la edificación y aplicar el espectro inelástico de pseudo-aceleración no cumple la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente del año 2018 por lo que asumimos un valor de 45 cm de lado para todas las columnas centrales y excéntricas y de 0.25 m x 0.50 m y en forma de L las columnas esquineras.

### **Consideraciones para el modelamiento en ETABS**

Paso 1.- En ETABS se crea nuevo modelo y asignamos las correspondientes grillas.

Paso 2.- Para crear el material de concreto se debe seguir la ruta “Define/Material Properties”, luego se abrirá la ventana de definición de materiales “Define Materials”.

Las propiedades de las secciones a usar para el análisis son las que se muestran a continuación: Vigas, Columnas y losa aligerada.

Paso 3.- Los elementos de vigas y columnas son elementos lineales denominados Frame (Línea) que para nosotros representa elementos tipo pórtico. Esta definición lo encontramos en la ruta “Define/Section Properties/Frame Sections”

En la ventana “Frame Properties”, agregar nueva propiedad en la ventana “Add New Properties” de tipo rectangular para columnas y vigas.

PASO 4.- Para definir el elemento del tipo Shell que son las losas aligeradas, esta definición lo encontramos en la ruta “Define/Section Properties/Slab Sections”

En la ventana “Slab Properties”, agregar nueva propiedad en la ventana “Add New Properties”.

Paso 5.- Se procede con el modelado del edificio después de definir los elementos estructurales.

Paso 6.- Asignar el apoyo tipo empotrado en la base de la Edificación en la ventana “Assing/Joint/Restraints”

Paso 7.- Definir y asignar los patrones de carga viva y carga muerta usando el comando “Define/Load Patters”



Paso 8.- Definir y asignar la carga sísmica según la N.T.P. E.030-2018, usando el comando “Define/Mass Source/Add New Mass Source ”

Paso 9.- Asignar las cargas vivas y muertas para la losa usando el comando “Assing/Shell Loads/ Uniform”

Paso 10.- Crear los diafragmas rígidos usando el comando “Define/Diaphragms/Add New Diaphragm”

Paso 11.- Asignar los diafragmas rígidos que se define, usando el comando “Assign/Joint/Diaphragms”

Paso 12.- Asignar brazo rígido que se define, usando el comando “Assign/Frame/End Length Offsets”

Paso 14.- Definir el espectro de diseño, usando el comando “Define/Funtions/Response Spectrum”

Paso 15.- Asignar los casos de carga para las direcciones en “X” e “Y”, usando el comando “Define/Load Cases/Response Spectrum...”

Paso 16.- Para terminar con el procesamiento de datos ejecutamos el programa con la opción Run Analysis o con la tecla F5.

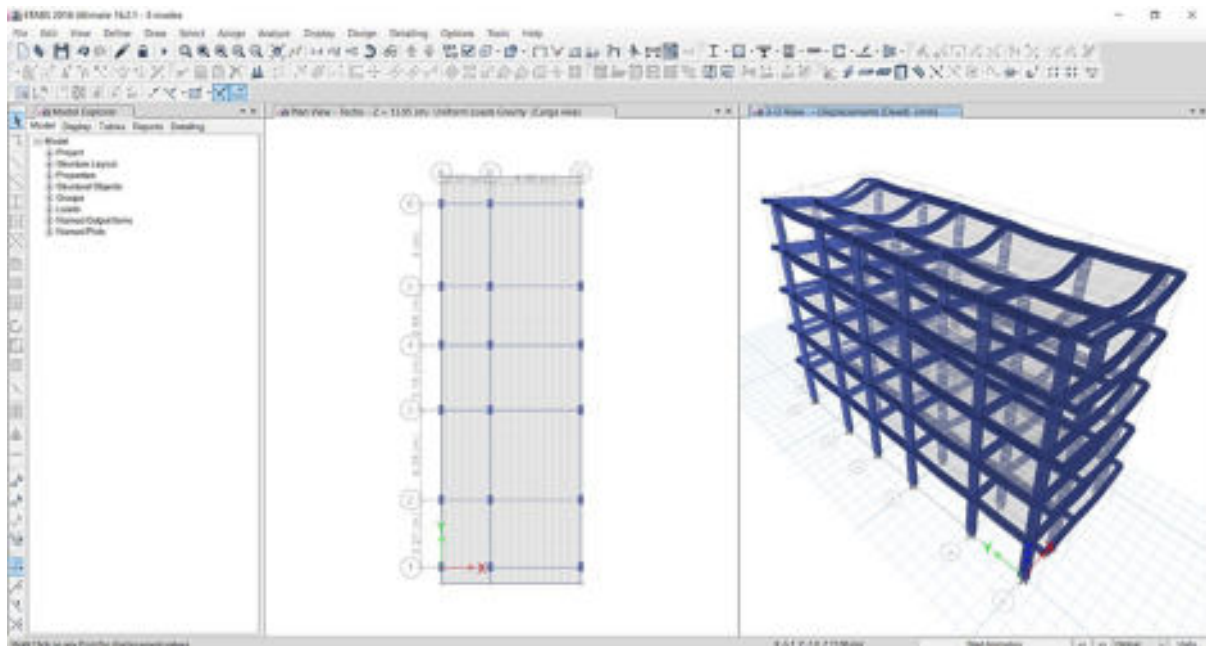


Figura 30. Modelo terminado y procesado en el software ETABS



### 3.6.1.2 Modelamiento de elementos finitos tipo solido en SAP 2000

Paso 1.- Crear grillas en el AutoCAD de acuerdo a la distancia de las columnas y vigas que se tengan en la vista en planta para posteriormente colocarlas al SAP2000.

Paso 2.- Abrir un archivo nuevo en SAP2000 presionando OK en la opción de “Quick Grid Lines”, para posteriormente configurar las grillas de acuerdo con las distancias obtenidas en el AutoCAD, en la opción “edit grid data”.

Paso 3.- Definir el material a usar en este caso concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en la opción de “define materials” con un módulo de elasticidad del concreto de 217370.65 kg/cm<sup>2</sup>, módulo de Poisson,  $U=0.15$  y resistencia a la compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

Paso 4.- Definir las cargas participantes en el modelado como la carga muerta, carga viva, carga de techo y peso propio de la estructura en la opción de “Define Load Patterns”.

Paso 5.- Definición de participación de masas en la opción “Mass Source Data” para la norma E.030 es el 100% del peso propio, 25% para edificaciones de categoría C y para techos es de 25% también.

Paso 6.- Definimos el espectro de diseño proporcionado por la norma E.030 de Diseño Sismorresistente de acuerdo con los parámetros que caractericen a la edificación como zona, tipo de suelo, irregularidad en planta, irregularidad en altura y factor de reducción.

Paso 7.- Definimos el tipo de carga dinámico tanto en el sentido “X e Y” aplicando el espectro de diseño creado.

Paso 8.- Se define el criterio de combinación para la respuesta máxima elástica esperada correspondiente al efecto conjunto debido a los modos de vibración usando la combinación cuadrática completa “CQC” colocando U1 para el sentido X y U2 para el sentido Y en Load Name.

Paso 9.- Definimos las combinaciones de carga de acuerdo a la norma E.060 Artículo 9.2 de resistencia requerida.

Paso 10.- Creamos áreas para posteriormente extruirlas mediante el tipo “solido” estas áreas deben cubrir las columnas, vigas y losa. Estas áreas deben de mínimo espesor de 1mm a menos.

Paso 11.- Crearemos los sólidos a añadirse durante el modelamiento mediante la opción “Solid Properties” estos se asignan al momento de hacer la extrusión de los elementos estructurales siempre asignando el tipo de material que creamos que es del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>.





Paso 12.- Asignamos las áreas a los elementos estructurales que correspondan con la opción “Quick Draw Area”

Paso 13.- Para extruir las áreas entramos a la opción “Extrude Areas To Solids” previa selección de áreas que queremos extruir seleccionando el sólido donde corresponda en este caso las columnas.

Paso 14.- Para discretizar los sólidos se tiene que tener cuidado ya que todos los cubos discretizados deben coincidir totalmente en sus lados ya sea de vigas, columnas y para existenteizar esto se selecciona previamente el sólido a discretizar del elemento estructural al que pertenezca en la opción “Edit/Divide Solids”.

Paso 15.- Una vez discretizado en elementos finitos de tipo solido toda la estructura se procede a colocar el tipo de apoyo de la estructura en la base, para nuestro caso es empotrado y se coloca seleccionando los cubos solidos de la base previamente.

Paso 16.- Creamos el diafragma rígido para asignar a cada losa con la opción “Assign Joint Constrains/Define Constrains/ Diaphragm Constraint” y esta se asigna previa selección del nivel donde está ubicada la losa.

Paso 17.- Ejecutamos el programa para existenteizar los análisis correspondientes con la tecla F5 o con la opción “Run Análisis” presionando en “Run Now”.

Paso 18.- Para poder ver los resultados de desplazamientos causados por sismo en la estructura se entra a la opción “Show Deformed Shape” seleccionando el tipo de caso de carga en nuestro caso asignamos SDX y SDY.

Paso 19.- Para poder observar los esfuerzos mediante la opción “Display/Show forces,Stresses/Solids” que se tienen en nuestro modelamiento es necesario saber las siguientes denominaciones del SAP2000 para poder ver estos esfuerzos:

S11: Esfuerzo por unidad de área actuando en la mitad de la superficie de las caras 1 (Positiva y negativa) alrededor del eje 1.

S22: Esfuerzo por unidad de área actuando en la mitad de la superficie de las caras 2 (Positiva y negativa) alrededor del eje 2.

S12: Esfuerzo por unidad de área actuando en la mitad de la superficie de las caras 1 (positiva y negativa) alrededor del eje 2 y en las caras 2 (positiva y negativa) alrededor del eje 1.

SMAX: Esfuerzo Máximo principal por unidad de longitud actuando en la mitad de la superficie. Por definición se orienta donde la esfuerzo S12 se hace cero.



SMIN: Esfuerzo Mínimo principal por unidad de longitud actuando en la mitad de la superficie. Por definición se orienta donde la esfuerzo S12 se hace cero.

S13: Esfuerzo de Corte por unidad de área fuera del plano del Shell actuando en la mitad de la superficie de las caras 1 (Positiva y negativa) en dirección 3.

S23: Esfuerzo de corte por unidad de área fuera del plano del Shell actuando en la mitad de la superficie de las caras 2 (Positiva y negativa) en dirección 3.

SMAX: Esfuerzo de Corte Máximo por unidad de área fuera del plano del Shell actuando en la mitad de la superficie en dirección 3.

### 3.6.1.3 Edificación Modelo para la Evaluación Sísmica

#### 3.6.1.3.1 Etapa 1: Peligro Sísmico

Depende del lugar y las características del terreno de fundación del proyecto y no de las características de la edificación, para la investigación se tomó los 3 tipos de suelo que establece la Norma Técnica E.030 del año 2018 para el análisis de las edificaciones existentes y propuestas de forma rectangular, cruz, U, L, T y O.

Tabla 29. Peligro sísmico

<b>Factor De Zona Z</b>	0.25
<b>Perfil de Suelo</b>	1.0, 1.2, 1.4
<b>Parámetros de Sitio</b>	0.4 - 1.6 segundos
<b>Factor de Amplificación Sísmica</b>	-T < T <sub>p</sub> C=2.5 -T <sub>p</sub> < T < T <sub>L</sub> C=2.5*(T <sub>p</sub> /T) -T > T <sub>L</sub> C=2.5*(T <sub>p</sub> *T <sub>L</sub> /T <sup>2</sup> )

#### 3.6.1.3.2 Etapa 2: Caracterización Del Edificio:

Dependen de las características de la edificación como son su categoría, sistema estructural y configuración irregular o regular, para la investigación todas las edificaciones son de categoría C “Edificaciones Comunes” tipo vivienda, aporricadas.

Tabla 30. Caracterización del edificio

<b>Categoría de la Edificación y Factor de Uso</b>	Vivienda - 1.00
<b>Sistema Estructural</b>	Aporticado
<b>Coefficiente Básico de Reducción de Fuerzas</b>	8
<b>Factor de Irregularidad en Altura</b>	1
<b>Factor de Irregularidad en Planta</b>	0.5 - 1.0
<b>Restricciones a la Irregularidad</b>	Ninguno
<b>Medida de las Columnas</b>	Base=45 cm Altura=45 cm
<b>Medidas de las Columnas en forma de L</b>	Base=0.25 cm Altura=0.50 cm
<b>Medida de las Vigas</b>	Base=30 cm Altura=45 cm
<b>Altura de la Losa</b>	20 cm
<b>Alturas de entrepiso</b>	
<b>Primer nivel</b>	3.00 m
<b>Segundo nivel</b>	2.70 m
<b>Tercer nivel</b>	2.70 m
<b>Cuarto nivel</b>	2.70 m
<b>Quinto nivel</b>	2.70 m

### 3.6.1.3.3 Etapa 3: Análisis Estructural:

Se basa en criterios para la elaboración del modelo de la estructura.

### 3.6.1.3.4 Modelo de análisis:

Consideramos las secciones brutas ignorando la fisuración y el refuerzo.

Modelo basado en las mediciones realizadas a las edificaciones existentes como distancia entre columnas, alturas de entrepiso, altura y base de columnas, vigas y losas.

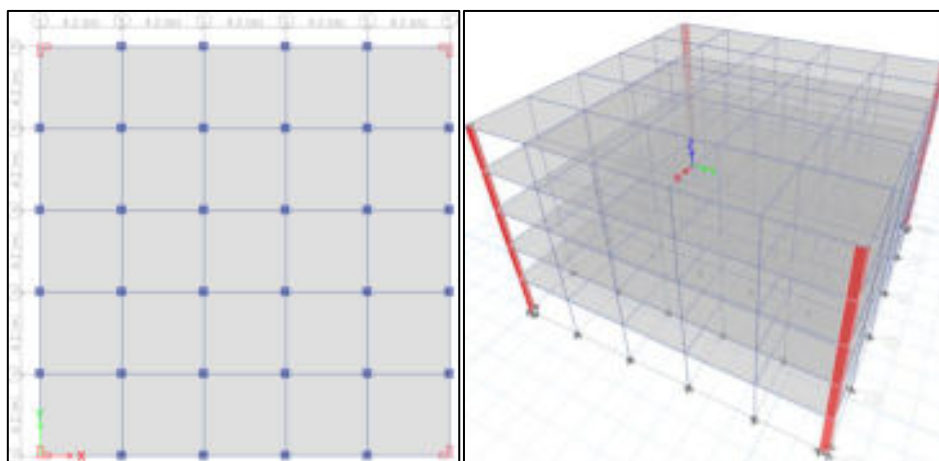


Figura 31. Modelo de Análisis

### 3.6.1.3.5 Estimación del Peso

Para el cálculo de la fuerza sísmica adicionado a la carga permanente total y un porcentaje de la carga viva que depende del uso y categoría de la edificación, se usó el 25% de la carga viva



y carga de techo ya que se estudió edificaciones de categoría C de uso “Vivienda” por lo tanto se usó la siguiente distribución de cargas para la edificación modelo, edificaciones existentes y propuestas.

- Carga viva 200 kg/m<sup>2</sup>
- Carga de techo 100 kg/m<sup>2</sup>
- Concreto (columnas, losas y vigas) 2400 kg/m<sup>3</sup>
- Peso de losa de un espesor de 0.20 m



Figura 32. Losa típica para estimación de peso

$$0.05 * 1.00 * 1.00 + 0.10 * 0.15 * 3.00 = 0.095 \text{ m}^3$$

$$0.095 \text{ m}^3 * 2400 \text{ kg/m}^3 = 228 \text{ kg/m}^2.$$

#### - Peso de bloqueta para techo por m<sup>2</sup>

CL: Cantidad de bloquetas por m<sup>2</sup>

$$CL = \frac{0.15 * 0.70 * 1.00}{0.30 * 0.30 * 0.15}$$

$$CL = 7.78 \text{ ladrillos.}$$

$$PL = CL * \text{Peso por unidad de ladrillo}$$

$$PL = 7.78 * 7.15 \text{ kg}$$

$$PL = 55.63 \text{ kg/m}^2.$$

#### - Ladrillos de poliestireno:

$$CL = \frac{0.15 * 0.70 * 1.00}{1.20 * 0.30 * 0.15}$$

$$CL = 0.084 \text{ und} * 0.15 \text{ kg}$$

$$CL = 0.126 \text{ kg/m}^2$$



- **Cerámica:**  $2400 \text{ kg/m}^3 * 0.0075 * 1.00 * 1.00 \text{ m}^3 = 18 \text{ kg/m}^2$
- **Piso terminado:**  $Pt = 2300 \text{ kg/m}^3 * 0.05 * 1.00 * 1.00 \text{ m}^3 = 115 \text{ kg/m}^2$
- **Tarrajeo yeso cielo raso:**  $1000 \text{ kg/m}^3 * 0.015 * 1.00 * 1.00 \text{ m}^3 = 15 \text{ kg/m}^2$
- **Muros**

$$CL = \frac{1}{(L + Jh) * (H + Jv)} \dots\dots (Ec. 25)$$

CL: Cantidad de blocker por m<sup>2</sup>

L: Longitud del blocker (m)

Jh: Espesor junta horizontal (m)

H: Altura del blocker (m)

Jv: Espesor junta vertical (m)

$$CL = \frac{1}{(0.30 + 0.015) * (0.20 + 0.015)}$$

$$CL = \frac{1}{(0.315) * (0.215)}$$

$$CL = 14.76 \text{ und/m}^2$$

$$PL = CL * \text{peso por unidad de blocker}$$

$$PL = 14.76 * 3.90 \text{ kg}$$

$$PL = 57.56 \text{ kg/m}^2.$$

**- Mortero Horizontal**

$$0.015 * 0.30 * 0.10 = 0.00045 \text{ m}^3$$

$$14.76 \text{ und/m}^2 * 0.00045 \text{ m}^3 * 2000 \text{ kg/m}^3 = 13.28 \text{ kg/m}^2.$$

**- Mortero Vertical**

$$0.015 * 0.20 * 0.10 = 0.0003 \text{ m}^3$$

$$14.76 \text{ und/m}^2 * 0.0003 \text{ m}^3 * 2000 \text{ kg/m}^2 = 8.85 \text{ kg/m}^2$$



- **Tarrajeo en muros (yeso):**  $1000 \text{ kg/m}^3 * 0.015 * 1.00 * 1.00 \text{ m}^3 = 15 \text{ kg/m}^2$ , el enlucido o tarrajeo en muros se realiza en ambas caras, por lo tanto, se consideró  $30 \text{ kg/m}^2$ .

- **Peso total de muros**

$$57.56 + 13.28 + 8.85 + 30.00 = 109.69 \text{ kg/m}^2$$

- **Peso del tabique en kg/m**

$$\text{Altura promedio de muro} = 2.25 \text{ m}$$

$$109.69 \text{ kg/m}^2 * 2.25 \text{ m} = 246.80 \text{ kg/m}$$

Como el peso de tabique en kg/m es de 246.80 ingresamos a la siguiente tabla con ese dato para obtener la carga equivalente en Kg/m<sup>2</sup>, de donde la carga equivalente será 90 kg/m<sup>2</sup>.

Tabla 31. Peso de tabiques

Pesos de Tabiques	
Peso del Tabique (kg/m)	Carga Equivalente (kg/m <sup>2</sup> )
<74	30
75 - 149	60
150 – 249	90
250 – 399	150
400 – 549	210
550 – 699	270
700 – 849	330
850 - 1000	390

Fuente: Instituto Nacional de Investigación (1985). Pesos de Tabiques [Tabla]. Recuperado de NTE E.020 Cargas

### 3.6.1.3.6 Análisis Estático

Se calculó la fuerza cortante en la base en las direcciones de los ejes X y Y, el valor de amplificación sísmica que depende del periodo de vibración de la edificación, distribución de la fuerza sísmica en cada dirección, aplicar las fuerzas al centro de masa en las edificaciones existentes y propuestas de forma rectangular, cruz, U, L, T y O.

El análisis estático se hizo para edificaciones de 1, 2, 3, 4 y 5 niveles incluyendo en este análisis también los suelos tipo S1, S2 y S3, es decir, para la edificación de 1 nivel se hizo el análisis estático con los 3 tipos de suelo y así de la misma forma se realizó con el de 2, 3, 4 y 5 niveles en las edificaciones existentes y propuestas de forma rectangular, cruz, U, L, T y O.

Tabla 32. Análisis estático para 5 niveles, tipo de suelo S1

Tipo de Suelo=	S1					
Z=	0.25					
U=	1					
S=	1					
C=	1.912					
Ro=	8					
la=	1					
lp=	1					
R=	8.00					
Tp=	0.40					
Tl=	2.50					

Peso (Tn)=	1713.410
ZUCS/R	0.0598
Vs (Tn)=	102.376

C/R=	0.239
C/R ≥ 0.11	

Periodo de Vibración (s)	0.523
--------------------------	-------

NIVEL	hi (m)	Pi (Tn)	K	hi*Pi	α	Fi (Tn)
1	3.00	376.550	1.0115	1144.013	0.080	8.143
2	5.70	343.030	1.0115	1994.801	0.139	14.198
3	8.40	343.030	1.0115	2952.845	0.205	21.017
4	11.10	343.030	1.0115	3914.500	0.272	27.862
5	13.80	307.770	1.0115	4377.377	0.304	31.156
<b>TOTAL=</b>				14383.535		102.376

a. **Periodo de vibración en el eje X:** Para hallar el periodo de vibración en su primer modo en la dirección X, el desplazamiento lateral del centro de masa del nivel correspondiente debe presentarse en traslación pura (restringiendo los nodos para evitar traslación en planta hacia el eje Y).

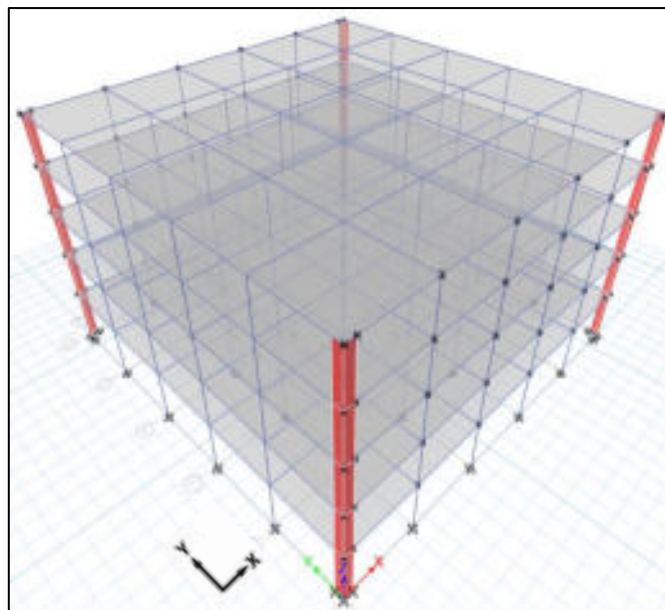


Figura 33. Restricción de nodos en el eje Y

b. **Periodo de vibración en el eje Y:** Para hallar el periodo de vibración en su primer modo en la dirección Y, el desplazamiento lateral del centro de masa del nivel correspondiente debe presentarse en traslación pura (restringiendo los nodos para evitar traslación en planta hacia el eje X).

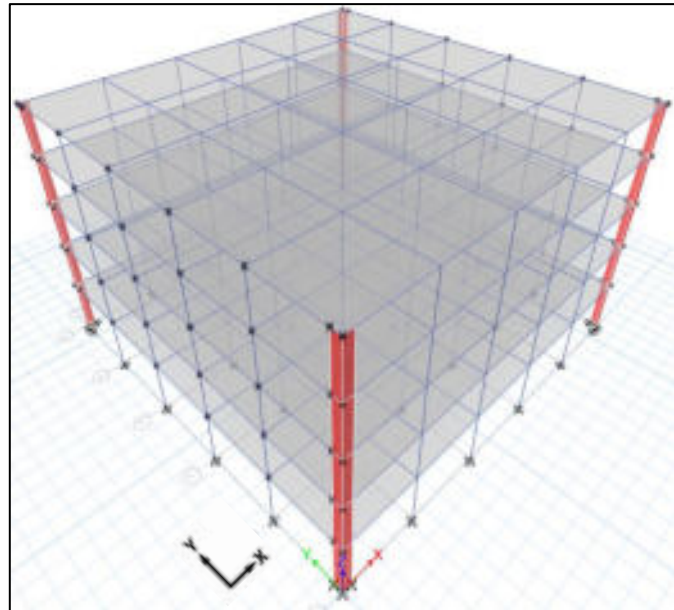


Figura 34. Restricción de nodos en el eje X

### 3.6.1.3.7 Análisis Dinámico

Se determinó los modos de vibración, correspondientes periodos de vibración y masas participantes, por lo tanto, el espectro inelástico de pseudo aceleraciones para cada dirección de análisis, desplazamientos absolutos máximos, cortantes dinámicas y finalmente se calculó la cortante mínima que es el 80% en estructuras regulares y el 90% en irregulares sin escalar los resultados para los desplazamientos.

El espectro inelástico de pseudo-aceleraciones se calculó para la ciudad del Cusco, calculando los análisis respectivos para su aplicación variando en diferentes edificaciones aporticadas, dependiendo de la forma, los factores de suelo e irregularidad en planta por lo tanto se modifica el factor R (factor de reducción en base al sistema estructural) en edificaciones existentes y propuestas.

$$S_a = ZUCS * g/R \dots (Ec. 26)$$





Considerando que la Norma Técnica E.030 del año 2018 establece que la fuerza cortante dinámica no puede ser menor que el 80% del valor calculado de la cortante estática para estructuras regulares, se observa en la tabla, la edificación estudiada cumple con lo establecido en la norma y no es necesario aplicar los factores de corrección.

Tabla 33. Análisis estático y dinámico en los ejes X y Y de la edificación modelo de 25 paños por niveles

ELEVACIÓN		PLANTA		ANÁLISIS ESTÁTICO Y DINÁMICO DE LA EDIFICACIÓN MODELO DE 25 PAÑOS POR NIVEL																												
		Factor Cortante				Z=	0.25	Ia=	1	Factor Cortante				Z=	0.25	Ia=	1	Factor Cortante				Z=	0.25	Ia=	1							
		Mínima(0.80 o 0.90)				U=	1	Ip=	1	Mínima(0.80 o 0.90)				U=	1	Ip=	1	Mínima(0.80 o 0.90)				U=	1	Ip=	0.75							
		0.8				S=	1	R=	8	0.8				S=	1.2	R=	8	0.8				S=	1.4	R=	6							
		0.8				C=	1.912	Tp=	0.4	0.8				C=	2.5	Tp=	0.6	0.8				C=	2.5	Tp=	1							
				Ro=				8	Tl=	2.5					Ro=				8	Tl=	2					Ro=				8	Tl=	1.6
		SUELO TIPO S1										SUELO TIPO 2										SUELO TIPO 3										
N° de Pisos	h Total de la Edif. (m)	T en el Eje X (s)	T en el Eje Y (s)	Peso Total (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)				
1	3.00	0.12	0.12	352.31	27.52	27.52	27.52	27.52	22.02	22.02	33.03	33.03	33.03	33.03	26.42	26.42	38.53	38.53	38.53	38.53	30.83	30.83	38.53	38.53	38.53	38.53	30.83	30.83				
2	5.70	0.21	0.21	695.34	54.32	54.32	49.22	48.95	43.46	43.46	65.19	65.19	59.06	58.73	52.15	52.15	76.05	76.05	68.90	68.52	60.84	60.84	76.05	76.05	68.90	68.52	60.84	60.84				
3	8.40	0.32	0.32	1038.37	81.12	81.12	70.76	70.35	64.90	64.90	97.35	97.35	84.91	84.42	77.88	77.88	113.57	113.57	99.07	98.49	90.86	90.86	113.57	113.57	99.07	98.49	90.86	90.86				
4	11.10	0.42	0.42	1381.40	102.78	102.78	92.25	88.15	82.23	82.23	129.51	129.51	110.70	110.10	103.61	103.61	151.09	151.09	129.15	128.45	120.87	120.87	151.09	151.09	129.15	128.45	120.87	120.87				
5	13.80	0.52	0.52	1713.41	102.38	102.38	92.07	87.17	81.90	81.90	160.63	160.63	135.65	134.98	128.51	128.51	187.40	187.40	158.26	157.48	149.92	149.92	187.40	187.40	158.26	157.48	149.92	149.92				

### 3.6.1.3.8 Etapa 4: Validación de la estructura

De acuerdo con los resultados se determinó si la estructura planteada es válida, para lo cual debe cumplir con los requisitos de regularidad y rigidez indicados.

### 3.6.1.3.9 Revisión de las hipótesis de análisis

Verificación de irregularidad y factor R. Con los resultados de los análisis se revisó los factores de irregularidad aplicados, en base a estos se verificó si los valores de R se mantuvieron o se modificaron en las edificaciones existentes autoconstruidas y propuestas de forma rectangular, cruz, U, L, T y O.

### 3.6.1.3.10 Irregularidad en Altura (Ia)

**a. Irregularidad de rigidez-piso blando y extrema de rigidez:** De acuerdo al análisis realizado se ha observado que la edificación modelo de 25 paños no presenta irregularidad de rigidez ni extrema de rigidez.



Tabla 34. Análisis de irregularidad de rigidez-piso blando

Irregularidad de rigidez - Piso blando					SI, $FR=K1/K2<0.7$			FACT.IP		
Irregularidad Extrema de Rigidez					SI, $FR=K1/K2<0.6$			0.75		
					SI, $FR=K1/K2<0.6$			0.50		
					ANÁLISIS EN EL EJE X			ANÁLISIS EN EL EJE Y		
PISO	VX (Tn)	VY (Tn)	$\Delta CM X$ (mm)	$\Delta CM Y$ (mm)	$\Delta CM$ Relativo (mm)	$K=V/\Delta X$ (Tn/mm)	F.R	$\Delta CM$ Relativo (mm)	$K=V/\Delta X$ (Tn/mm)	F.R
1	38.53	38.53	0.366	0.388	0.37	105.28	1.00	0.39	99.31	1.00
2	43.43	43.53	1.379	1.505	0.68	64.25		0.76	57.66	
1	68.90	68.52	0.703	0.75	0.70	98.01	1.53	0.75	91.36	1.58
3	45.84	46.03	3.105	3.435	0.76	60.08		0.88	52.60	
2	80.16	79.99	2.342	2.56	1.26	63.87	1.06	1.39	57.43	1.09
1	99.07	98.49	1.087	1.167	1.09	91.14	1.43	1.17	84.39	1.47
4	46.98	47.16	5.518	6.147	0.83	56.33		0.96	49.23	
3	86.27	86.26	4.684	5.189	1.38	62.56	1.11	1.56	55.22	1.12
2	114.20	113.86	3.305	3.627	1.85	61.90	0.99	2.05	55.43	1.00
1	129.15	128.45	1.46	1.573	1.46	88.46	1.43	1.57	81.66	1.47
5	46.11	46.27	8.545	9.558	0.85	54.56		0.97	47.60	
4	88.57	88.61	7.7	8.586	1.48	59.68	1.09	1.69	52.59	1.10
3	122.20	122.05	6.216	6.901	2.00	61.13	1.02	2.26	53.93	1.03
2	145.83	145.38	4.217	4.638	2.40	60.87	1.00	2.67	54.45	1.01
1	158.26	157.48	1.821	1.968	1.82	86.91	1.43	1.97	80.02	1.47

b. **Irregularidad de resistencia-piso débil y extrema de resistencia:** De acuerdo al análisis realizado se ha observado que la edificación modelo de 25 paños no presenta irregularidad de piso débil ni extrema de resistencia debido a que el área de cada columna no varía en niveles adyacentes.

Tabla 35. Análisis de irregularidad de resistencia – piso débil y extrema de resistencia

Irregularidad de resistencia - Piso débil				SI, $FR=R1/R2<0.8$			FACT. IP=	
Irregularidad Extrema de Resistencia				SI, $FR=R1/R2<0.65$			0.75	
PISO	Vx	Vy	FR EN EJE X	FR EN EJE Y	OBS EN EJE X	OBS EN EJE Y	0.50	
5	448.94	435.02						
4	464.19	449.90	1.03	1.03	REGULAR	REGULAR		
3	478.90	464.25	1.03	1.03	REGULAR	REGULAR		
2	496.33	480.98	1.04	1.04	REGULAR	REGULAR		
1	511.74	496.38	1.03	1.03	REGULAR	REGULAR		

c. **Irregularidad de masa o peso:** De acuerdo al análisis realizado se ha observado que la edificación modelo de 25 paños no presenta irregularidad masa o peso debido a que la edificación la distribución de columnas, vigas y losa etc. Es igual en todos los niveles.

Tabla 36. Análisis de irregularidad de masa o peso

Irregularidad de Masa o Peso						FACT. IP=		
SI, $FR= R1/R2> 1.5$ ENTONCES LA EDIFICACIÓN ES IRREGULAR						0.9		
PISO	PESO X (Tn)	PESO Y (Tn)	FR EN EJE X	FR EN EJE Y	OBS EN EJE X	OBS EN EJE Y		
5	307.77	307.77						
4	343.03	343.03	1.11	1.11	REGULAR	REGULAR		
3	343.03	343.03	1.00	1.00	REGULAR	REGULAR		
2	343.03	343.03	1.00	1.00	REGULAR	REGULAR		
1	376.550	376.55	1.10	1.10	REGULAR	REGULAR		



**d. Irregularidad geométrica vertical (no presenta):** Debido a que no hay reducción de la dimensión en planta en pisos adyacentes.

**e. Discontinuidad de los sistemas resistentes y extrema de sistemas resistentes (no presenta):** Debido a que no se tiene desalineamientos verticales, tanto por un cambio de orientación, como por un desplazamiento de ejes.

### 3.6.1.3.11 Irregularidad en Planta (Ip)

**a. Irregularidad torsional y torsional extrema:** No presenta esta irregularidad debido a que el centro de masa y el de rigidez coinciden en el mismo punto,  $CM = (10.50; 10.50)$  m  $CR = (10.50; 10.50)$  m.

Tabla 37. Análisis de irregularidad torsional y torsional extrema por nivel

Irregularidad torsional		SI FR>1.3		FACT. Ia	0.75											
Irregularidad torsional extrema		SI FR>1.5			0.60											
ANÁLISIS EN EL EJE X									ANÁLISIS EN EL EJE Y							
PISO	Δ X Max (mm)	Δ max Relativo (mm)	Δ Max A (mm)	Δ A Relativo (mm)	Δ Max B (mm)	Δ B Relativo (mm)	Δ Promedio de relativos A y B	FR>1.3	Δ Y Max (mm)	Δ max Relativo (mm)	Δ Max A (mm)	Δ A Relativo (mm)	Δ Max B (mm)	Δ B Relativo (mm)	Δ Promedio de relativos A y B	FR>1.3
1	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	1.000	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	1.000
2	1.43	0.70	1.43	0.70	1.43	0.70	0.70	1.000	1.55	0.78	1.55	0.78	1.55	0.78	0.78	1.000
1	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	1.000	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	1.000
3	3.22	0.79	3.22	0.79	3.22	0.79	0.79	1.001	3.55	0.91	3.55	0.91	3.55	0.91	0.91	1.000
2	2.42	1.30	2.42	1.30	2.42	1.30	1.30	1.000	2.64	1.44	2.64	1.44	2.64	1.44	1.44	1.000
1	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.000	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.000
4	5.73	0.87	5.73	0.87	5.73	0.87	0.87	1.000	6.35	0.99	6.35	0.99	6.35	0.99	0.99	1.000
3	4.86	1.43	4.86	1.43	4.86	1.43	1.43	1.000	5.36	1.62	5.36	1.62	5.36	1.62	1.62	1.000
2	3.43	1.92	3.43	1.92	3.43	1.92	1.92	1.000	3.75	2.12	3.75	2.12	3.75	2.12	2.12	1.000
1	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51	1.000	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.000
5	8.88	0.88	8.88	0.88	8.88	0.88	0.88	1.001	9.89	1.01	9.89	1.01	9.89	1.01	1.01	1.000
4	8.00	1.54	8.00	1.55	8.00	1.55	1.55	0.999	8.88	1.75	8.88	1.75	8.88	1.75	1.75	1.000
3	6.45	2.08	6.45	2.08	6.45	2.08	2.08	1.000	7.14	2.34	7.14	2.34	7.14	2.34	2.34	1.000
2	4.37	2.49	4.37	2.49	4.37	2.49	2.49	1.000	4.80	2.76	4.80	2.76	4.80	2.76	2.76	1.000
1	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.000	2.03	2.03	2.03	2.03	2.03	2.03	2.03	1.000

**b. Esquina entrante (no presenta):** Esta edificación no tiene esquina entrante en ninguna dirección (X o Y).

**c. Discontinuidad de diafragma (no presenta):** Esta edificación no presenta aberturas en sus diafragmas.



### 3.6.1.3.12 Distorsión admisible

La edificación modelo de 25 paños de forma cuadrada cumple los límites de distorsión de entrepiso en el eje X y Y, para 1, 2, 3, 4 y 5 niveles en los suelos tipo S1, S2 y S3.

Tabla 38. Análisis de variación de derivas de entrepiso

		ANÁLISIS DE DERIVAS DE ENTREPISO DE EDIFICACIÓN BASE DE 25 PAÑOS											
e (+)		Excentricidad positiva											
		Suelo tipo S1				Suelo tipo S2				Suelo tipo S3			
		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R	
Niveles de la Edificación	Alturas (m)	$\Delta X$ (mm)	$\Delta Y$ (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	$\Delta X$ (mm)	$\Delta Y$ (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	$\Delta X$ (mm)	$\Delta Y$ (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)
1	3.00	0.27	0.28	0.0005	0.0006	0.32	0.34	0.0006	0.0007	0.38	0.40	0.0008	0.0008
	2.70	1.02	1.11	0.0011	0.0012	1.22	1.33	0.0013	0.0015	1.43	1.55	0.0016	0.0017
2	3.00	0.52	0.55	0.0013	0.0011	0.62	0.66	0.0012	0.0013	0.73	0.77	0.0015	0.0015
	2.70	2.30	2.53	0.0013	0.0015	2.76	3.04	0.0015	0.0017	3.22	3.55	0.0018	0.0020
3	2.70	1.73	1.89	0.0021	0.0023	2.08	2.27	0.0025	0.0027	2.42	2.64	0.0029	0.0032
	3.00	0.80	0.86	0.0016	0.0017	0.96	1.03	0.0019	0.0021	1.12	1.20	0.0022	0.0024
	2.70	4.09	4.36	0.0014	0.0015	4.91	5.45	0.0017	0.0019	5.73	6.35	0.0020	0.0023
4	2.70	3.47	3.68	0.0023	0.0025	4.16	4.60	0.0028	0.0031	4.86	5.36	0.0032	0.0036
	2.70	2.45	2.57	0.0030	0.0032	2.94	3.21	0.0037	0.0041	3.43	3.75	0.0043	0.0047
	3.00	1.08	1.11	0.0022	0.0022	1.29	1.39	0.0026	0.0028	1.51	1.62	0.0030	0.0032
	2.70	5.14	5.44	0.0012	0.0013	7.61	8.48	0.0003	0.0020	8.88	9.89	0.0020	0.0023
5	2.70	4.63	4.89	0.0020	0.0022	6.86	7.61	0.0005	0.0034	8.00	8.88	0.0035	0.0039
	2.70	3.74	3.93	0.0027	0.0029	5.53	6.12	0.0007	0.0045	6.45	7.14	0.0047	0.0052
	2.70	2.54	2.64	0.0032	0.0034	3.75	4.11	0.0008	0.0053	4.37	4.80	0.0055	0.0061
	3.00	1.09	1.12	0.0022	0.0022	1.62	1.74	0.0005	0.0035	1.89	2.03	0.0038	0.0041
	2.70	2.70	2.70	0.0012	0.0012	3.00	3.00	0.0012	0.0012	3.00	3.00	0.0012	0.0012

Al respecto, debe precisarse que lo expuesto precedentemente corresponde al procedimiento general desarrollado para todo tipo de edificaciones estudiadas en esta investigación, sin embargo, resulta necesario detallar los diferentes modelos de edificaciones existentes y propuestas analizados para la presente investigación:

- **Grupo de modelamiento 01:** 01 edificación aporticada existente irregular de 5 pisos en el distrito de San Jerónimo por cada una de las siguientes formas: rectangular, U y L, analizada por nivel en relación a los tipos de suelos S1 (roca o suelos muy rígidos), S2 (suelos intermedios) y S3 (suelos blandos).
- **Grupo de modelamiento 02:** 02 edificaciones aporticadas irregulares propuestas con medidas existentes de 1 a 5 pisos por cada una de las siguientes formas: rectangular, cruz, U, L, T y O, analizadas por nivel en relación a los tipos de suelos S1 (roca o suelos muy rígidos), S2 (suelos intermedios) y S3 (suelos blandos) para la ciudad del Cusco.
- **Grupo de modelamiento 03:** 02 edificaciones aporticadas irregulares propuestas optimizadas de 1 a 5 pisos por cada una de las siguientes formas: rectangular, cruz, U, L, T y O, analizadas por nivel en relación a los tipos de suelos S1 (roca o suelos muy rígidos), S2 (suelos intermedios) y S3 (suelos blandos) para la ciudad del Cusco.



### 3.6.1.3.13 Edificaciones existentes

Tabla 39. Edificación existente de forma rectangular


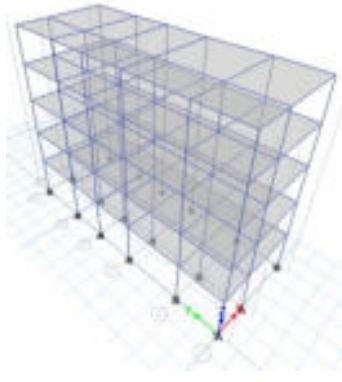
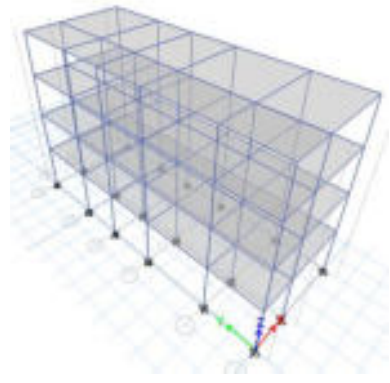
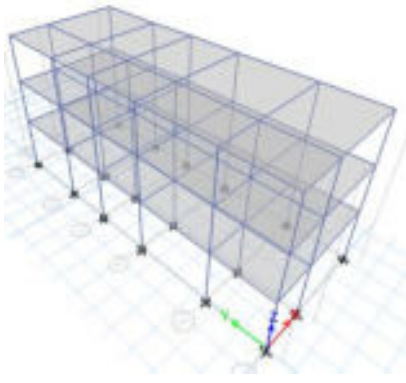
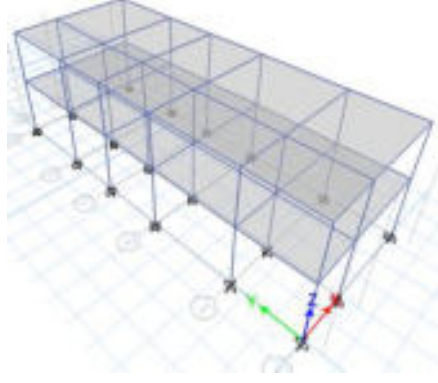
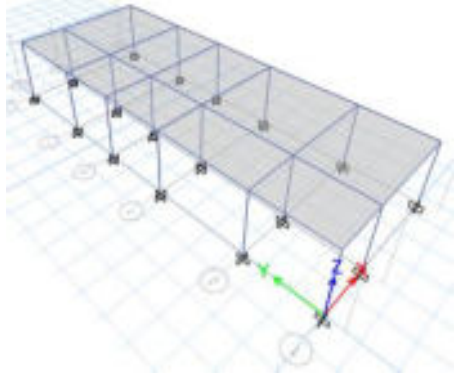
<b>Edificación Existente en Forma Rectangular</b>	
<b>Vista en Planta</b>	<b>5 Niveles – Vista 3d</b>
	
<b>4 Niveles – Vista 3d</b>	<b>3 Niveles – Vista 3d</b>
	
<b>2 Niveles – Vista 3d</b>	<b>1 Nivel – Vista 3d</b>
	



Tabla 40. Edificación existente en forma de U

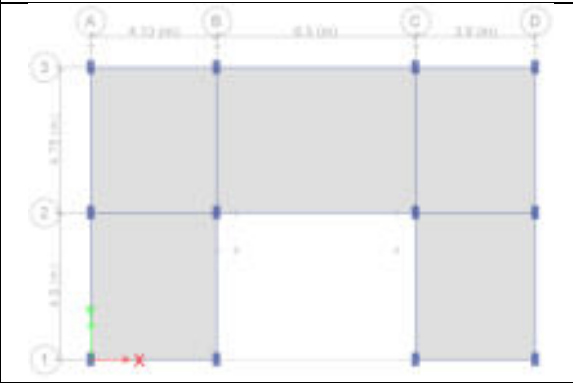
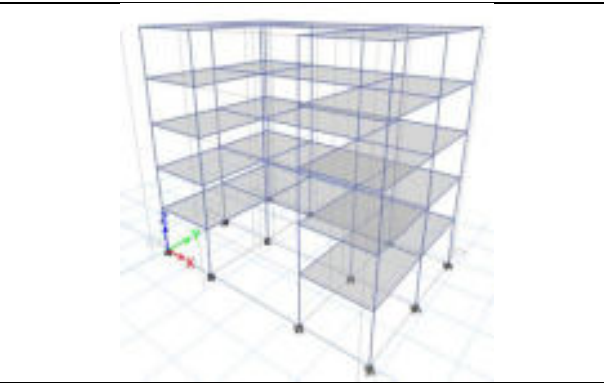
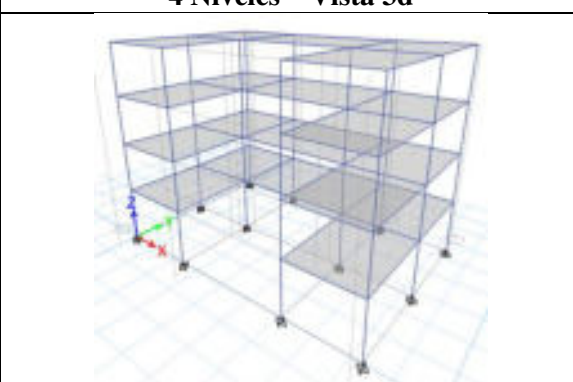
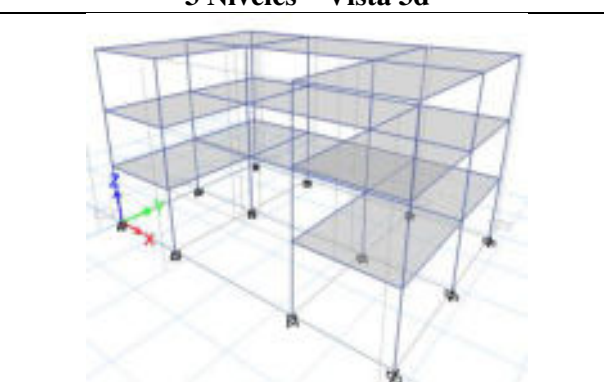
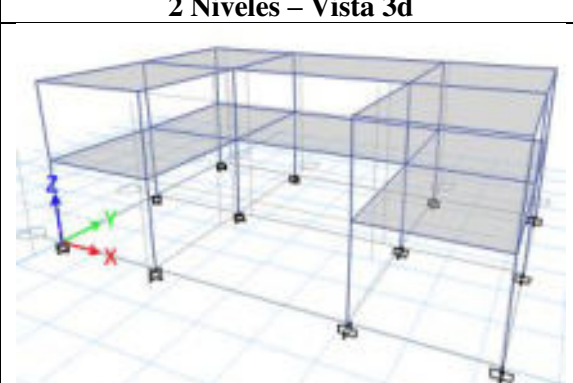
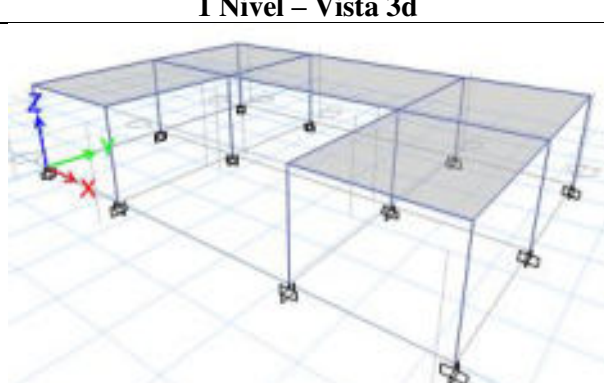

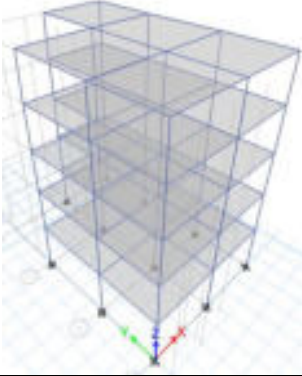
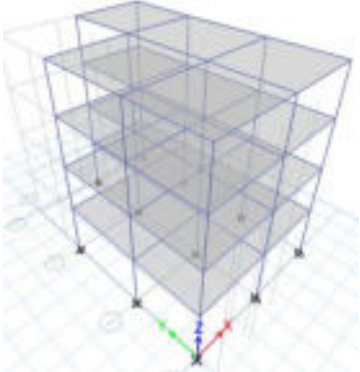
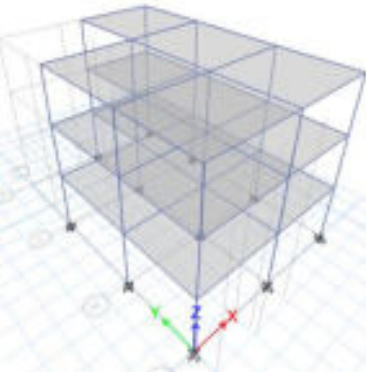
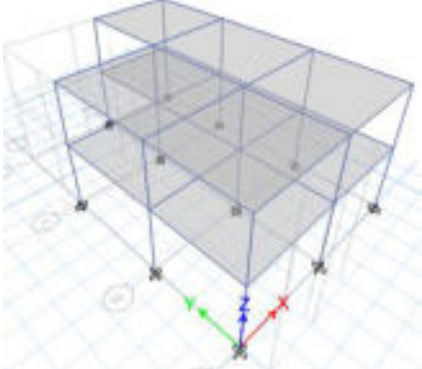
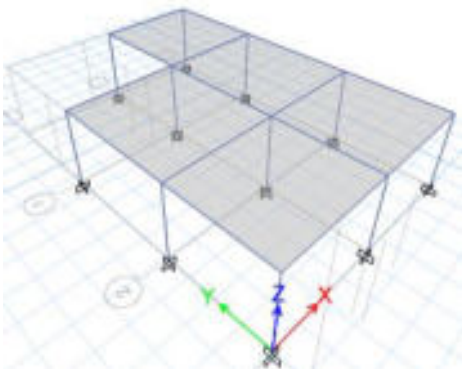
Edificación Existente en Forma de U	
<b>Vista en Planta</b> 	<b>5 Niveles – Vista 3d</b> 
<b>4 Niveles – Vista 3d</b> 	<b>3 Niveles – Vista 3d</b> 
<b>2 Niveles – Vista 3d</b> 	<b>1 Nivel – Vista 3d</b> 



Tabla 41. Edificación existente en forma de L

<b>Edificación Existente en Forma de L</b>	
<b>Vista en Planta</b>	<b>5 Niveles – Vista 3d</b>
	
<b>4 Niveles – Vista 3d</b>	<b>3 Niveles – Vista 3d</b>
	
<b>2 Niveles – Vista 3d</b>	<b>1 Nivel – Vista 3d</b>
	

### 3.6.1.3.14 Edificaciones propuestas

Tabla 42. Edificaciones rectangulares propuestas

<b>Edificación Propuestas en Forma Rectangular</b>	
<b>Edificación en Forma Rectangular De 5 Paños</b>	<b>Edificación en Forma Rectangular de 10 Paños</b>
<b>Vista en Planta</b>	<b>Vista en Planta</b>
<b>5 Niveles – Vista 3d</b>	<b>5 Niveles – Vista 3d</b>
<b>4 Niveles – Vista 3d</b>	<b>4 Niveles – Vista 3d</b>
<b>3 Niveles – Vista 3d</b>	<b>3 Niveles – Vista 3d</b>
<b>2 Niveles – Vista 3d</b>	<b>2 Niveles – Vista 3d</b>
<b>1 Nivel – Vista 3d</b>	<b>1 Nivel – Vista 3d</b>



Tabla 43. Edificaciones propuestas en forma de cruz

<b>Edificación Propuestas en Forma de Cruz</b>	
<b>Edificación en Forma de Cruz de 9 Paños</b>	<b>Edificación en Forma de Cruz de 16 Paños</b>
<b>Vista en Planta</b>	<b>Vista en Planta</b>
<b>5 Niveles – Vista 3d</b>	<b>5 Niveles – Vista 3d</b>
<b>4 Niveles – Vista 3d</b>	<b>4 Niveles – Vista 3d</b>
<b>3 Niveles – Vista 3d</b>	<b>3 Niveles – Vista 3d</b>
<b>2 Niveles – Vista 3d</b>	<b>2 Niveles – Vista 3d</b>
<b>1 Nivel – Vista 3d</b>	<b>1 Nivel – Vista 3d</b>



Tabla 44. Edificaciones propuestas en forma de U

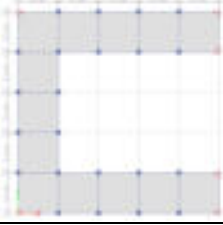
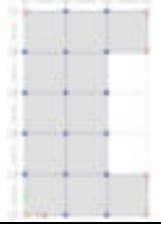
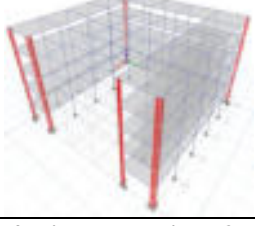
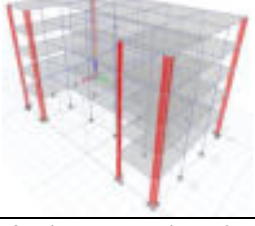
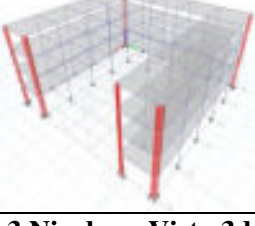
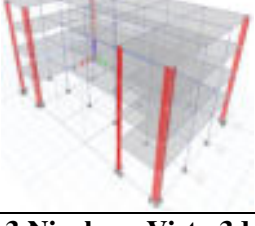
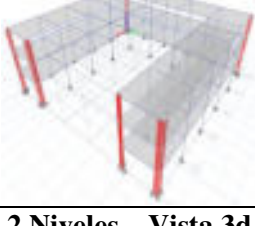
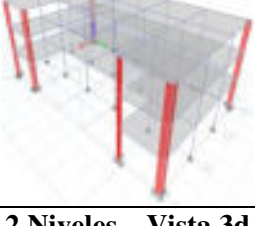
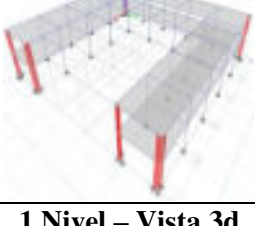
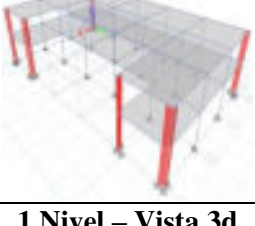
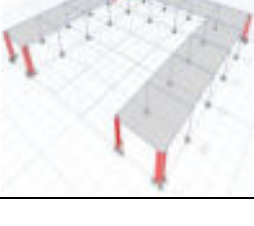
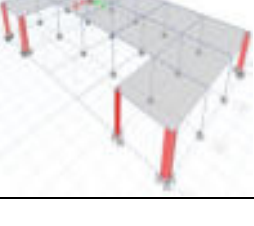
<b>Edificación Propuestas en Forma de U</b>	
<b>Edificación en Forma de U de 9 Paños</b>	<b>Edificación en Forma de U de 12 Paños</b>
<b>Vista en Planta</b>	<b>Vista en Planta</b>
	
<b>5 Niveles – Vista 3d</b>	<b>5 Niveles – Vista 3d</b>
	
<b>4 Niveles – Vista 3d</b>	<b>4 Niveles – Vista 3d</b>
	
<b>3 Niveles – Vista 3d</b>	<b>3 Niveles – Vista 3d</b>
	
<b>2 Niveles – Vista 3d</b>	<b>2 Niveles – Vista 3d</b>
	
<b>1 Nivel – Vista 3d</b>	<b>1 Nivel – Vista 3d</b>
	



Tabla 45. Edificaciones propuestas en forma de L

<b>Edificación Propuestas en Forma de L</b>	
<b>Edificación en Forma de L de 9 Paños</b>	<b>Edificación en Forma de L de 14 Paños</b>
<b>Vista en Planta</b>	<b>Vista en Planta</b>
<b>5 Niveles – Vista 3d</b>	<b>5 Niveles – Vista 3d</b>
<b>4 Niveles – Vista 3d</b>	<b>4 Niveles – Vista 3d</b>
<b>3 Niveles – Vista 3d</b>	<b>3 Niveles – Vista 3d</b>
<b>2 Niveles – Vista 3d</b>	<b>2 Niveles – Vista 3d</b>
<b>1 Nivel – Vista 3d</b>	<b>1 Nivel – Vista 3d</b>



Tabla 46. Edificaciones propuestas en forma de T

<b>Edificación Propuestas en Forma de T</b>	
<b>Edificación en Forma de T de 9 Paños</b>	<b>Edificación en Forma de T de 16 Paños</b>
<b>Vista en Planta</b>	<b>Vista en Planta</b>
<b>5 Niveles – Vista 3d</b>	<b>5 Niveles – Vista 3d</b>
<b>4 Niveles – Vista 3d</b>	<b>4 Niveles – Vista 3d</b>
<b>3 Niveles – Vista 3d</b>	<b>3 Niveles – Vista 3d</b>
<b>2 Niveles – Vista 3d</b>	<b>2 Niveles – Vista 3d</b>
<b>1 Nivel – Vista 3d</b>	<b>1 Nivel – Vista 3d</b>



Tabla 47. Edificaciones propuestas en forma de O

<b>Edificación Propuestas en Forma de O</b>	
<b>Edificación en Forma de O de 16 Paños</b>	<b>Edificación en Forma de O de 22 Paños</b>
<b>Vista en Planta</b>	<b>Vista en Planta</b>
<b>5 Niveles – Vista 3d</b>	<b>5 Niveles – Vista 3d</b>
<b>4 Niveles – Vista 3d</b>	<b>4 Niveles – Vista 3d</b>
<b>3 Niveles – Vista 3d</b>	<b>3 Niveles – Vista 3d</b>
<b>2 Niveles – Vista 3d</b>	<b>2 Niveles – Vista 3d</b>
<b>1 Nivel – Vista 3d</b>	<b>1 Nivel – Vista 3d</b>



#### 4 Capítulo IV: Resultados

**4.1 Edificación existente de forma rectangular:** A través del análisis de las características relevantes del edificio para el comportamiento sísmico, se ha determinado que la edificación cumple las relaciones de límite de lado y esbeltez.

**a. Resumen de geometría:** Se presentan los datos relevantes de la edificación.

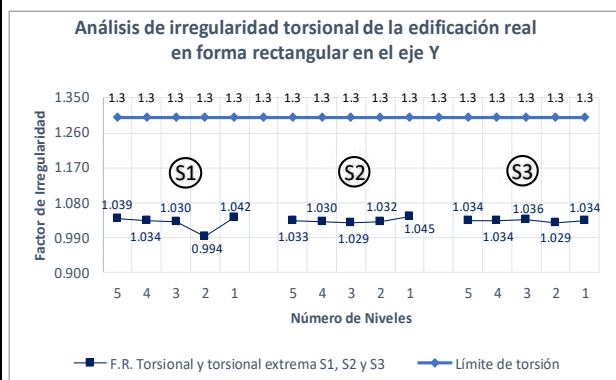
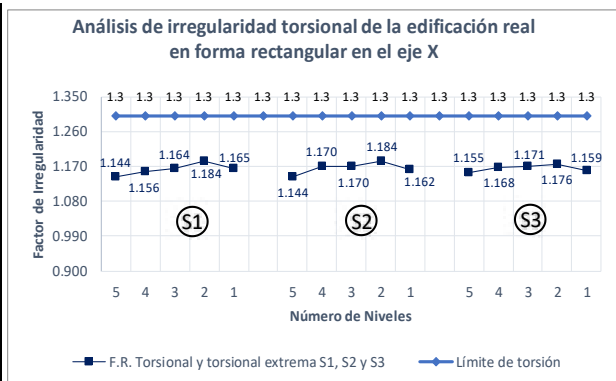
Tabla 48. Resumen de geometría de edificación existente de forma rectangular

<p><b>Vista en Planta:</b></p>	<p><b>Dimensiones:</b>                  Columna: 0.25x0.45 m                  Viga: 0.25x0.40 m                  Sentido de losa eje X: 0.20 m  <b>Suelo:</b> S1, S2 y S3  <b>N° de niveles:</b> 1, 2, 3, 4 y 5.  <b>Relación de límite de lado:</b>  <math>B/A=2.58 &lt; 4</math>  <b>Relación de Límite de Esbeltez:</b>  <math>Hedif/A=13.95/7.0=1.99 &lt; 2.5</math></p>	<p><b>Altura de entrepiso:</b>                  1er nivel: 3.10 m                  2do nivel: 2.72 m                  3er nivel: 2.75 m                  4to nivel: 2.73 m                  5to nivel: 2.65 m  <b>Centro de Masa:</b>                  (3.31;9.03) m  <b>Centro de Rigidez:</b>                  (3.03;8.81) m</p>
--------------------------------	--	--

**b. Irregularidad:** La edificación existente rectangular no presenta irregularidad.

Tabla 49. Análisis por irregularidad y tipo de suelo edificación existente en forma rectangular

ANÁLISIS POR IRREGULARIDAD, TIPO DE SUELO Y NIVELES DE EDIF. REAL RECTANGULAR									
Análisis con Excentricidad Positiva en el eje X									
		Ia (Altura)			Ip (Planta)				
Factor de Irregularidad		0.75	0.5	0.75	0.5	0.9			
Límite del FR		<0.7	<0.6	<0.8	<0.65	>1.5	>1.3	>1.5	>0.2
Tipo de Suelo	Análisis por Nivel	Rigidez-Piso Blando y Extrema de Rigidez	Resistencia-Piso Debil y Extrema de Resistencia	Masa o Peso	Torsional y Torsional Extrema	Esquina Entrante			
S1	5	1.02	1.03	1.00	1.144	0.00			
	4	1.03	1.03	1.11	1.156	0.00			
	3	1.05	1.03	1.00	1.164	0.00			
	2	0.98	1.03	1.00	1.184	0.00			
	1	1.00	1.04	1.10	1.165	0.00			
S2	5	1.05	1.03	1.00	1.144	0.00			
	4	1.06	1.03	1.11	1.170	0.00			
	3	1.06	1.03	1.00	1.170	0.00			
	2	1.06	1.03	1.00	1.184	0.00			
	1	1.00	1.04	1.10	1.162	0.00			
S3	5	1.06	1.03	1.00	1.155	0.00			
	4	1.06	1.03	1.11	1.168	0.00			
	3	1.06	1.03	1.00	1.171	0.00			
	2	0.98	1.03	1.00	1.176	0.00			
	1	1.00	1.04	1.10	1.159	0.00			
Análisis con Excentricidad Positiva en el eje Y									
S1	5	1.02	1.03	1.00	1.039	0.00			
	4	1.05	1.03	1.11	1.034	0.00			
	3	1.08	1.03	1.00	1.030	0.00			
	2	1.15	1.03	1.00	0.994	0.00			
	1	1.00	1.03	1.10	1.042	0.00			
S2	5	1.04	1.03	1.00	1.033	0.00			
	4	1.05	1.03	1.11	1.030	0.00			
	3	1.08	1.03	1.00	1.029	0.00			
	2	1.15	1.03	1.00	1.032	0.00			
	1	1.00	1.03	1.10	1.045	0.00			
S3	5	1.04	1.03	1.00	1.034	0.00			
	4	1.05	1.03	1.11	1.034	0.00			
	3	1.08	1.03	1.00	1.036	0.00			
	2	1.15	1.03	1.00	1.029	0.00			
	1	1.00	1.03	1.10	1.034	0.00			





**c. Cortante basal:** Considerando que la Norma Técnica E.030 del año 2018 establece que la fuerza cortante dinámica no puede ser menor que el 80% del valor calculado de la cortante estática para estructuras regulares, se ha observado que, la edificación estudiada sí cumple con lo establecido en la norma y no es necesario aplicar los factores de corrección.

Tabla 50. Cortante estática y cortante dinámica en los ejes X y Y de la edificación existente en forma rectangular

ELEVACIÓN		PLANTA		ANÁLISIS ESTÁTICO Y DINÁMICO DE LA EDIFICACIÓN REAL EN FORMA RECTANGULAR POR NIVEL																						
		Factor Cortante Mínima(0.80 o 0.90)	Z= 0.25 U= 1 S= 1 C= 1.272 Ro= 8	Ia= 1 Ip= 1 R= 8 Tp= 0.4 Tl= 2.5	Factor Cortante Mínima(0.80 o 0.90)	Z= 0.25 U= 1 S= 1.2 C= 2.5 Ro= 8	Ia= 1 Ip= 1 R= 8 Tp= 0.6 Tl= 2	Factor Cortante Mínima(0.80 o 0.90)	Z= 0.25 U= 1 S= 1.4 C= 2.5 Ro= 8	Ia= 1 Ip= 1 R= 8 Tp= 1 Tl= 1.6	SUELO TIPO S1						SUELO TIPO 2				SUELO TIPO 3					
		N° de Pisos	h Total de la Edif. (m)	T en el Eje X (s)	T en el Eje Y (s)	Peso Total (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)		
		1	3.00	0.22	0.13	105.64	8.25	8.25	8.22	8.18	6.60	6.60	9.90	9.90	9.86	9.81	7.92	7.92	11.55	11.55	11.51	11.45	9.24	9.24		
		2	5.70	0.36	0.22	207.67	16.22	16.22	15.41	15.08	12.98	12.98	19.47	19.47	18.49	18.10	15.58	15.58	22.71	22.71	21.57	21.12	18.17	18.17		
3	8.40	0.50	0.32	309.85	21.65	26.90	17.90	21.62	17.32	21.52	29.05	29.05	26.58	25.95	23.24	23.24	33.89	33.89	31.01	30.27	27.11	27.11				
4	11.10	0.64	0.42	411.95	20.02	30.79	18.12	27.09	16.01	24.63	36.04	38.62	32.35	33.65	28.83	30.90	45.06	45.06	40.17	39.25	36.05	36.05				
5	13.80	0.79	0.51	510.32	20.29	31.08	18.17	26.94	16.23	24.87	36.51	47.84	32.24	41.04	29.21	38.27	55.82	55.82	48.90	47.89	44.65	44.65				

**d. Deriva de entrepiso:** La edificación existente de forma rectangular no cumple los límites de distorsión de entrepiso en el eje X para 3, 4 y 5 niveles en los suelos tipo S2 y S3.

Tabla 51. Derivas de entrepiso máximas en los ejes X y Y de la edificación existente en forma rectangular

e (+)		ANÁLISIS DE DERIVAS DE ENTREPISO DE EDIFICACIÓN REAL DE FORMA RECTANGULAR											
		Excentricidad positiva											
		Suelo tipo S1				Suelo tipo S2				Suelo tipo S3			
		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso *R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso *R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso *R	
Niveles de la Edificación	Alturas (m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)
1	3.00	1.14	0.37	0.0022	0.0007	1.37	0.44	0.0027	0.0009	1.60	0.52	0.0031	0.0010
	2.70	3.58	1.26	0.0030	0.0011	4.29	1.51	0.0036	0.0014	5.01	1.76	0.0042	0.0016
2	3.00	2.27	0.75	0.0044	0.0014	2.73	0.90	0.0053	0.0017	3.18	1.05	0.0062	0.0020
	2.70	5.93	2.68	0.0025	0.0012	8.84	3.21	0.0040	0.0016	10.31	3.75	0.0047	0.0018
3	2.70	4.74	2.09	0.0042	0.0019	7.07	2.51	0.0069	0.0026	8.25	2.93	0.0080	0.0030
	3.00	2.72	1.13	0.0047	0.0020	4.05	1.35	0.0078	0.0026	4.73	1.58	0.0092	0.0030
4	2.70	7.86	4.48	0.0024	0.0014	14.13	5.55	0.0042	0.0017	17.57	6.48	0.0052	0.0020
	2.70	6.85	3.88	0.0041	0.0023	12.34	4.81	0.0072	0.0029	15.34	5.61	0.0090	0.0034
4	2.70	5.09	2.82	0.0052	0.0030	9.15	3.49	0.0094	0.0038	11.38	4.07	0.0117	0.0044
	3.00	2.79	1.45	0.0054	0.0028	5.01	1.79	0.0097	0.0035	6.22	2.09	0.0120	0.0041
5	2.70	9.66	5.50	0.0021	0.0011	17.34	8.41	0.0036	0.0017	26.45	9.81	0.0053	0.0020
	2.70	8.83	5.03	0.0036	0.0020	15.86	7.69	0.0063	0.0030	24.21	8.96	0.0096	0.0036
5	2.70	7.31	4.14	0.0048	0.0027	13.13	6.32	0.0085	0.0042	20.04	7.37	0.0130	0.0049
	2.70	5.24	2.89	0.0055	0.0032	9.38	4.42	0.0099	0.0049	14.31	5.15	0.0152	0.0057
5	3.00	2.82	1.45	0.0055	0.0028	5.02	2.22	0.0097	0.0043	7.64	2.58	0.0148	0.0050



**4.2 Edificación existente en forma de L:** A través del análisis de las características relevantes del edificio para el comportamiento sísmico, se ha determinado que la edificación cumple las relaciones de límite de lado y esbeltez.

**a. Resumen de geometría:** Se presentan los datos relevantes de la edificación.

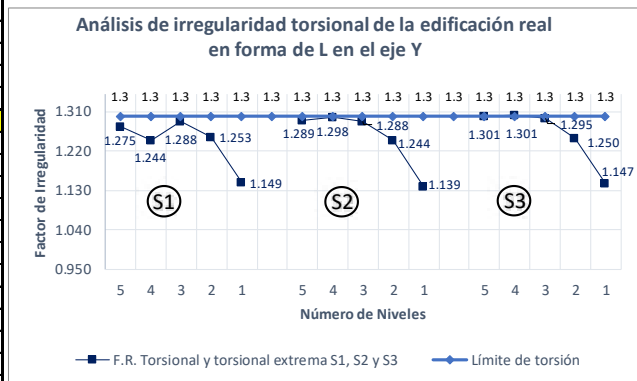
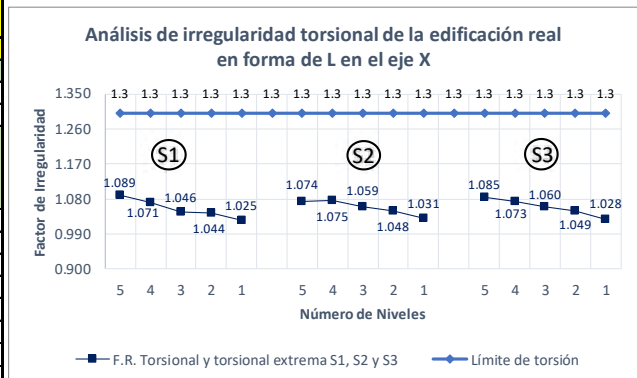
Tabla 52. Resumen de geometría de edificación existente en forma de L

<p><b>Vista en planta:</b></p>	<p><b>Dimensiones:</b>          Columna: 0.25x0.40 m          Viga: 0.25x0.40 m          Sentido de losa eje X: 0.20 m  <b>Suelo:</b> S0, S1, S2 y S3  <b>Nº de niveles:</b> 1, 2, 3, 4 y 5.  <b>Relación de límite de lado:</b>  <math>A/a=0.50 &lt; 1</math>  <b>Relación de Límite de Esbeltez:</b>  <math>Hedif/a=12.85/8.30=1.55 &lt; 2.5</math></p>	<p><b>Altura de entrepiso:</b>          1er nivel: 2.80 m          2do nivel: 2.55 m          3er nivel: 2.55 m          4to nivel: 2.50 m          5to nivel: 2.45 m  <b>Centro de Masa:</b>          (4.18;5.44) m  <b>Centro de Rigidez:</b>          (4.50;5.49) m</p>
--------------------------------	---	--

**b. Irregularidad:** La edificación existente de tipo L presenta irregularidades de torsión y esquina entrante.

Tabla 53. Análisis por irregularidad y tipo de suelo edificación existente en forma de L

ANÁLISIS POR IRREGULARIDAD, TIPO DE SUELO Y NIVELES DE EDIF. REAL EN L									
Análisis con Excentricidad Positiva en el eje X									
		Ia (Altura)			Ip (Planta)				
Factor de Irregularidad		0.75	0.5	0.75	0.5	0.9	0.75	0.6	0.9
Límite del FR		<0.7	<0.6	<0.8	<0.65	>1.5	>1.3	>1.5	>0.2
Tipo de Suelo	Análisis por Nivel	Rigidez-Piso Blando y Extrema de Rigidez	Resistencia-Piso Debil y Extrema de Resistencia	Masa o Peso	Torsional y Extrema	Esquina Entrante			
S1	5	0.98	1.03	1.00	1.089	0.50			
	4	0.96	1.03	1.09	1.071	0.50			
	3	1.01	1.03	1.00	1.046	0.50			
	2	1.04	1.03	1.00	1.044	0.50			
	1	1.00	1.03	1.10	1.025	0.50			
S2	5	1.01	1.03	1.00	1.074	0.50			
	4	0.99	1.03	1.09	1.075	0.50			
	3	1.02	1.03	1.00	1.059	0.50			
	2	1.02	1.03	1.00	1.048	0.50			
	1	1.00	1.03	1.10	1.031	0.50			
S3	5	1.02	1.03	1.00	1.085	0.50			
	4	0.99	1.03	1.09	1.073	0.50			
	3	1.02	1.03	1.00	1.060	0.50			
	2	1.04	1.03	1.00	1.049	0.50			
	1	1.00	1.03	1.10	1.028	0.50			
Análisis con Excentricidad Positiva en el eje Y									
S1	5	1.04	1.04	1.00	1.275	0.45			
	4	1.03	1.04	1.09	1.244	0.45			
	3	1.08	1.04	1.00	1.288	0.45			
	2	1.31	1.04	1.00	1.253	0.45			
	1	1.00	1.04	1.10	1.149	0.45			
S2	5	1.07	1.04	1.00	1.289	0.45			
	4	1.04	1.04	1.09	1.298	0.45			
	3	1.08	1.04	1.00	1.288	0.45			
	2	1.31	1.04	1.00	1.244	0.45			
	1	1.00	1.04	1.10	1.139	0.45			
S3	5	1.07	1.04	1.00	1.301	0.45			
	4	1.04	1.04	1.09	1.301	0.45			
	3	1.09	1.04	1.00	1.295	0.45			
	2	1.31	1.04	1.00	1.250	0.45			
	1	1.00	1.04	1.10	1.147	0.45			







c. **Cortante basal:** Considerando que la Norma Técnica E.030 del año 2018 establece que la fuerza cortante dinámica no puede ser menor que el 90% del valor calculado de la cortante estática para estructuras irregulares, se ha observado que, la edificación estudiada no cumple con lo establecido en la norma. Se hace el uso de los factores de corrección (FC) para cumplir con los mínimos señalados para este caso se amplifica este factor hasta un 31%, a fin de escalar todos los otros resultados obtenidos (cortantes dinámicas), excepto los desplazamientos.

Tabla 54. Cortante estática y cortante dinámica de los ejes X y Y de la edificación existente en forma de L

ELEVACIÓN		PLANTA		ANÁLISIS ESTÁTICO Y DINÁMICO DE LA EDIFICACIÓN REAL EN FORMA DE L POR NIVEL																			
		Factor Cortante Mínima(0.80 o 0.90)				Factor Cortante Mínima(0.80 o 0.90)				Factor Cortante Mínima(0.80 o 0.90)													
		Z=	0.25	Ia=	1	Z=	0.25	Ia=	1	Z=	0.25	Ia=	1	Z=	0.25	Ia=	1						
		U=	1	Ip=	0.9	U=	1	Ip=	0.75	U=	1.2	R=	6	U=	1.4	R=	6						
		S=	1	R=	7.2	S=	2.5	Ip=	0.6	S=	2.5	Ip=	0.6	S=	2.5	Ip=	1						
0.9				0.9				0.9				0.9											
SUELO TIPO S1				SUELO TIPO 2				SUELO TIPO 3															
Nº de Pisos	h Total de la Edif. (m)	T en el Eje X (s)	T en el Eje Y (s)	Peso Total (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	
1	3.00	0.21	0.15	72.73	6.31	6.31	6.31	5.81	5.68	5.68	7.58	7.58	7.58	6.97	6.82	6.82	8.84	8.84	8.84	8.14	7.95	7.95	
2	5.70	0.34	0.26	141.91	12.32	12.32	11.68	10.53	11.09	11.09	14.78	14.78	14.01	12.63	13.30	13.30	17.25	17.25	16.35	14.74	15.52	15.52	
3	8.40	0.48	0.37	211.10	18.32	21.99	14.09	15.11	16.49	19.79	26.39	26.39	24.10	21.76	23.75	23.75	30.79	30.79	28.11	25.39	27.71	27.71	
4	11.10	0.62	0.49	280.16	15.72	19.78	14.18	16.05	14.15	17.80	33.94	35.02	30.39	28.38	30.55	31.52	40.86	40.86	36.44	33.11	36.77	36.77	
5	13.80	0.75	0.61	346.73	15.96	19.83	14.32	16.10	14.37	17.85	34.48	42.84	30.54	34.09	31.03	38.55	50.56	50.56	44.43	40.60	45.51	45.51	
Factor de Corrección que Multiplica la Aceleración Espectral		Nº de Pisos		Suelo S1		Suelo S2		Suelo S3															
				FC X	FC Y	FC X	FC Y	FC X	FC Y														
		1		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00														
		2		1.00	1.05	1.00	1.05	1.00	1.05														
		3		1.17	1.31	1.00	1.09	1.00	1.09														
		5		1.00	1.11	1.01	1.11	1.01	1.11														

d. **Deriva de entrepiso:** La edificación existente de forma de L no cumple los límites de distorsión de entrepiso en el eje X para 3, 4 y 5 niveles para los suelos tipo S2 y S3. mientras que en el eje Y no se cumple con la deriva de entrepiso para 4 y 5 niveles para los suelos tipo S2 y S3.

Tabla 55. Derivas de entrepiso máximas en los ejes X y Y de la edificación existente en forma de L

e (+)		ANÁLISIS DE DERIVAS DE ENTREPISO DE EDIFICACIÓN REAL EN FORMA DE L											
		Excentricidad positiva											
		Suelo tipo S1				Suelo tipo S2				Suelo tipo S3			
		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso *R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso *R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso *R	
Niveles de la Edificación	Alturas (m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)
1	3.00	1.04	0.54	0.0023	0.0012	1.24	0.65	0.0027	0.0014	1.45	0.76	0.0032	0.0017
	2.70	3.34	2.04	0.0031	0.0022	4.01	2.45	0.0037	0.0026	4.67	2.86	0.0044	0.0030
2	3.00	2.05	1.14	0.0045	0.0025	2.46	1.37	0.0054	0.0030	2.87	1.59	0.0063	0.0035
	2.70	5.84	4.53	0.0024	0.0021	9.99	6.53	0.0041	0.0031	11.66	7.61	0.0048	0.0036
3	2.70	4.64	3.48	0.0042	0.0035	7.95	5.01	<b>0.0072</b>	0.0050	9.28	5.84	<b>0.0084</b>	0.0058
	3.00	2.56	1.75	0.0047	0.0032	4.38	2.53	<b>0.0080</b>	0.0046	5.11	2.95	<b>0.0093</b>	0.0054
4	2.70	7.66	6.34	0.0024	0.0022	16.52	11.48	0.0042	0.0033	19.82	13.39	0.0051	0.0039
	2.70	6.71	5.46	0.0043	0.0038	14.49	9.90	<b>0.0077</b>	0.0057	17.38	11.55	<b>0.0092</b>	0.0067
	2.70	4.96	3.91	0.0057	0.0049	10.70	7.07	<b>0.0102</b>	<b>0.0073</b>	12.83	8.25	<b>0.0122</b>	<b>0.0086</b>
5	3.00	2.62	1.88	0.0057	0.0041	5.63	3.41	<b>0.0102</b>	0.0062	6.75	3.97	<b>0.0123</b>	<b>0.0072</b>
	2.70	9.47	7.91	0.0021	0.0019	20.40	17.13	0.0036	0.0033	29.77	20.49	0.0052	0.0039
	2.70	8.69	7.20	0.0038	0.0033	18.73	15.60	0.0065	0.0028	27.35	18.66	<b>0.0095</b>	0.0069
	2.70	7.23	5.91	0.0051	0.0045	15.60	12.80	<b>0.0091</b>	0.0058	22.78	15.31	<b>0.0133</b>	<b>0.0096</b>
5	2.70	5.16	4.07	0.0060	0.0052	11.10	8.80	<b>0.0108</b>	0.0040	16.19	10.53	<b>0.0158</b>	<b>0.0112</b>
	3.00	2.67	1.92	0.0058	0.0042	5.71	4.14	<b>0.0104</b>	<b>0.0080</b>	8.32	4.95	<b>0.0151</b>	<b>0.0090</b>



**4.3 Edificación existente en forma de U:** A través del análisis de las características relevantes del edificio para el comportamiento sísmico, se ha determinado que la edificación cumple las relaciones de límite de lado y esbeltez.

**b. Resumen de geometría:** Se presentan los datos relevantes de la edificación.

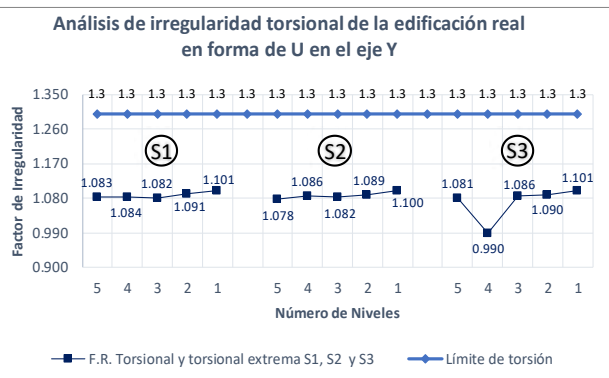
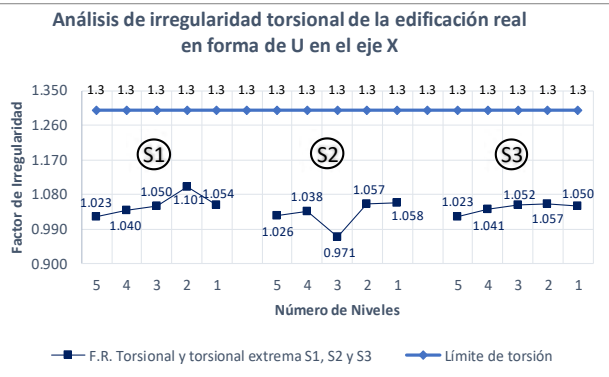
Tabla 56. Resumen de geometría de edificación existente en forma de U

<p><b>Vista en Planta:</b></p>	<p><b>Dimensiones:</b>          Columna: 0.25x0.45 m          Viga: 0.25x0.40 m          Sentido de losa eje Y: 0.20 m  <b>Suelo:</b> S0, S1, S2 y S3  <b>Nº de niveles:</b> 1, 2, 3, 4 y 5.  <b>Relación de Límite de Esbeltez:</b>          Hedif/a=13.55/10=1.36 &lt; 2.5</p>	<p><b>Altura de entrepiso:</b>          1er nivel: 2.65 m          2do nivel: 2.65 m          3er nivel: 2.65 m          4to nivel: 2.65 m          5to nivel: 2.95 m  <b>Centro de Masa:</b>          (7.26;5.10) m  <b>Centro de Rigidez:</b>          (7.32;4.82) m</p>
--------------------------------	--	--

**c. Irregularidad:** La edificación de tipo U presenta irregularidad de esquina entrante.

Tabla 57. Análisis por irregularidad y tipo de suelo edificación existente en forma de U

		ANÁLISIS POR IRREGULARIDAD, TIPO DE SUELO Y NIVELES DE EDIF. EN FORMA DE U							
		Análisis con Excentricidad Positiva en el eje X					Análisis con Excentricidad Positiva en el eje Y		
		Ia (Altura)			Ip (planta)				
Factor de Irregularidad		0.75	0.5	0.75	0.5	0.9	0.75	0.6	0.9
Límite del FR		<0.7	<0.6	<0.8	<0.65	>1.5	>1.3	>1.5	>0.2
Tipo de Suelo	Análisis por Nivel	Rigidez-Piso Blando y Extrema de Rigidez	Resistencia-Piso Debil y Extrema de Resistencia	Masa o Peso	Torsional y Torsional Extrema	Esquina Entrante			
S1	5	1.01	1.04	1.00	1.023	0.43			
	4	1.00	1.04	1.08	1.040	0.43			
	3	1.00	1.04	1.00	1.050	0.43			
	2	1.02	1.04	1.00	1.101	0.43			
	1	1.00	1.04	1.10	1.054	0.43			
S2	5	1.05	1.04	1.00	1.026	0.43			
	4	1.03	1.04	1.08	1.038	0.43			
	3	1.02	1.04	1.00	0.971	0.43			
	2	1.02	1.04	1.00	1.057	0.43			
	1	1.00	1.04	1.10	1.058	0.43			
S3	5	1.08	1.04	1.00	1.023	0.43			
	4	1.04	1.04	1.08	1.041	0.43			
	3	1.02	1.04	1.00	1.052	0.43			
	2	1.02	1.04	1.00	1.057	0.43			
	1	1.00	1.04	1.10	1.050	0.43			
S1	5	1.06	1.05	1.00	1.083	0.49			
	4	1.07	1.05	1.08	1.084	0.49			
	3	1.14	1.05	1.00	1.082	0.49			
	2	1.46	1.05	1.00	1.091	0.49			
	1	1.00	1.05	1.10	1.101	0.49			
S2	5	1.11	1.05	1.00	1.078	0.49			
	4	1.11	1.05	1.08	1.086	0.49			
	3	1.15	1.05	1.00	1.082	0.49			
	2	1.46	1.05	1.00	1.089	0.49			
	1	1.00	1.05	1.10	1.100	0.49			
S3	5	1.13	1.05	1.00	1.081	0.49			
	4	1.11	1.05	1.08	0.990	0.49			
	3	1.15	1.05	1.00	1.086	0.49			
	2	1.46	1.05	1.00	1.090	0.49			
	1	1.00	1.05	1.10	1.101	0.49			





**d. Cortante basal:** Considerando que la Norma Técnica E.030 establece que la fuerza cortante dinámica no puede ser menor que el 90% del valor calculado de la cortante estática para estructuras irregulares, se ha observado que, la edificación estudiada sí cumple con lo establecido en la norma. Se hace el uso de los factores de corrección (FC) para cumplir con los mínimos señalados para este caso se amplifica este factor hasta un 7%, a fin de escalar todos los otros resultados obtenidos (cortantes dinámicas), excepto los desplazamientos.

Tabla 58. Cortante estática y cortante dinámica en los ejes X y Y de la edificación existente en forma de U

ELEVACIÓN		PLANTA		ANÁLISIS ESTÁTICO Y DINÁMICO DE LA EDIFICACIÓN REAL EN FORMA DE U POR NIVEL																			
		Factor Cortante	Z=	0.25	Ia=	1	Factor Cortante	Z=	0.25	Ia=	1	Factor Cortante	Z=	0.25	Ia=	1	Factor Cortante	Z=	0.25	Ia=	1		
		Mínima(0.80 o 0.90)	U=	1	Ip=	0.9	Mínima(0.80 o 0.90)	U=	1	Ip=	0.9	Mínima(0.80 o 0.90)	U=	1	Ip=	0.9	Mínima(0.80 o 0.90)	U=	1	Ip=	0.9		
		0.9	S=	1	R=	7.2	S=	1.2	R=	7.2	S=	1.4	R=	7.2	S=	1.4	R=	7.2	S=	2.5	Tp=	1	
			C=	1.115	Tp=	0.4	C=	2.5	Tp=	0.6	C=	2.5	Tp=	0.6	C=	2.5	Tp=	0.6	C=	2.5	Tp=	1	
Ro=	8	Tl=	2.5	Ro=	8	Tl=	2	Ro=	8	Tl=	2	Ro=	8	Tl=	1.6	Ro=	8	Tl=	1.6	Ro=	8	Tl=	1.6
SUELO TIPO S1					SUELO TIPO 2					SUELO TIPO 3													
Nº de Pisos	h Total de la Edif. (m)	T en el Eje X (s)	T en el Eje Y (s)	Peso Total (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	
1	3.00	0.25	0.17	107.21	9.31	9.31	9.30	9.29	8.38	8.38	11.17	11.17	11.16	11.15	10.05	10.05	13.03	13.03	13.02	13.01	11.73	11.73	
2	5.70	0.41	0.31	208.43	17.87	17.87	16.98	16.47	16.08	16.08	21.71	21.71	20.60	19.76	19.54	19.54	25.33	25.33	24.03	23.05	22.80	22.80	
3	8.40	0.57	0.45	309.65	18.94	23.84	17.49	21.12	17.05	21.45	32.26	32.26	29.49	28.16	29.03	29.03	37.63	37.63	34.40	32.86	33.87	33.87	
4	11.10	0.73	0.60	410.87	19.43	23.78	17.63	20.56	17.49	21.40	34.99	42.80	31.40	36.54	31.49	38.52	49.93	49.93	44.53	42.63	44.94	44.94	
5	13.80	0.90	0.75	508.58	19.69	23.66	17.73	20.53	17.72	21.30	35.43	42.61	31.34	36.26	31.89	38.35	61.81	61.81	54.18	52.05	55.63	55.63	

Factor de Corrección que Multiplica la Aceleración Espectral	Nº de Pisos	Suelo S1		Suelo S2		Suelo S3	
		FC X	FC Y	FC X	FC Y	FC X	FC Y
		1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
3	1.00	1.02	1.00	1.03	1.00	1.03	
4	1.00	1.04	1.00	1.05	1.01	1.05	
5	1.00	1.04	1.02	1.06	1.03	1.07	

**e. Deriva de entrepiso:** La edificación existente en forma de U no cumple los límites de distorsión de entrepiso en el eje X para 2, 3, 4 y 5 niveles para los suelos tipo S2 y S3. mientras que en el eje Y no se cumple con la deriva de entrepiso para 3, 4 y 5 niveles para los suelos tipo S2 y S3.

Tabla 59. Derivas de entrepiso máximas en los ejes "X" y "Y" de la edificación existente en forma de U

e (+)		ANÁLISIS DE DERIVAS DE ENTREPISO DE EDIFICACIÓN REAL EN FORMA DE U											
		Excentricidad positiva											
		Suelo tipo S1				Suelo tipo S2				Suelo tipo S3			
		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R	
Niveles de la Edificación	Alturas (m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)
1	3.00	1.40	0.74	0.0029	0.0015	1.68	0.89	0.0035	0.0018	1.96	1.04	0.0041	0.0022
	2.70	4.42	2.87	0.0039	0.0032	5.36	3.44	0.0048	0.0038	6.25	4.02	0.0056	0.0044
2	3.00	2.74	1.50	0.0057	0.0031	3.33	1.80	0.0069	0.0037	3.88	2.10	0.0081	0.0044
	2.70	6.51	5.79	0.0032	0.0035	11.01	7.75	0.0053	0.0047	12.85	9.04	0.0061	0.0054
	2.70	5.20	4.30	0.0054	0.0052	8.79	5.76	0.0091	0.0070	10.26	6.71	0.0106	0.0081
3	3.00	2.91	2.06	0.0060	0.0043	4.92	2.75	0.0102	0.0057	5.74	3.21	0.0119	0.0067
	2.70	8.54	7.69	0.0027	0.0029	15.34	13.82	0.0047	0.0051	21.82	16.13	0.0066	0.0060
	2.70	7.44	6.47	0.0046	0.0046	13.39	11.64	0.0082	0.0082	19.05	13.58	0.0116	0.0096
	2.70	5.53	4.51	0.0060	0.0057	9.93	8.10	0.0108	0.0102	14.12	9.45	0.0154	0.0119
4	3.00	2.97	2.07	0.0062	0.0043	5.31	3.70	0.0110	0.0077	7.54	4.32	0.0156	0.0090
	2.70	10.51	9.66	0.0025	0.0026	18.86	17.33	0.0041	0.0044	32.87	25.03	0.0069	0.0062
	2.70	9.56	8.62	0.0042	0.0041	17.20	15.49	0.0072	0.0072	29.99	22.39	0.0123	0.0103
	2.70	7.92	6.93	0.0054	0.0053	14.24	12.44	0.0096	0.0095	24.82	17.98	0.0167	0.0138
5	2.70	5.70	4.66	0.0063	0.0060	10.19	8.35	0.0114	0.0107	17.72	12.05	0.0198	0.0154
	3.00	3.01	2.10	0.0062	0.0043	5.33	3.73	0.0111	0.0077	9.24	5.37	0.0192	0.0112



#### 4.4 Edificaciones propuestas con medidas existentes obtenidas en campo

##### Resumen de geometría:

Tabla 60. Resumen de geometría de edificaciones propuestas con medidas existentes

Medidas Existentes		Sentido de Losa	Altura de Entrepiso	
Columna	0.25 x 0.45 m	eje X : 0.20 m	1er nivel	3.00 m
Viga	0.30 x 0.45 m	<b>Tipo de Suelo</b>	2do - 5to nivel	2.70 m
		S1, S2 y S3		
Forma y paños	Limite de lado	Limite de esbeltez	Centro de masa (m)	Centro de rigidez (m)
Rectangular - 5	4.78 > 4	3.10 > 2.5	2.10 ; 10.50	2.10 ; 10.50
Rectangular - 10	2.46 < 4	1.60 < 2.5	4.20 ; 10.50	4.20 ; 10.50
Cruz - 9	1.91 > 1	3.10 > 2.5	10.50 ; 10.50	10.50 ; 10.50
Cruz - 16	0.96 < 1	1.60 < 2.5	9.72 ; 11.27	9.73 ; 11.23
U - 13	-----	0.65 < 2.5	8.66 ; 10.5	8.82 ; 10.5
U - 12	-----	0.65 < 2.5	5.32 ; 10.50	5.54 ; 10.50
L - 9	3.75 > 1	3.10 > 2.5	6.82 ; 14.18	6.69 ; 14.02
L - 14	1.45 > 1	1.60 < 2.5	6.63 ; 8.73	6.67 ; 8.83
T - 9	1.78 > 1	3.10 > 2.5	10.50 ; 14.19	10.50 ; 14.02
T - 16	0.96 < 1	1.60 < 2.5	11.27 ; 12.83	11.27 ; 12.71
O - 16	0.53 < 1	0.65 < 2.5	10.50 ; 10.50	10.50 ; 10.50
O - 22	0.12 < 1	0.65 < 2.5	10.50;10.50	10.50;10.49

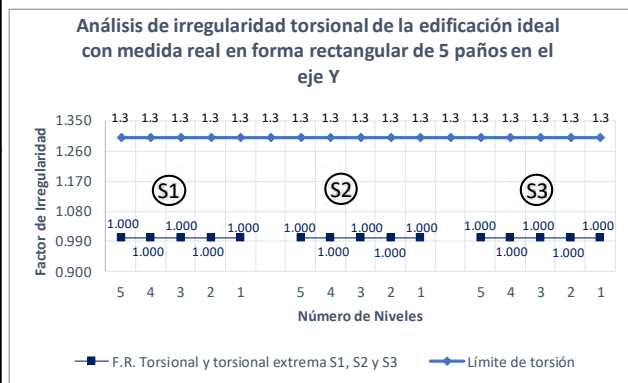
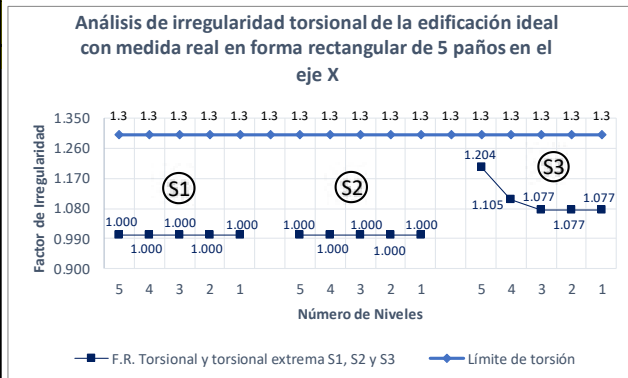
**4.4.1 Edificación propuesta en forma rectangular 5 paños:** A través del análisis de las características relevantes del edificio para el comportamiento sísmico, se ha determinado que la edificación no cumple las relaciones de límite de lado y esbeltez.



a. Irregularidad: La edificación de tipo rectangular de 5 paños no presenta irregularidad.

Tabla 61. Análisis por irregularidad y tipo de suelo edificación propuesta en forma de rectangular-5 paños

		ANÁLISIS POR IRREGULARIDAD, TIPO DE SUELO Y NIV. RECTANGULAR DE 5 PAÑOS						
		Análisis con Excentricidad Positiva en el eje X						
		Ia (Altura)			Ip (Planta)			
Factor de Irregularidad		0.75	0.5	0.75	0.5	0.75	0.6	0.9
Límite del FR		<0.7	<0.6	<0.8	<0.65	>1.5	>1.3	>1.5
Tipo de Suelo	Análisis por Nivel	Rigidez-Piso Blando Y Extrema de Rigidez	Resistencia-Piso Debil y Extrema de Resistencia	Masa o Peso	Torsional y Torsional Extrema	Esquina Entrante		
S1	5	1.05	1.03	1.00	1.000	0.00		
	4	1.03	1.03	1.11	1.000	0.00		
	3	1.03	1.03	1.00	1.000	0.00		
	2	1.07	1.03	1.00	1.000	0.00		
	1	1.00	1.03	1.10	1.000	0.00		
S2	5	1.09	1.03	1.00	1.000	0.00		
	4	1.06	1.03	1.11	1.000	0.00		
	3	1.04	1.03	1.00	1.000	0.00		
	2	1.04	1.03	1.00	1.000	0.00		
S3	5	1.11	1.03	1.00	1.204	0.00		
	4	1.06	1.03	1.11	1.105	0.00		
	3	1.04	1.03	1.00	1.077	0.00		
	2	1.07	1.03	1.00	1.077	0.00		
S1	5	1.06	1.03	1.00	1.000	0.00		
	4	1.07	1.03	1.11	1.000	0.00		
	3	1.10	1.03	1.00	1.000	0.00		
	2	1.34	1.03	1.00	1.000	0.00		
	1	1.00	1.03	1.10	1.000	0.00		
S2	5	1.09	1.03	1.00	1.000	0.00		
	4	1.07	1.03	1.11	1.000	0.00		
	3	1.09	1.03	1.00	1.000	0.00		
	2	1.34	1.03	1.00	1.000	0.00		
S3	5	1.09	1.03	1.10	1.000	0.00		
	4	1.07	1.03	1.11	1.000	0.00		
	3	1.09	1.03	1.00	1.000	0.00		
	2	1.34	1.03	1.00	1.000	0.00		
S1	5	1.06	1.03	1.00	1.000	0.00		
	4	1.07	1.03	1.11	1.000	0.00		
	3	1.10	1.03	1.00	1.000	0.00		
	2	1.34	1.03	1.00	1.000	0.00		
	1	1.00	1.03	1.10	1.000	0.00		
S2	5	1.09	1.03	1.00	1.000	0.00		
	4	1.07	1.03	1.11	1.000	0.00		
	3	1.09	1.03	1.00	1.000	0.00		
	2	1.34	1.03	1.00	1.000	0.00		
S3	5	1.09	1.03	1.10	1.000	0.00		
	4	1.07	1.03	1.11	1.000	0.00		
	3	1.09	1.03	1.00	1.000	0.00		
	2	1.34	1.03	1.00	1.000	0.00		



b. Cortante basal: Considerando que la Norma Técnica E.030 establece que la fuerza cortante dinámica no puede ser menor que el 80% del valor calculado de la cortante estática para estructuras regulares, se ha observado que, la edificación estudiada sí cumple con lo establecido en la norma y no es necesario aplicar los factores de corrección.

Tabla 62. Cortante estática y cortante dinámica en los ejes X y Y de la edificación propuesta en forma rectangular-5 paños

ELEVACIÓN	PLANTA	ANÁLISIS ESTÁTICO Y DINÁMICO DE LA EDIFICACIÓN EN FORMA RECTANGULAR DE 5 PAÑOS POR NIVEL																				
		Factor Cortante Mínima(0.80 o 0.90)						Factor Cortante Mínima(0.80 o 0.90)						Factor Cortante Mínima(0.80 o 0.90)								
		Z=	0.25	Ia=	1	Z=	0.25	Ia=	1	Z=	0.25	Ia=	1	Z=	0.25	Ia=	1					
		U=	1	Ip=	1	U=	1	Ip=	1	U=	1	Ip=	1	U=	1	Ip=	1					
		S=	1	R=	8	S=	1.2	R=	8	S=	1.4	R=	8	S=	1.4	R=	8					
		C=	1.272	Tp=	0.4	C=	2.5	Tp=	0.6	C=	2.5	Tp=	1	C=	2.5	Tp=	1					
		Ro=	8	Tl=	2.5	Ro=	8	Tl=	2	Ro=	8	Tl=	1.6	Ro=	8	Tl=	1.6					
		SUELO TIPO S1						SUELO TIPO 2						SUELO TIPO 3								
Nº de Pisos	h Total de la Edif. (m)	Ten el Eje X (s)	Ten el Eje Y (s)	Peso Total (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)
1	3.00	0.21	0.13	69.93	5.46	5.46	5.46	5.46	4.37	4.37	6.56	6.56	6.56	6.56	5.24	5.24	7.65	7.65	7.65	7.65	6.12	6.12
2	5.70	0.35	0.23	137.58	10.75	10.75	10.16	9.92	8.60	8.60	12.90	12.90	12.20	11.90	10.32	10.32	15.05	15.05	14.23	13.88	12.04	12.04
3	8.40	0.49	0.34	205.23	13.06	16.03	11.95	14.21	10.45	12.83	19.24	19.24	17.51	17.05	15.39	15.39	22.45	22.45	20.42	19.89	17.96	17.96
4	11.10	0.64	0.45	272.88	13.33	18.99	12.01	16.70	10.66	15.19	23.99	25.58	21.42	22.16	19.19	20.47	29.85	29.85	26.47	25.85	23.88	23.88
5	13.80	0.79	0.56	338.32	13.45	19.05	11.99	16.53	10.76	15.24	24.21	31.72	21.25	27.08	19.37	25.37	37.00	37.00	32.23	31.59	29.60	29.60

c. Deriva de entrepiso: La edificación propuesta de forma rectangular no cumple los límites de distorsión de entrepiso en el eje X para 3, 4 y 5 niveles para los suelos tipo S2 y S3.



Tabla 63. Derivas de entrepiso máximas en los ejes "X" y "Y" de la edificación propuesta en forma rectangular-5 paños

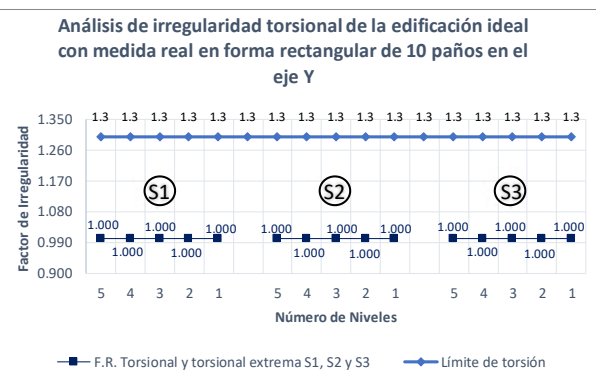
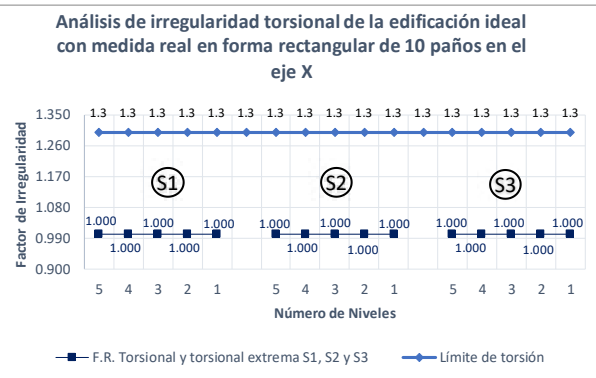
ANÁLISIS DE DERIVAS DE ENTREPISO DE EDIFICACIÓN EN FORMA RECTANGULAR DE 5 PAÑOS													
e (+)		Excentricidad positiva											
		Suelo tipo S1				Suelo tipo S2				Suelo tipo S3			
		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R	
Niveles de la Edificación	Alturas (m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)
1	3.00	1.00	0.35	0.0020	0.0007	1.20	0.42	0.0024	0.0008	1.40	0.49	0.0025	0.0009
	2.70	3.29	1.31	0.0029	0.0013	3.95	1.57	0.0034	0.0016	4.61	1.83	0.0036	0.0017
2	3.00	2.01	0.72	0.0040	0.0014	2.41	0.86	0.0048	0.0017	2.82	1.00	0.0051	0.0018
	2.70	5.64	2.88	0.0027	0.0015	8.28	3.45	0.0039	0.0019	9.66	4.03	0.0041	0.0019
3	2.70	4.47	2.19	0.0045	0.0024	6.56	2.63	0.0066	0.0029	7.66	3.07	0.0069	0.0031
	3.00	2.45	1.09	0.0049	0.0022	3.60	1.31	0.0072	0.0026	4.20	1.53	0.0076	0.0028
4	2.70	7.49	4.57	0.0023	0.0015	13.46	6.07	0.0040	0.0020	16.63	7.08	0.0045	0.0021
	2.70	6.50	3.91	0.0039	0.0025	11.69	5.19	0.0070	0.0034	14.45	6.06	0.0078	0.0035
4	2.70	4.78	2.78	0.0051	0.0032	8.58	3.69	0.0091	0.0043	10.60	4.30	0.0102	0.0045
	3.00	2.51	1.32	0.0050	0.0026	4.48	1.75	0.0090	0.0035	5.54	2.05	0.0100	0.0037
5	2.70	9.31	5.66	0.0021	0.0013	16.68	9.33	0.0036	0.0020	25.41	10.89	0.0048	0.0021
	2.70	8.43	5.11	0.0035	0.0022	15.13	8.44	0.0061	0.0036	23.06	9.85	0.0083	0.0037
5	2.70	6.92	4.16	0.0046	0.0029	12.43	6.86	0.0082	0.0049	18.95	8.01	0.0112	0.0051
	2.70	4.91	2.85	0.0053	0.0034	8.79	4.69	0.0096	0.0056	13.38	5.47	0.0131	0.0059
5	3.00	2.52	1.33	0.0050	0.0027	4.49	2.18	0.0090	0.0044	6.82	2.54	0.0123	0.0046

**4.4.2 Edificación propuesta en forma de rectangular 10 paños:** A través del análisis de las características relevantes del edificio para el comportamiento sísmico, se ha determinado que la edificación cumple las relaciones de límite de lado y esbeltez.

**a. Irregularidad:** La edificación de tipo rectangular de 10 paños no presenta irregularidad

Tabla 64. Análisis por irregularidad y tipo de suelo edificación propuesta en forma rectangular-10 paños

ANÁLISIS POR IRREGULARIDAD, TIPO DE SUELO Y NIV. RECTANGULAR DE 10 PAÑOS									
Análisis con Excentricidad Positiva en el eje X									
		Ia (Altura)					Ip (Planta)		
Factor de Irregularidad		0.75	0.5	0.75	0.5	0.9	0.75	0.6	0.9
Límite del FR		<0.7	<0.6	<0.80	<0.65	>1.5	>1.3	>1.5	>0.2
Tipo de Suelo	Análisis por Nivel	Rigidez-Piso Blando y Extrema de Rigidez	Resistencia-Piso Debil y Extrema de Resistencia	Masa o Peso	Torsional y torsional Extrema	Esquina Entrante			
S1	5	0.99	1.04	1.00	1.000	0.00			
	4	0.99	1.04	1.10	1.000	0.00			
	3	0.99	1.04	1.00	1.000	0.00			
	2	1.03	1.04	1.00	1.000	0.00			
	1	1.00	1.04	1.10	1.000	0.00			
S2	5	1.03	1.04	1.00	1.000	0.00			
	4	1.02	1.04	1.10	1.000	0.00			
	3	1.01	1.04	1.00	1.000	0.00			
	2	1.01	1.04	1.00	1.000	0.00			
	1	1.00	1.04	1.10	1.000	0.00			
S3	5	1.05	1.04	1.00	1.000	0.00			
	4	1.03	1.04	1.10	1.000	0.00			
	3	1.01	1.04	1.00	1.000	0.00			
	2	1.03	1.04	1.00	1.000	0.00			
	1	1.00	1.04	1.10	1.000	0.00			
Análisis con Excentricidad Positiva en el eje Y									
S1	5	1.05	1.04	1.00	1.000	0.00			
	4	1.05	1.04	1.10	1.000	0.00			
	3	1.09	1.04	1.00	1.000	0.00			
	2	1.33	1.04	1.00	1.000	0.00			
	1	1.00	1.04	1.10	1.000	0.00			
S2	5	1.08	1.04	1.00	1.000	0.00			
	4	1.07	1.04	1.10	1.000	0.00			
	3	1.09	1.04	1.00	1.000	0.00			
	2	1.33	1.04	1.00	1.000	0.00			
	1	1.00	1.04	1.10	1.000	0.00			
S3	5	1.09	1.04	1.00	1.000	0.00			
	4	1.07	1.04	1.10	1.000	0.00			
	3	1.09	1.04	1.00	1.000	0.00			
	2	1.33	1.04	1.00	1.000	0.00			
	1	1.00	1.04	1.10	1.000	0.00			





**b. Cortante basal:** Considerando que la Norma Técnica E.030 establece que la fuerza cortante dinámica no puede ser menor que el 80% del valor calculado de la cortante estática para estructuras regulares, se ha observado que, la edificación estudiada sí cumple con lo establecido en la norma y no es necesario aplicar los factores de corrección.

Tabla 65. Cortante estática y cortante dinámica en los ejes X y Y de la edificación propuesta en forma rectangular-10 paños

ELEVACIÓN		PLANTA		ANÁLISIS ESTÁTICO Y DINÁMICO DE LA EDIFICACIÓN EN FORMA RECTANGULAR DE 5 PAÑOS POR NIVEL																		
		Factor Cortante				Factor Cortante				Factor Cortante				Factor Cortante								
		Z=	0.25	Ia=	1	Z=	0.25	Ia=	1	Z=	0.25	Ia=	1	Z=	0.25	Ia=	1					
		U=	1	Ip=	1	U=	1	Ip=	1	U=	1	Ip=	1	U=	1	Ip=	1					
		S=	1	R=	8	S=	1.2	R=	8	S=	1.2	R=	8	S=	1.4	R=	8					
0.8				0.8				0.8				0.8										
C=				C=				C=				C=										
Ro=				Ro=				Ro=				Ro=										
Tp=				Tp=				Tp=				Tp=										
Ti=				Ti=				Ti=				Ti=										
8				8				8				8										
2.5				2.5				2				1.6										
SUELO TIPO S1				SUELO TIPO 2				SUELO TIPO 3				SUELO TIPO 3										
N° de Pisos	h Total de la Edif. (m)	T en el Eje X (s)	T en el Eje Y (s)	Peso Total (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)
1	3.00	0.23	0.15	132.93	10.39	10.39	10.38	10.38	8.31	8.31	12.46	12.46	12.46	12.46	9.97	9.97	14.54	14.54	14.54	14.54	11.63	11.63
2	5.70	0.38	0.26	259.36	20.26	20.26	19.24	18.69	16.21	16.21	24.32	24.32	23.08	22.43	19.45	19.45	28.37	28.37	26.93	26.17	22.69	22.69
3	8.40	0.53	0.38	385.79	22.67	30.14	20.95	26.70	18.13	24.11	36.17	36.17	33.10	32.04	28.93	28.93	42.20	42.20	38.62	37.38	33.76	33.76
4	11.10	0.69	0.50	512.22	23.31	31.89	21.10	27.78	18.64	25.51	41.93	48.02	37.63	41.58	33.55	38.42	56.02	56.02	50.05	48.51	44.82	44.82
5	13.80	0.84	0.62	634.24	23.65	31.97	21.30	27.73	18.92	25.58	42.57	57.53	37.76	49.34	34.06	46.03	69.37	69.37	60.96	59.21	55.50	55.50

**c. Deriva de entrepiso:** La edificación propuesta de forma rectangular no cumple los límites de distorsión de entrepiso en el eje X para 3, 4 y 5 niveles para los suelos tipo S2 y S3. Mientras que para el eje Y no cumple los límites de distorsión de entrepiso para 5 niveles en un tipo de suelo S3.

Tabla 66. Derivas de entrepiso máximas en los ejes "X" y "Y" de la edificación propuesta en forma rectangular-10 paños

		ANÁLISIS DE DERIVAS DE ENTREPISO DE EDIFICACIÓN DE FORMA RECTANGULAR DE 10 PAÑOS											
e (+)		Excentricidad positiva											
		Suelo tipo S1				Suelo tipo S2				Suelo tipo S3			
		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso *R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso *R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso *R	
Niveles de la Edificación	Alturas (m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)
1	3.00	1.20	0.46	0.0024	0.0009	1.44	0.55	0.0029	0.0011	1.67	0.65	0.0030	0.0012
	2.70	3.81	1.69	0.0032	0.0017	4.57	2.03	0.0039	0.0020	5.33	2.37	0.0041	0.0021
2	3.00	2.36	0.93	0.0047	0.0019	2.84	1.12	0.0057	0.0022	3.31	1.30	0.0060	0.0023
	2.70	5.93	3.71	0.0027	0.0020	9.39	4.45	0.0042	0.0024	10.95	5.19	0.0044	0.0025
3	2.70	4.74	2.83	0.0047	0.0032	7.51	3.39	<b>0.0074</b>	0.0038	8.77	3.96	<b>0.0078</b>	0.0040
	3.00	2.65	1.41	0.0053	0.0028	4.20	1.69	<b>0.0084</b>	0.0034	4.90	1.98	<b>0.0088</b>	0.0036
4	2.70	7.76	5.19	0.0023	0.0017	13.93	7.81	0.0040	0.0026	18.55	9.11	0.0047	0.0027
	2.70	6.79	4.44	0.0040	0.0029	12.20	6.68	<b>0.0071</b>	0.0043	16.25	7.79	<b>0.0084</b>	0.0046
	2.70	5.05	3.16	0.0052	0.0037	9.07	4.75	<b>0.0094</b>	0.0055	12.07	5.54	<b>0.0113</b>	0.0058
5	3.00	2.71	1.51	0.0054	0.0030	4.84	2.26	<b>0.0097</b>	0.0045	6.44	2.64	<b>0.0116</b>	0.0047
	2.70	9.59	6.47	0.0021	0.0015	17.20	11.63	0.0034	0.0026	27.89	13.97	0.0048	0.0028
	2.70	8.76	5.85	0.0035	0.0025	15.74	10.52	0.0061	0.0044	25.54	12.63	<b>0.0088</b>	0.0048
	2.70	7.27	4.76	0.0047	0.0034	13.06	8.55	<b>0.0083</b>	0.0060	21.20	10.27	<b>0.0121</b>	0.0065
5	2.70	5.23	3.26	0.0055	0.0039	9.36	5.85	<b>0.0100</b>	0.0070	15.17	7.03	<b>0.0145</b>	<b>0.0075</b>
	3.00	2.75	1.53	0.0055	0.0030	4.89	2.72	<b>0.0098</b>	0.0054	7.91	3.27	<b>0.0142</b>	0.0059

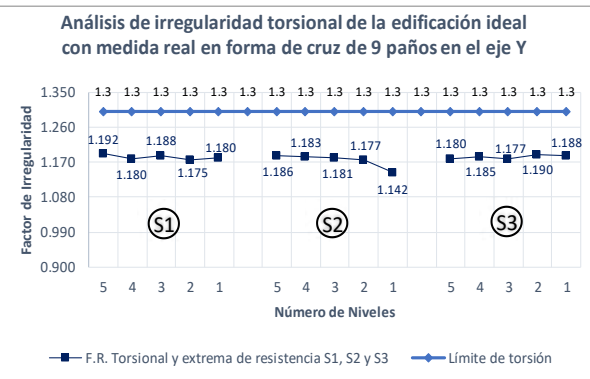
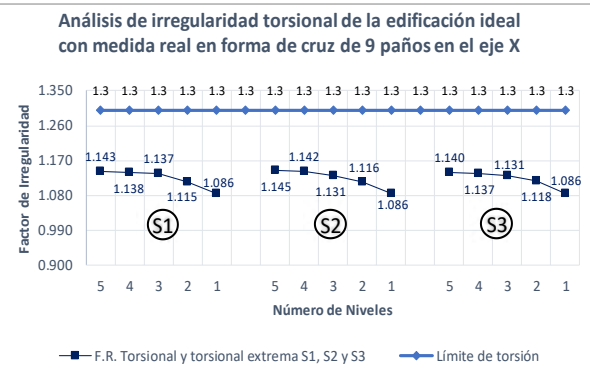


**4.4.3 Edificación propuesta en forma de cruz 9 paños:** A través del análisis de las características relevantes del edificio para el comportamiento sísmico, se ha determinado que la edificación no cumple las relaciones de límite de lado y esbeltez.

**a. Irregularidad:** La edificación en forma de cruz de 9 paños presenta irregularidad de esquina entrante.

Tabla 67. Análisis por irregularidad y tipo de suelo edificación propuesta en forma de cruz - 9 paños

ANÁLISIS POR IRREGULARIDAD, TIPO DE SUELO Y NIVELES DE CRUZ DE 9 PAÑOS						
Análisis con Excentricidad Positiva en el eje X						
		Ia (Altura)			Ip (Planta)	
Factor de Irregularidad		0.75	0.5	0.75	0.5	0.9
Límite del FR		<0.7	<0.60	<0.80	<0.65	>1.5
Tipo de Suelo	Análisis por Nivel	Rigidez-Piso Blando y Extrema de Rigidez	Resistencia-Piso Debil y Extrema de Resistencia	Masa o Peso	Torsional y Torsional Extrema	Esquina Entrante
S1	5	1.01	1.04	1.00	1.143	0.39
	4	1.00	1.04	1.10	1.138	0.39
	3	1.00	1.04	1.00	1.137	0.39
	2	1.02	1.03	1.00	1.115	0.39
	1	1.00	1.04	1.10	1.086	0.39
S2	5	1.04	1.04	1.00	1.145	0.39
	4	1.03	1.04	1.10	1.142	0.39
	3	1.02	1.04	1.00	1.131	0.39
	2	1.02	1.03	1.00	1.116	0.39
	1	1.00	1.04	1.10	1.086	0.39
S3	5	1.06	1.04	1.00	1.140	0.39
	4	1.03	1.04	1.10	1.137	0.39
	3	1.02	1.04	1.00	1.131	0.39
	2	1.03	1.03	1.00	1.118	0.39
	1	1.00	1.04	1.10	1.086	0.39
Análisis con Excentricidad Positiva en el eje Y						
S1	5	1.09	1.04	1.00	1.192	0.39
	4	1.09	1.04	1.10	1.180	0.39
	3	1.13	1.04	1.00	1.188	0.39
	2	1.40	1.03	1.00	1.175	0.39
	1	1.00	1.04	1.10	1.180	0.39
S2	5	1.13	1.04	1.00	1.186	0.39
	4	1.10	1.04	1.10	1.183	0.39
	3	1.12	1.04	1.00	1.181	0.39
	2	1.40	1.03	1.00	1.177	0.39
	1	1.00	1.04	1.10	1.142	0.39
S3	5	1.13	1.04	1.00	1.180	0.39
	4	1.10	1.04	1.10	1.185	0.39
	3	1.13	1.04	1.00	1.177	0.39
	2	1.40	1.03	1.00	1.190	0.39
	1	1.00	1.04	1.10	1.188	0.39



**Cortante basal:** Considerando que la Norma Técnica E.030 del año 2018 establece que la fuerza cortante dinámica no puede ser menor que el 90% del valor calculado de la cortante estática para estructuras irregulares, se ha observado que, la edificación estudiada no cumple con lo establecido en la norma. Se hace el uso de los factores de corrección (FC) para cumplir con los mínimos señalados en este caso se amplifica este factor hasta un 6%, a fin de escalar todos los otros resultados obtenidos (cortantes dinámicas), excepto los desplazamientos.





Tabla 68. Cortante estática y cortante dinámica en los ejes X y Y de la edificación propuesta en forma de cruz - 9 paños

ELEVACIÓN		PLANTA		ANÁLISIS ESTÁTICO Y DINÁMICO DE LA EDIFICACIÓN EN FORMA DE CRUZ DE 9 PAÑOS POR NIVEL																							
				Factor Cortante Mínima(0.80 o 0.90)								Factor Cortante Mínima(0.80 o 0.90)								Factor Cortante Mínima(0.80 o 0.90)							
				Z=	0.25	Ia=	1	Z=	0.25	Ia=	1	Z=	0.25	Ia=	1	U=	1	Ip=	0.9	U=	1	Ip=	0.9	U=	1	Ip=	0.9
				S=	1	R=	7.2	S=	1.2	R=	7.2	S=	1.4	R=	7.2	C=	1.295	Tp=	0.4	C=	2.5	Tp=	0.6	C=	2.5	Tp=	1
				Ro=	8	Tl=	2.5	Ro=	8	Tl=	2	Ro=	8	Tl=	2	Ro=	8	Tl=	1.6	Ro=	8	Tl=	1.6	Ro=	8	Tl=	1.6
SUELO TIPO S1												SUELO TIPO 2						SUELO TIPO 3									
N° de Pisos	h Total de la Edif. (m)	T en el Eje X (s)	T en el Eje Y (s)	Peso Total (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)					
1	3.00	0.21	0.14	124.66	10.82	10.82	10.82	10.82	9.74	9.74	12.99	12.99	12.99	12.99	11.69	11.69	15.15	15.15	15.15	15.15	13.63	13.63					
2	5.70	0.35	0.25	244.70	21.24	21.24	20.17	19.47	19.12	19.12	25.49	25.49	24.21	23.36	22.94	22.94	29.74	29.74	28.24	27.26	26.76	26.76					
3	8.40	0.49	0.37	364.74	25.90	31.66	23.86	27.85	23.31	28.50	37.99	37.99	34.79	33.42	34.19	34.19	44.33	44.33	40.58	38.99	39.89	39.89					
4	11.10	0.63	0.49	484.78	26.63	34.36	24.11	29.76	23.97	30.92	50.50	50.50	43.07	43.40	45.45	45.45	58.91	58.91	52.65	50.63	53.02	53.02					
5	13.80	0.77	0.61	600.85	27.02	34.26	24.26	29.42	24.32	30.83	61.66	61.26	43.09	52.32	55.50	55.14	73.02	73.02	64.17	61.84	65.72	65.72					

Factor de Corrección que Multiplica la Aceleración Espectral	N° de Pisos	Suelo S1		Suelo S2		Suelo S3	
		FC X	FC Y	FC X	FC Y	FC X	FC Y
		1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
3	1.00	1.02	1.00	1.02	1.00	1.02	
4	1.00	1.04	1.00	1.05	1.01	1.05	
5	1.00	1.05	1.02	1.06	1.02	1.06	

**b. Deriva de entrepiso:** La edificación propuesta en forma de cruz de 9 paños no cumple los límites de distorsión de entrepiso en el eje X para 3, 4 y 5 niveles para los suelos tipo S2 y S3. mientras que en el eje Y no se cumple con la deriva de entrepiso para 4 y 5 niveles para los suelos tipo S2 y S3.

Tabla 69. Derivas de entrepiso máximas en los ejes "X" y "Y" de la edificación propuesta en forma de cruz - 9 paños

		ANÁLISIS DE DERIVAS DE ENTREPISO DE EDIFICACIÓN EN FORMA DE CRUZ DE 9 PAÑOS											
e (+)		Excentricidad positiva											
		Suelo tipo S1				Suelo tipo S2				Suelo tipo S3			
		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R	
Niveles de la Edificación	Alturas (m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)
1	3.00	1.09	0.54	0.0022	0.0011	1.30	0.65	0.0027	0.0013	1.52	0.76	0.0031	0.0015
2	2.70	3.52	2.07	0.0031	0.0022	4.23	2.48	0.0037	0.0026	4.93	2.90	0.0043	0.0031
	3.00	2.17	1.11	0.0044	0.0023	2.61	1.33	0.0053	0.0027	3.04	1.55	0.0062	0.0032
3	2.70	6.00	4.63	0.0028	0.0026	8.76	5.55	0.0041	0.0032	10.22	6.48	0.0048	0.0037
	2.70	4.78	3.47	0.0048	0.0040	6.98	4.17	<b>0.0071</b>	0.0049	8.15	4.86	<b>0.0083</b>	0.0057
	3.00	2.66	1.69	0.0054	0.0035	3.87	2.03	<b>0.0079</b>	0.0041	4.52	2.37	<b>0.0092</b>	0.0048
4	2.70	7.93	6.75	0.0024	0.0024	14.25	9.88	0.0042	0.0035	17.42	11.52	0.0051	0.0041
	2.70	6.92	5.71	0.0042	0.0039	12.45	8.36	<b>0.0074</b>	0.0057	15.22	9.76	<b>0.0091</b>	0.0067
	2.70	5.13	4.01	0.0055	0.0049	9.21	5.87	<b>0.0098</b>	<b>0.0071</b>	11.26	6.85	<b>0.0120</b>	<b>0.0083</b>
	3.00	2.72	1.87	0.0056	0.0038	4.87	2.73	<b>0.0099</b>	0.0056	5.96	3.18	<b>0.0122</b>	0.0065
5	2.70	9.83	8.44	0.0022	0.0021	17.63	15.14	0.0036	0.0036	26.33	17.90	0.0053	0.0043
	2.70	8.96	7.56	0.0037	0.0034	16.09	13.57	0.0065	0.0061	24.05	16.04	<b>0.0095</b>	<b>0.0072</b>
	2.70	7.41	6.09	0.0049	0.0045	13.32	10.93	<b>0.0088</b>	<b>0.0081</b>	19.91	12.93	<b>0.0131</b>	<b>0.0096</b>
	2.70	5.30	4.12	0.0058	0.0051	9.50	7.38	<b>0.0104</b>	<b>0.0091</b>	14.18	8.73	<b>0.0156</b>	<b>0.0108</b>
	3.00	2.76	1.88	0.0056	0.0038	4.92	3.35	<b>0.0100</b>	0.0068	7.33	3.96	<b>0.0150</b>	<b>0.0081</b>

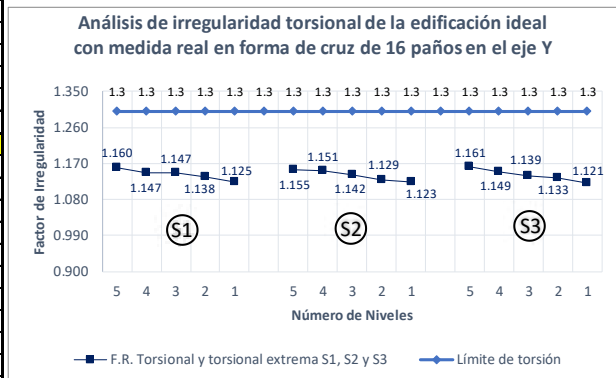
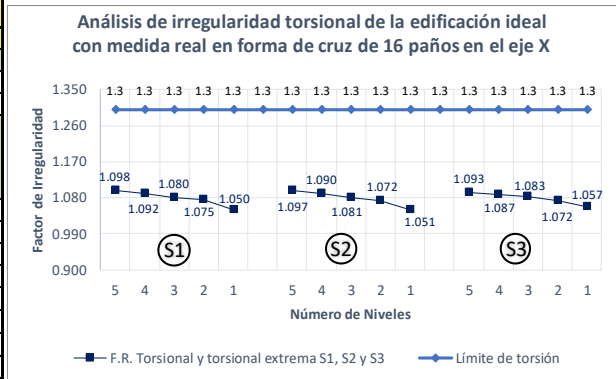


**4.4.4 Edificación propuesta en forma de cruz 16 paños:** A través del análisis de las características relevantes del edificio para el comportamiento sísmico, se ha determinado que la edificación cumple con las relaciones de límite de lado y esbeltez.

**a. Irregularidad:** La edificación en forma de cruz de 16 paños presenta irregularidad de esquina entrante.

Tabla 70. Análisis por irregularidad y tipo de suelo edificación propuesta en forma de cruz - 16 paños

ANÁLISIS POR IRREGULARIDAD, TIPO DE SUELO Y NIVELES DE CRUZ DE 16 PAÑOS									
Análisis con Excentricidad Positiva en el eje X									
		Ia (Altura)				Ip (Planta)			
Factor de Irregularidad		0.75	0.5	0.75	0.5	0.9	0.75	0.6	0.9
Límite del FR		<0.7	<0.6	<0.8	<0.65	>1.5	>1.3	>1.5	>0.2
Tipo de Suelo	Análisis por Nivel	Rigidez-Piso Blando y Extrema de Rigidez	Resistencia-Piso Débil y Extrema de Resistencia	Masa o Peso	Torsional y Extrema	Esquina Entrante			
S1	5	0.98	1.05	1.00	1.098	0.39			
	4	0.98	1.05	1.09	1.092	0.39			
	3	0.99	1.04	1.00	1.080	0.39			
	2	1.00	1.04	1.00	1.075	0.39			
	1	1.00	1.04	1.10	1.050	0.39			
S2	5	1.01	1.05	1.00	1.097	0.39			
	4	1.01	1.05	1.09	1.090	0.39			
	3	1.00	1.04	1.00	1.081	0.39			
	2	1.00	1.04	1.00	1.072	0.39			
	1	1.00	1.04	1.10	1.051	0.39			
S3	5	1.03	1.05	1.00	1.093	0.39			
	4	1.02	1.05	1.09	1.087	0.39			
	3	1.00	1.04	1.00	1.083	0.39			
	2	1.00	1.04	1.00	1.072	0.39			
	1	1.00	1.04	1.10	1.057	0.39			
Análisis con Excentricidad Positiva en el eje Y									
S1	5	1.05	1.05	1.00	1.160	0.39			
	4	1.06	1.05	1.09	1.147	0.39			
	3	1.10	1.04	1.00	1.147	0.39			
	2	1.36	1.04	1.00	1.138	0.39			
	1	1.00	1.04	1.10	1.125	0.39			
S2	5	1.09	1.05	1.00	1.155	0.39			
	4	1.08	1.05	1.09	1.151	0.39			
	3	1.10	1.04	1.00	1.142	0.39			
	2	1.36	1.04	1.00	1.129	0.39			
	1	1.00	1.04	1.10	1.123	0.39			
S3	5	1.10	1.05	1.00	1.161	0.39			
	4	1.08	1.05	1.09	1.149	0.39			
	3	1.10	1.04	1.00	1.139	0.39			
	2	1.36	1.04	1.00	1.133	0.39			
	1	1.00	1.04	1.10	1.121	0.39			



**b. Cortante basal:** Considerando que la Norma Técnica E.030 del año 2018 establece que la fuerza cortante dinámica no puede ser menor que el 90% del valor calculado de la cortante estática para estructuras irregulares, se ha observado que, la edificación estudiada no cumple con lo establecido en la norma. Se hace el uso de los factores de corrección (FC) para cumplir con los mínimos señalados en este caso se amplifica este factor hasta un 6%, a fin de escalar todos los otros resultados obtenidos (cortantes dinámicas), excepto los desplazamientos.



Tabla 71. Cortante estática y cortante dinámica en los ejes X y Y de la edificación propuesta en forma de cruz - 16 paños

ELEVACIÓN		PLANTA		ANÁLISIS ESTÁTICO Y DINÁMICO DE LA EDIFICACIÓN EN FORMA DE CRUZ DE 16 PAÑOS POR NIVEL																			
		Factor Cortante Mínima(0.80 o 0.90)		Z=	0.25	Ia=	1	Factor Cortante Mínima(0.80 o 0.90)		Z=	0.25	Ia=	1	Factor Cortante Mínima(0.80 o 0.90)		Z=	0.25	Ia=	1				
		U=		1	Ip=	0.9	U=		1	Ip=	0.9	U=		1	Ip=	0.9	U=		1	Ip=	0.9		
		S=		1	R=	7.2	S=		1.2	R=	7.2	S=		1.2	R=	7.2	S=		1.4	R=	7.2		
		0.9		C=	1.193	Tp=	0.4	0.9		C=	2.5	Tp=	0.6	0.9		C=	2.5	Tp=	1	Ro=		8	Ti=
		SUELO TIPO S1				SUELO TIPO 2				SUELO TIPO 3													
N° de Pisos	h Total de la Edif. (m)	T en el Eje X (s)	T en el Eje Y (s)	Peso Total (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	
1	3.00	0.24	0.16	210.96	18.31	18.31	18.31	18.31	16.48	16.48	21.98	21.98	21.97	21.97	19.78	19.78	25.64	25.64	25.64	25.64	23.07	23.07	
2	5.70	0.38	0.27	410.94	35.67	35.67	33.95	32.81	32.10	32.10	42.81	42.81	40.75	39.38	38.53	38.53	49.94	49.94	47.54	45.94	44.95	44.95	
3	8.40	0.54	0.40	610.92	39.65	39.65	36.79	46.81	35.68	35.68	63.64	63.64	58.44	56.17	57.27	57.27	74.24	74.24	68.18	65.53	66.82	66.82	
4	11.10	0.69	0.53	810.90	40.85	53.33	37.14	46.63	36.77	48.00	73.56	84.47	66.28	72.81	66.20	76.02	98.55	98.55	88.37	84.95	88.69	88.69	
5	13.80	0.84	0.65	1003.82	41.58	53.36	37.59	46.31	37.42	48.03	74.87	96.07	66.68	82.27	67.38	86.47	121.99	121.99	107.63	103.60	109.79	109.79	
						Factor de Corrección que Multiplica la Aceleración Espectral		N° de Pisos	Suelo S1		Suelo S2		Suelo S3										
									FC X	FC Y	FC X	FC Y	FC X	FC Y									
								1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00									
								2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00									
								3	1.00	1.02	1.00	1.02	1.00	1.02									
								4	1.00	1.03	1.00	1.04	1.00	1.04									
								5	1.00	1.04	1.01	1.05	1.02	1.06									

c. **Deriva de entrepiso:** La edificación propuesta en forma de cruz de 16 paños no cumple los límites de distorsión de entrepiso en el eje X para 3, 4 y 5 niveles para los suelos tipo S2 y S3. mientras que en el eje Y no se cumple con la deriva de entrepiso para 4 y 5 niveles para los suelos tipo S2 y S3.

Tabla 72. Derivas de entrepiso máximas en los ejes "X" y "Y" de la edificación propuesta en forma de cruz - 16 paños

e (+)		ANÁLISIS DE DERIVAS DE ENTREPISO DE EDIFICACIÓN EN FORMA DE CRUZ DE 16 PAÑOS											
		Excentricidad positiva											
		Suelo tipo S1				Suelo tipo S2				Suelo tipo S3			
		Desplazamiento s Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamiento s Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamiento s Máximos		Derivas de Entrepiso*R	
Niveles de la Edificación	Alturas (m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)
1	3.00	1.31	0.64	0.0027	0.0013	1.58	0.77	0.0032	0.0016	1.84	0.90	0.0038	0.0018
2	2.70	4.15	2.38	0.0035	0.0025	4.98	2.86	0.0043	0.0030	5.81	3.34	0.0050	0.0035
	3.00	2.59	1.29	0.0053	0.0026	3.11	1.55	0.0063	0.0032	3.63	1.81	0.0074	0.0037
3	2.70	6.40	5.29	0.0029	0.0030	10.19	6.35	0.0046	0.0035	11.88	7.40	0.0054	0.0041
	2.70	5.14	4.00	0.0051	0.0046	8.18	4.80	0.0081	0.0055	9.54	5.60	0.0095	0.0065
	3.00	2.89	1.97	0.0059	0.0040	4.60	2.37	0.0094	0.0048	5.37	2.76	0.0110	0.0056
4	2.70	8.38	7.14	0.0025	0.0025	15.05	11.24	0.0043	0.0039	20.09	13.11	0.0057	0.0045
	2.70	7.34	6.07	0.0044	0.0041	13.20	9.57	0.0077	0.0064	17.63	11.16	0.0103	0.0075
	2.70	5.48	4.29	0.0058	0.0052	9.84	6.76	0.0103	0.0081	13.14	7.88	0.0138	0.0095
	3.00	2.96	2.02	0.0060	0.0041	5.29	3.18	0.0108	0.0065	7.06	3.71	0.0144	0.0076
5	2.70	10.36	8.92	0.0022	0.0022	18.59	16.00	0.0037	0.0037	30.14	20.27	0.0058	0.0047
	2.70	9.48	8.02	0.0039	0.0036	17.04	14.41	0.0067	0.0063	27.64	18.26	0.0107	0.0080
	2.70	7.89	6.49	0.0051	0.0047	14.17	11.66	0.0091	0.0085	23.00	14.78	0.0148	0.0108
	2.70	5.69	4.43	0.0061	0.0054	10.19	7.94	0.0110	0.0097	16.51	10.05	0.0178	0.0123
3.00	3.02	2.05	0.0062	0.0042	5.37	3.65	0.0109	0.0074	8.67	4.62	0.0177	0.0094	

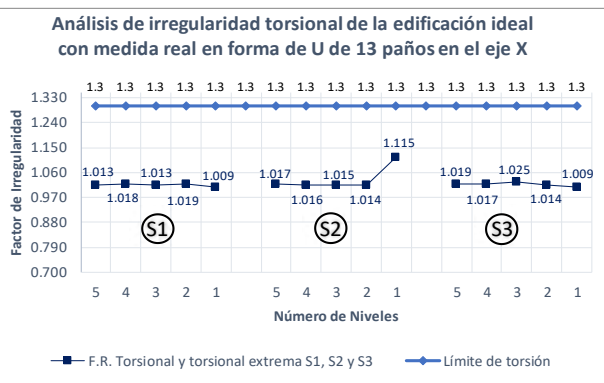
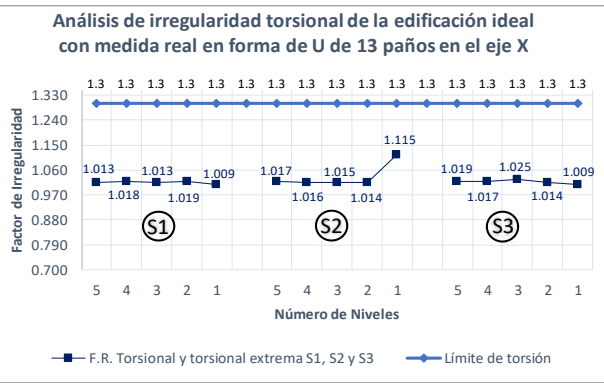


**4.4.5 Edificación propuesta en forma de U - 13 paños:** A través del análisis de las características relevantes del edificio para el comportamiento sísmico, se ha determinado que la edificación cumple la relación de límite de esbeltez.

**a. Irregularidad:** La edificación en forma de U de 13 paños presenta irregularidad de esquina entrante.

Tabla 73. Análisis por irregularidad y tipo de suelo edificación propuesta en forma de U – 13 paños

ANÁLISIS POR IRREGULARIDAD, TIPO DE SUELO Y NIVELES DE U DE 13 PAÑOS									
Análisis con Excentricidad Positiva en el eje X									
		Ia (Altura)			Ip (Planta)				
Factor de Irregularidad		0.75	0.5	0.75	0.5	0.9			
Límite del FR		<0.7	<0.6	<0.8	<0.65	>1.5	>1.3	>1.5	>0.2
Tipo de Suelo	Análisis por Nivel	Rigidez-Piso Blando y Extrema de Rigidez	Resistencia-Piso Débil y Extrema de Resistencia	Masa o Peso	Torsional y Torsional Extrema	Esquina Entrante			
S1	5	0.99	1.04	1.00	1.013	0.78			
	4	0.99	1.04	1.10	1.018	0.78			
	3	1.00	1.04	1.00	1.013	0.78			
	2	1.00	1.04	1.00	1.019	0.78			
	1	1.00	1.04	1.10	1.009	0.78			
S2	5	1.02	1.04	1.00	1.017	0.78			
	4	1.02	1.04	1.10	1.016	0.78			
	3	1.01	1.04	1.00	1.015	0.78			
	2	1.01	1.04	1.00	1.014	0.78			
S3	5	1.00	1.04	1.10	1.115	0.78			
	4	1.04	1.04	1.00	1.019	0.78			
	3	1.02	1.04	1.10	1.017	0.78			
	2	1.01	1.04	1.00	1.025	0.78			
	1	1.00	1.04	1.00	1.014	0.78			
Análisis con Excentricidad Positiva en el eje Y									
S1	5	1.10	1.04	1.00	1.104	0.59			
	4	1.10	1.04	1.10	1.075	0.59			
	3	1.14	1.04	1.00	1.054	0.59			
	2	1.43	1.04	1.00	1.205	0.59			
	1	1.00	1.04	1.10	1.044	0.59			
S2	5	1.14	1.04	1.00	1.102	0.59			
	4	1.12	1.04	1.10	1.082	0.59			
	3	1.14	1.04	1.00	1.054	0.59			
	2	1.43	1.04	1.00	1.030	0.59			
S3	5	1.00	1.04	1.10	1.051	0.59			
	4	1.15	1.04	1.00	1.123	0.59			
	3	1.12	1.04	1.10	1.086	0.59			
	2	1.14	1.04	1.00	1.055	0.59			
	1	1.43	1.04	1.00	1.023	0.59			



**b. Cortante basal:** Considerando que la Norma Técnica E.030 del año 2018 establece que la fuerza cortante dinámica no puede ser menor que el 90% del valor calculado de la cortante estática para estructuras irregulares, se ha observado que, la edificación estudiada no cumple con lo establecido en la norma. Se hace el uso de los factores de corrección (FC) para cumplir con los mínimos señalados en este caso se amplifica este factor hasta un 22%, a fin de escalar todos los otros resultados obtenidos (cortantes dinámicas), excepto los desplazamientos.



Tabla 74. Cortante estática y cortante dinámica en los ejes X e Y de la edificación propuesta en forma de U - 13 paños

ELEVACIÓN		PLANTA		ANÁLISIS ESTÁTICO Y DINÁMICO DE LA EDIFICACIÓN EN FORMA DE U DE 13 PAÑOS POR NIVEL																				
		Factor Cortante	Z=	0.25	Ia=	1	Factor Cortante	Z=	0.25	Ia=	1	Factor Cortante	Z=	0.25	Ia=	1	Factor Cortante	Z=	0.25	Ia=	1			
		Mínima(0.80 o 0.90)	U=	1	Ip=	0.9	Mínima(0.80 o 0.90)	U=	1	Ip=	0.9	Mínima(0.80 o 0.90)	U=	1	Ip=	0.9	Mínima(0.80 o 0.90)	U=	1	Ip=	0.9			
			S=	1	R=	7.2		S=	1.2	R=	7.2		S=	1.4	R=	7.2		S=	2.5	Ip=	0.6		R=	1.6
		0.9	C=	1.217	Ip=	0.4	0.9	C=	2.5	Ip=	0.6	0.9	C=	2.5	Ip=	0.6	0.9	C=	2.5	Ip=	0.6		R=	8
SUELO TIPO S1					SUELO TIPO 2					SUELO TIPO 3														
N° de Pisos	h Total de la Edif. (m)	T en el Eje X (s)	T en el Eje Y (s)	Peso Total (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)		
1	3.00	0.21	0.15	179.38	15.57	15.57	15.57	15.51	14.01	14.01	18.69	18.69	18.69	18.62	16.82	16.82	21.80	21.80	21.80	21.72	19.62	19.62		
2	5.70	0.35	0.26	351.81	30.54	30.54	29.07	27.86	27.49	27.49	36.65	36.65	34.88	33.44	32.98	32.98	42.75	42.75	40.69	39.01	38.48	38.48		
3	8.40	0.49	0.38	524.24	37.37	45.51	34.56	39.32	33.63	40.96	54.61	54.61	50.14	47.19	49.15	49.15	63.71	63.71	58.50	55.06	57.34	57.34		
4	11.10	0.63	0.51	696.67	38.51	47.34	34.97	39.69	34.66	42.61	72.57	72.57	62.50	60.22	65.31	65.31	84.66	84.66	75.90	70.26	76.20	76.20		
5	13.80	0.77	0.64	863.37	39.18	47.13	35.28	38.67	35.26	42.41	84.83	82.02	62.72	68.57	76.34	73.82	104.92	104.92	92.53	84.26	94.43	94.43		

Factor de Corrección que Multiplica la Aceleración Espectral	N° de Pisos	Suelo S1		Suelo S2		Suelo S3	
		FC X	FC Y	FC X	FC Y	FC X	FC Y
		1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
3	1.00	1.04	1.00	1.04	1.00	1.04	
4	1.00	1.07	1.04	1.08	1.00	1.08	
5	1.00	1.10	1.22	1.08	1.02	1.12	

c. **Deriva de entrepiso:** La edificación propuesta en forma de U de 9 paños no cumple los límites de distorsión de entrepiso en el eje X para 3, 4 y 5 niveles para los suelos tipo S2 y S3. mientras que en el eje Y no se cumple con la deriva de entrepiso para 4 y 5 niveles para los suelos tipo S2 y S3.

Tabla 75. Derivas de entrepiso máximas en los ejes "X" y "Y" de la edificación propuesta en forma de U - 13 paños

ANÁLISIS DE DERIVAS DE ENTREPISO DE EDIFICACIÓN EN FORMA DE U DE 13 PAÑOS													
e (+)		Excentricidad positiva											
		Suelo tipo S1				Suelo tipo S2				Suelo tipo S3			
		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R	
Niveles de la Edificación	Alturas (m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)
1	3.00	1.05	0.55	0.0021	0.0011	1.26	0.66	0.0026	0.0013	1.47	0.77	0.0030	0.0016
2	2.70	3.32	2.02	0.0028	0.0022	3.98	2.42	0.0034	0.0027	4.65	2.83	0.0039	0.0031
	3.00	2.09	1.07	0.0043	0.0022	2.50	1.29	0.0051	0.0026	2.92	1.50	0.0060	0.0031
3	2.70	5.61	4.54	0.0026	0.0028	8.15	5.46	0.0037	0.0033	9.51	6.36	0.0043	0.0039
	2.70	4.51	3.35	0.0045	0.0040	6.56	4.02	0.0065	0.0048	7.65	4.69	0.0076	0.0056
	3.00	2.55	1.66	0.0052	0.0034	3.70	1.99	0.0076	0.0041	4.32	2.32	0.0088	0.0047
4	2.70	7.36	6.41	0.0022	0.0025	13.23	9.98	0.0038	0.0038	16.08	11.64	0.0045	0.0044
	2.70	6.46	5.35	0.0038	0.0038	11.62	8.34	0.0068	0.0059	14.12	9.73	0.0082	0.0069
	2.70	4.83	3.72	0.0050	0.0046	8.67	5.75	0.0091	0.0072	10.53	6.71	0.0110	0.0084
	3.00	2.61	1.77	0.0053	0.0036	4.68	2.66	0.0095	0.0054	5.68	3.10	0.0116	0.0063
5	2.70	9.07	8.22	0.0019	0.0022	16.30	14.77	0.0032	0.0039	24.12	18.66	0.0046	0.0049
	2.70	8.31	7.29	0.0034	0.0035	14.95	13.10	0.0058	0.0061	22.13	16.56	0.0086	0.0077
	2.70	6.92	5.81	0.0045	0.0044	12.44	10.44	0.0080	0.0080	18.42	13.20	0.0118	0.0101
	2.70	5.00	3.87	0.0053	0.0049	8.95	6.94	0.0096	0.0088	13.24	8.78	0.0142	0.0111
	3.00	2.65	1.77	0.0054	0.0036	4.73	3.15	0.0096	0.0064	6.98	3.87	0.0142	0.0079

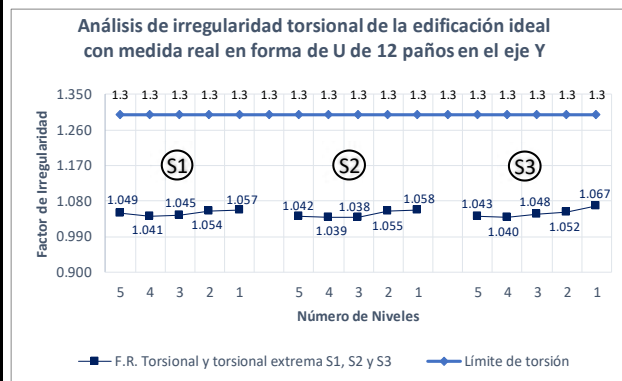
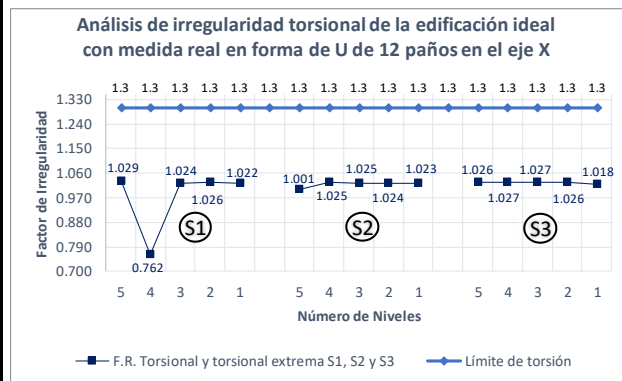
4.4.6 **Edificación propuesta en forma de U - 12 paños:** A través del análisis de las características relevantes del edificio para el comportamiento sísmico, se ha determinado que la edificación cumple la relación de esbeltez.

a. **Irregularidad:** La edificación en forma de U de 12 paños presenta irregularidades de esquina entrante.



Tabla 76. Análisis por irregularidad y tipo de suelo edificación propuesta en forma de U – 12 paños



ANÁLISIS POR IRREGULARIDAD, TIPO DE SUELO Y NIVELES DE U DE 12 PAÑOS									
Análisis con Excentricidad Positiva en el eje X									
Factor de Irregularidad		Ia (Altura)			Ip (Planta)				
Límite del FR		0.75	0.5	0.75	0.5	0.9	0.75	0.6	0.9
Límite del FR		<0.7	<0.6	<0.8	<0.65	>1.5	>1.3	>1.5	>0.2
Tipo de Suelo	Análisis por Nivel	Rigidez-Piso Blando y Extrema de Rigidez	Resistencia-Piso Debil y Extrema de Resistencia	Masa o Peso	Torsional y Torsional Extrema	Esquina Entrante			
S1	5	0.99	1.04	1.00	1.029	0.39			
	4	0.99	1.04	1.10	0.762	0.39			
	3	0.99	1.04	1.00	1.024	0.39			
	2	1.01	1.04	1.00	1.026	0.39			
	1	1.00	1.04	1.10	1.022	0.39			
S2	5	1.02	1.04	1.00	1.001	0.39			
	4	1.02	1.04	1.10	1.025	0.39			
	3	1.01	1.04	1.00	1.025	0.39			
	2	1.01	1.04	1.00	1.024	0.39			
	1	1.00	1.04	1.10	1.023	0.39			
S3	5	1.04	1.04	1.00	1.026	0.39			
	4	1.02	1.04	1.10	1.027	0.39			
	3	1.01	1.04	1.00	1.027	0.39			
	2	1.01	1.04	1.00	1.026	0.39			
	1	1.00	1.04	1.10	1.018	0.39			
Análisis con Excentricidad Positiva en el eje Y									
S1	5	1.06	1.04	1.00	1.049	0.59			
	4	1.07	1.04	1.10	1.041	0.59			
	3	1.11	1.04	1.00	1.045	0.59			
	2	1.36	1.04	1.00	1.054	0.59			
	1	1.00	1.04	1.10	1.057	0.59			
S2	5	1.10	1.04	1.00	1.042	0.59			
	4	1.08	1.04	1.10	1.039	0.59			
	3	1.11	1.04	1.00	1.038	0.59			
	2	1.36	1.04	1.00	1.055	0.59			
	1	1.00	1.04	1.10	1.058	0.59			
S3	5	1.10	1.04	1.00	1.043	0.59			
	4	1.08	1.04	1.10	1.040	0.59			
	3	1.11	1.04	1.00	1.048	0.59			
	2	1.36	1.04	1.00	1.052	0.59			
	1	1.00	1.04	1.10	1.067	0.59			



**b. Cortante basal:** Considerando que la Norma Técnica E.030 del año 2018 establece que la fuerza cortante dinámica no puede ser menor que el 90% del valor calculado de la cortante estática para estructuras irregulares, se ha observado que, la edificación estudiada no cumple con lo establecido en la norma. Se hace el uso de los factores de corrección (FC) para cumplir con los mínimos señalados en este caso se amplifica este factor hasta un 6%, a fin de escalar todos los otros resultados obtenidos (cortantes dinámicas), excepto los desplazamientos.



Tabla 77. Cortante estática y cortante dinámica en los ejes X y Y de la edificación propuesta en forma de U - 12 paños

ELEVACIÓN		PLANTA		ANÁLISIS ESTÁTICO Y DINÁMICO DE LA EDIFICACIÓN EN FORMA DE U DE 12 PAÑOS POR NIVEL																							
				Factor Cortante Mínima(0.80 o 0.90)								Factor Cortante Mínima(0.80 o 0.90)								Factor Cortante Mínima(0.80 o 0.90)							
				Z=	0.25	Ia=	1	Z=	0.25	Ia=	1	Z=	0.25	Ia=	1	U=	1	Ip=	0.9	U=	1	Ip=	0.9	U=	1	Ip=	0.9
				S=	1	R=	7.2	S=	1.2	R=	7.2	S=	1.4	R=	7.2	C=	1.307	Tp=	0.4	C=	2.5	Tp=	0.6	C=	2.5	Tp=	1
				Ro=	8	Tl=	2.5	Ro=	8	Tl=	2	Ro=	8	Tl=	2	Ro=	8	Tl=	1.6	Ro=	8	Tl=	1.6	Ro=	8	Tl=	1.6
SUELO TIPO S1								SUELO TIPO 2								SUELO TIPO 3											
Nº de Pisos	h Total de la Edif. (m)	T en el Eje X (s)	T en el Eje Y (s)	Peso Total (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)					
1	3.00	0.23	0.15	160.29	13.91	13.91	13.91	13.77	12.52	12.52	16.70	16.70	16.70	16.53	15.03	15.03	19.48	19.48	19.48	19.28	17.53	17.53					
2	5.70	0.37	0.27	312.91	27.16	27.16	25.82	24.85	24.45	24.45	32.59	32.59	30.99	29.82	29.34	29.34	38.03	38.03	38.03	36.15	34.79	34.22	34.22				
3	8.40	0.52	0.39	465.53	30.91	40.41	28.57	35.60	27.82	36.37	48.49	48.49	44.46	42.73	43.64	43.64	56.57	56.57	51.87	49.85	50.92	50.92					
4	11.10	0.67	0.51	618.15	31.85	42.00	28.90	36.53	28.67	37.80	57.33	64.39	51.58	55.54	51.60	57.95	75.12	75.12	67.24	64.79	67.61	67.61					
5	13.80	0.82	0.63	765.48	32.35	42.00	29.13	36.39	29.11	37.80	58.21	75.59	51.67	64.70	52.39	68.03	93.03	93.03	81.91	79.13	83.72	83.72					

Factor de Corrección que Multiplica la Aceleración Espectral	Nº de Pisos	Suelo S1		Suelo S2		Suelo S3	
		FC X	FC Y	FC X	FC Y	FC X	FC Y
		1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
3	1.00	1.02	1.00	1.02	1.00	1.02	
4	1.00	1.03	1.00	1.04	1.01	1.04	
5	1.00	1.04	1.01	1.05	1.02	1.06	

**c. Deriva de entrepiso:** La edificación propuesta en forma de U de 12 paños no cumple los límites de distorsión de entrepiso en el eje X para 2, 3, 4 y 5 niveles para los suelos tipo S2 y S3. mientras que en el eje Y no se cumple con la deriva de entrepiso para 4 y 5 niveles para los suelos tipo S2 y S3.

Tabla 78. Derivas de entrepiso máximas en los ejes "X" y "Y" de la edificación propuesta en forma de U - 12 paños

ANÁLISIS DE DERIVAS DE ENTREPISO DE EDIFICACIÓN EN FORMA DE U DE 12 PAÑOS													
e (+)		Excentricidad positiva											
		Suelo tipo S1				Suelo tipo S2				Suelo tipo S3			
		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R	
Niveles de la Edificación	Alturas (m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)
1	3.00	1.26	0.57	0.0026	0.0012	1.51	0.69	0.0031	0.0014	1.77	0.80	0.0036	0.0016
	2.70	4.00	2.08	0.0034	0.0022	4.80	2.50	0.0041	0.0026	5.60	2.91	0.0048	0.0031
2	3.00	2.50	1.12	0.0051	0.0023	3.00	1.35	0.0061	0.0027	3.49	1.57	<b>0.0071</b>	0.0032
	2.70	6.31	4.53	0.0029	0.0026	9.83	5.43	0.0045	0.0031	11.47	6.34	0.0052	0.0036
	2.70	5.06	3.42	0.0050	0.0040	7.89	4.09	<b>0.0079</b>	0.0047	9.20	4.77	<b>0.0092</b>	0.0055
3	3.00	2.84	1.67	0.0058	0.0034	4.43	2.00	<b>0.0090</b>	0.0041	5.17	2.34	<b>0.0105</b>	0.0048
	2.70	8.28	6.22	0.0025	0.0022	14.87	9.49	0.0043	0.0033	19.40	11.07	0.0055	0.0039
	2.70	7.25	5.28	0.0043	0.0036	13.04	8.05	<b>0.0076</b>	0.0055	17.01	9.39	<b>0.0100</b>	0.0064
4	2.70	5.40	3.71	0.0057	0.0045	9.71	5.66	<b>0.0102</b>	0.0069	12.67	6.60	<b>0.0133</b>	<b>0.0080</b>
	3.00	2.91	1.74	0.0059	0.0035	5.21	2.65	<b>0.0106</b>	0.0054	6.79	3.09	<b>0.0139</b>	0.0063
	2.70	10.19	7.71	0.0022	0.0019	18.28	13.85	0.0037	0.0033	29.11	16.95	0.0057	0.0040
5	2.70	9.33	6.91	0.0038	0.0031	16.75	12.43	0.0066	0.0055	26.68	15.22	<b>0.0104</b>	0.0068
	2.70	7.75	5.58	0.0050	0.0041	13.93	10.03	<b>0.0090</b>	<b>0.0074</b>	22.18	12.28	<b>0.0143</b>	<b>0.0090</b>
	2.70	5.59	3.79	0.0060	0.0047	10.00	6.79	<b>0.0108</b>	<b>0.0084</b>	15.91	8.31	<b>0.0172</b>	<b>0.0103</b>
	3.00	2.95	1.77	0.0060	0.0036	5.26	3.16	<b>0.0107</b>	0.0064	8.34	3.86	<b>0.0170</b>	<b>0.0079</b>

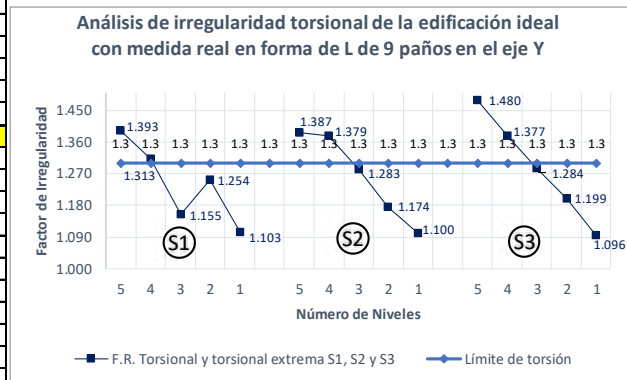
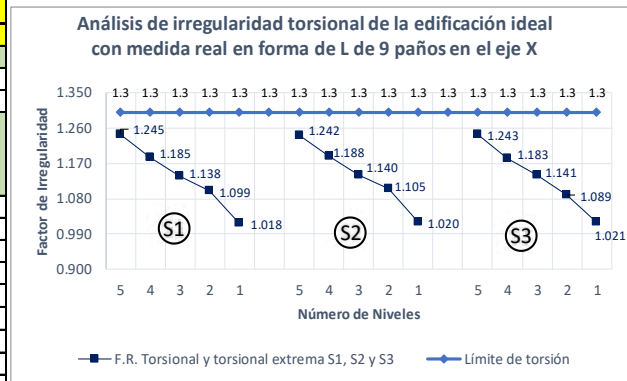


**4.4.7 Edificación propuesta en forma de L-9 paños:** A través del análisis de las características relevantes del edificio para el comportamiento sísmico, se ha determinado que la edificación no cumple las relaciones de límite de lado y esbeltez.

**a. Irregularidad:** La edificación en forma de L de 9 paños presenta irregularidades de torsión y esquina entrante.

Tabla 79. Análisis por irregularidad y tipo de suelo edificación propuesta en forma de L – 9 paños

ANÁLISIS POR IRREGULARIDAD, TIPO DE SUELO Y NIVELES DE L DE 9 PAÑOS									
Análisis con Excentricidad Positiva en el eje X									
		Ia (Altura)			Ip (Planta)				
Factor de Irregularidad		0.75	0.5	0.75	0.5	0.9	0.75	0.6	0.9
Límite del FR		<0.7	<0.6	<0.8	<0.65	>1.5	>1.3	>1.5	>0.2
Tipo de Suelo	Análisis por Nivel	Rigidez-Piso Blando y Extrema de Rigidez	Resistencia-Piso Debil y Extrema de Resistencia	Masa o Peso	Torsional y Torsional Extrema	Esquina Entrante			
S1	5	0.99	1.04	1.00	1.245	0.78			
	4	0.99	1.04	1.10	1.185	0.78			
	3	1.00	1.04	1.00	1.138	0.78			
	2	1.02	1.04	1.00	1.099	0.78			
	1	1.00	1.04	1.10	1.018	0.78			
S2	5	1.03	1.04	1.00	1.242	0.78			
	4	1.02	1.04	1.10	1.188	0.78			
	3	1.01	1.04	1.00	1.140	0.78			
	2	1.01	1.04	1.00	1.105	0.78			
	1	1.00	1.04	1.10	1.020	0.78			
S3	5	1.05	1.04	1.00	1.243	0.78			
	4	1.02	1.04	1.10	1.183	0.78			
	3	1.01	1.04	1.00	1.141	0.78			
	2	1.02	1.04	1.00	1.089	0.78			
	1	1.00	1.04	1.10	1.021	0.78			
Análisis con Excentricidad Positiva en el eje Y									
S1	5	1.07	1.04	1.00	1.393	0.78			
	4	1.07	1.04	1.10	1.313	0.78			
	3	1.13	1.04	1.00	1.155	0.78			
	2	1.41	1.04	1.00	1.254	0.78			
	1	1.00	1.04	1.10	1.103	0.78			
S2	5	1.12	1.04	1.00	1.387	0.78			
	4	1.10	1.04	1.10	1.379	0.78			
	3	1.13	1.04	1.00	1.283	0.78			
	2	1.41	1.04	1.00	1.174	0.78			
	1	1.00	1.04	1.10	1.100	0.78			
S3	5	1.12	1.04	1.00	1.480	0.78			
	4	1.10	1.04	1.10	1.377	0.78			
	3	1.13	1.04	1.00	1.284	0.78			
	2	1.41	1.04	1.00	1.199	0.78			
	1	1.00	1.04	1.10	1.096	0.78			



**b. Cortante basal:** Considerando que la Norma Técnica E.030 del año 2018 establece que la fuerza cortante dinámica no puede ser menor que el 90% del valor calculado de la cortante estática para estructuras irregulares, se ha observado que, la edificación estudiada no cumple con lo establecido en la norma. Se hace el uso de los factores de corrección (FC) para cumplir con los mínimos señalados en este caso se amplifica este factor hasta un 17%, a fin de escalar todos los otros resultados obtenidos (cortantes dinámicas), excepto los desplazamientos.





Tabla 80. Cortante estática y cortante dinámica en los ejes X y Y de la edificación propuesta en forma de L – 9 paños

ELEVACIÓN		PLANTA		ANÁLISIS ESTÁTICO Y DINÁMICO DE LA EDIFICACIÓN EN FORMA DE L DE 9 PAÑOS POR NIVEL																							
				Factor Cortante Mínima(0.80 o 0.90)								Factor Cortante Mínima(0.80 o 0.90)								Factor Cortante Mínima(0.80 o 0.90)							
				Z=	0.25	Ia=	1	Z=	0.25	Ia=	1	Z=	0.25	Ia=	1	U=	1	Ip=	0.75	U=	1	Ip=	0.75	U=	1	Ip=	0.75
				S=	1	R=	6	S=	1.2	R=	6	S=	1.2	R=	6	C=	2.5	Tp=	0.6	C=	2.5	Tp=	0.6	C=	2.5	Tp=	0.6
				Ro=	8	Ti=	2.5	Ro=	8	Ti=	2	Ro=	8	Ti=	2	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
SUELO TIPO S1												SUELO TIPO 2						SUELO TIPO 3									
Nº de Pisos	h Total de la Edif. (m)	T en el Eje X (s)	T en el Eje Y (s)	Peso Total (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)					
1	3.00	0.21	0.14	124.66	10.82	10.82	10.82	10.78	9.74	9.74	12.99	12.99	12.98	12.93	11.69	11.69	15.15	15.15	15.14	15.09	13.63	13.63					
2	5.70	0.35	0.25	244.70	21.24	21.24	20.18	18.87	19.12	19.12	25.49	25.49	24.22	22.64	22.94	22.94	29.74	29.74	28.25	26.42	26.76	26.76					
3	8.40	0.53	0.40	364.74	23.99	31.66	22.20	26.23	21.59	28.50	37.99	37.99	34.79	31.67	34.19	34.19	44.33	44.33	40.59	36.95	39.89	39.89					
4	11.10	0.68	0.53	484.78	29.65	38.18	26.87	30.88	26.69	34.36	53.40	60.60	47.94	48.28	48.06	54.54	70.70	70.70	63.17	56.33	63.63	63.63					
5	13.80	0.83	0.66	600.85	30.09	37.98	27.09	30.06	27.08	34.18	54.17	68.38	48.02	53.25	48.75	61.54	87.62	87.62	76.95	67.57	78.86	78.86					

Factor de Corrección que Multiplica la Aceleración Espectral	Nº de Pisos	Suelo S1		Suelo S2		Suelo S3	
		FC X	FC Y	FC X	FC Y	FC X	FC Y
		1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	1.00	1.01	1.00	1.01	1.00	1.01	
3	1.00	1.09	1.00	1.08	1.00	1.08	
4	1.00	1.11	1.00	1.13	1.01	1.13	
5	1.00	1.14	1.02	1.16	1.02	1.17	

c. **Deriva de entrepiso:** La edificación propuesta en forma de L de 9 paños no cumple los límites de distorsión de entrepiso en el eje X para 3, 4 y 5 niveles para los suelos tipo S2 y S3. mientras que en el eje Y no se cumple con la deriva de entrepiso para 4 y 5 niveles para los suelos tipo S2 y S3.

Tabla 81. Derivas de entrepiso máximas en los ejes X y Y de la edificación en forma de L – 9 paños

e (+)		ANÁLISIS DE DERIVAS DE ENTREPISO DE EDIFICACIÓN EN FORMA DE L DE 9 PAÑOS											
		Excentricidad positiva											
		Suelo tipo S1				Suelo tipo S2				Suelo tipo S3			
		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso *R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso *R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso *R	
Niveles de la Edificación	Alturas (m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)
1	3.00	1.04	0.51	0.0021	0.0010	1.25	0.62	0.0025	0.0013	1.45	0.72	0.0030	0.0015
	2.70	3.45	1.99	0.0030	0.0022	4.14	2.39	0.0036	0.0026	4.83	2.79	0.0042	0.0031
2	3.00	2.12	1.03	0.0043	0.0021	2.55	1.24	0.0052	0.0025	2.97	1.45	0.0061	0.0029
	2.70	6.41	5.20	0.0031	0.0032	10.07	6.44	0.0047	0.0039	11.75	7.52	0.0055	0.0045
3	2.70	5.09	3.83	0.0052	0.0046	8.01	4.74	<b>0.0082</b>	0.0057	9.34	5.53	<b>0.0095</b>	0.0067
	3.00	2.81	1.79	0.0057	0.0037	4.41	2.22	<b>0.0090</b>	0.0045	5.15	2.59	<b>0.0105</b>	0.0053
4	2.70	10.30	8.72	0.0027	0.0028	18.50	14.35	0.0046	0.0045	24.41	16.74	0.0061	0.0052
	2.70	8.96	7.29	0.0046	0.0043	16.11	12.02	<b>0.0081</b>	<b>0.0071</b>	21.27	14.02	<b>0.0107</b>	<b>0.0083</b>
	2.70	6.60	5.03	0.0059	0.0052	11.86	8.29	<b>0.0107</b>	<b>0.0086</b>	15.65	9.67	<b>0.0141</b>	<b>0.0101</b>
5	3.00	3.48	2.26	0.0059	0.0038	6.23	3.72	<b>0.0106</b>	0.0063	8.21	4.34	<b>0.0140</b>	<b>0.0074</b>
	2.70	12.97	11.13	0.0025	0.0025	23.25	19.95	0.0041	0.0043	37.49	26.83	0.0065	0.0057
	2.70	11.78	9.88	0.0042	0.0039	21.17	17.74	<b>0.0072</b>	0.0069	34.14	23.87	<b>0.0115</b>	<b>0.0092</b>
	2.70	9.71	7.88	0.0054	0.0050	17.45	14.15	<b>0.0097</b>	<b>0.0090</b>	28.14	19.04	<b>0.0156</b>	<b>0.0121</b>
5	2.70	6.91	5.25	0.0064	0.0056	12.37	9.40	<b>0.0114</b>	<b>0.0100</b>	19.92	12.65	<b>0.0184</b>	<b>0.0134</b>
	3.00	3.57	2.31	0.0061	0.0039	6.34	4.12	<b>0.0108</b>	<b>0.0070</b>	10.19	5.55	<b>0.0173</b>	<b>0.0094</b>

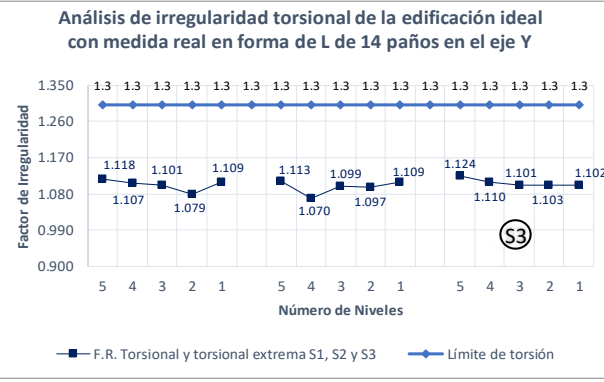
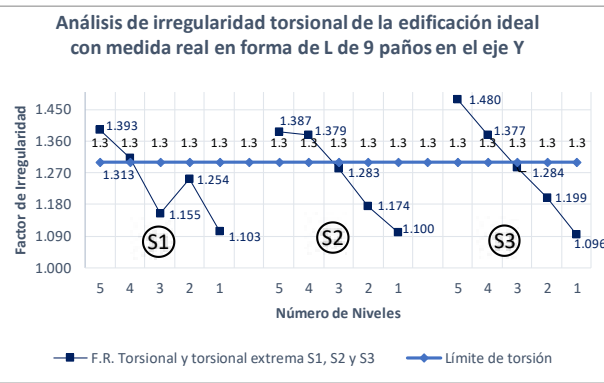


**4.4.8 Edificación propuesta en forma de L-14 paños:** A través del análisis de las características relevantes del edificio para el comportamiento sísmico, se ha determinado que la edificación no cumple las relaciones de límite de lado, sin embargo, si cumple el de esbeltez.

**a. Irregularidad:** La edificación en forma de L de 14 paños presenta irregularidad de esquina entrante.

Tabla 82. Análisis por irregularidad y tipo de suelo edificación propuesta en forma de L – 14 paños

ANÁLISIS POR IRREGULARIDAD, TIPO DE SUELO Y NIVELES DE L DE 14 PAÑOS									
Análisis con Excentricidad Positiva en el eje X									
		Ia (Altura)			Ip (Planta)				
Factor de Irregularidad		0.75	0.5	0.75	0.5	0.9	0.75	0.6	0.9
Límite del FR		<0.7	<0.6	<0.8	<0.65	>1.5	>1.3	>1.5	>0.2
Tipo de Suelo	Análisis por Nivel	Rigidez-Piso Blando y Extrema de Rigidez	Resistencia-Piso Débil y Extrema de Resistencia	Masa o Peso	Torsional y Torsional Extrema	Esquina Entrante			
S1	5	0.98	1.07	1.00	1.123	0.39			
	4	0.98	1.07	1.09	1.109	0.39			
	3	0.99	1.05	1.00	1.097	0.39			
	2	1.00	1.06	1.00	1.083	0.39			
	1	1.00	1.06	1.10	1.037	0.39			
S2	5	1.02	1.07	1.00	1.126	0.39			
	4	1.01	1.07	1.09	1.107	0.39			
	3	1.00	1.05	1.00	1.098	0.39			
	2	1.00	1.06	1.00	1.079	0.39			
	1	1.00	1.06	1.10	1.043	0.39			
S3	5	1.04	1.07	1.00	1.116	0.39			
	4	1.02	1.07	1.09	1.106	0.39			
	3	1.00	1.05	1.00	1.095	0.39			
	2	1.00	1.06	1.00	1.077	0.39			
	1	1.00	1.06	1.10	1.043	0.39			
Análisis con Excentricidad Positiva en el eje Y									
S1	5	1.05	1.07	1.00	1.118	0.59			
	4	1.06	1.07	1.09	1.107	0.59			
	3	1.10	1.05	1.00	1.101	0.59			
	2	1.35	1.06	1.00	1.079	0.59			
	1	1.00	1.06	1.10	1.109	0.59			
S2	5	1.09	1.07	1.00	1.113	0.59			
	4	1.08	1.07	1.09	1.070	0.59			
	3	1.10	1.05	1.00	1.099	0.59			
	2	1.35	1.06	1.00	1.097	0.59			
	1	1.00	1.06	1.10	1.109	0.59			
S3	5	1.10	1.07	1.00	1.124	0.59			
	4	1.08	1.07	1.09	1.110	0.59			
	3	1.10	1.05	1.00	1.101	0.59			
	2	1.35	1.06	1.00	1.103	0.59			
	1	1.00	1.06	1.10	1.102	0.59			





**b. Cortante basal:** Considerando que la Norma Técnica E.030 del año 2018 establece que la fuerza cortante dinámica no puede ser menor que el 90% del valor calculado de la cortante estática para estructuras irregulares, se ha observado que, la edificación estudiada no cumple con lo establecido en la norma. Se hace el uso de los factores de corrección (FC) para cumplir con los mínimos señalados en este caso se amplifica este factor hasta un 6%, a fin de escalar todos los otros resultados obtenidos (cortantes dinámicas), excepto los desplazamientos.

Tabla 83. Cortante estática y cortante dinámica en los ejes X y Y de la edificación propuesta en forma de L – 14 paños

ELEVACIÓN		PLANTA		ANÁLISIS ESTÁTICO Y DINÁMICO DE LA EDIFICACIÓN EN FORMA DE L DE 14 PAÑOS POR NIVEL																			
		Factor Cortante	Z=	0.25	Ia=	1	Factor Cortante	Z=	0.25	Ia=	1	Factor Cortante	Z=	0.25	Ia=	1							
		Mínima(0.80 o 0.90)	U=	1	Ip=	0.9	Mínima(0.80 o 0.90)	U=	1	Ip=	0.9	Mínima(0.80 o 0.90)	U=	1	Ip=	0.9							
		0.9	S=	1	R=	7.2	0.9	S=	1.2	R=	7.2	0.9	S=	1.4	R=	7.2							
				C=	1.195	Ip=	0.4					C=	2.5	Ip=	0.6					C=	2.5	Ip=	1
				Ro=	8	Ti=	2.5					Ro=	8	Ti=	2					Ro=	8	Ti=	1.6
		SUELO TIPO S1						SUELO TIPO 2						SUELO TIPO 3									
Nº de Pisos	h Total de la Edif. (m)	T en el Eje X (s)	T en el Eje Y (s)	Peso Total (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	
1	3.00	0.24	0.16	184.95	16.05	16.05	16.05	16.05	14.45	14.45	19.27	19.27	19.26	19.26	17.34	17.34	22.48	22.48	22.47	22.47	20.23	20.23	
2	5.70	0.38	0.27	360.41	31.29	31.29	29.76	28.81	28.16	28.16	37.54	37.54	35.72	34.57	33.79	33.79	43.80	43.80	41.67	40.33	39.42	39.42	
3	8.40	0.53	0.39	535.87	34.85	46.52	32.32	41.07	31.37	41.86	55.82	55.82	51.23	49.29	50.24	50.24	65.12	65.12	59.76	57.51	58.61	58.61	
4	11.10	0.69	0.52	711.33	35.96	47.40	32.61	41.33	32.37	42.66	64.70	74.10	58.19	63.84	58.23	66.69	86.45	86.45	77.45	74.48	77.80	77.80	
5	13.80	0.84	0.64	880.62	36.54	47.49	32.98	41.05	32.89	42.74	65.75	85.46	58.49	72.94	59.18	76.91	107.02	107.02	94.33	90.72	96.32	96.32	

Factor de Corrección que Multiplica la Aceleración Espectral	Nº de Pisos	Suelo S1		Suelo S2		Suelo S3	
		FC X	FC Y	FC X	FC Y	FC X	FC Y
		1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
3	1.00	1.02	1.00	1.02	1.00	1.02	
4	1.00	1.03	1.00	1.04	1.00	1.04	
5	1.00	1.04	1.01	1.05	1.02	1.06	

**c. Deriva de entrepiso:** La edificación propuesta en forma de L de 14 paños no cumple los límites de distorsión de entrepiso en el eje X para 2, 3, 4 y 5 niveles para los suelos tipo S2 y S3. mientras que en el eje Y no se cumple con la deriva de entrepiso para 4 y 5 niveles para los suelos tipo S2 y S3.

Tabla 84. Derivas de entrepiso máximas en los ejes X y Y de la edificación propuesta en forma de L – 14 paños

e (+)		ANÁLISIS DE DERIVAS DE ENTREPISO DE EDIFICACIÓN EN FORMA DE L DE 14 PAÑOS											
		Excentricidad positiva											
		Suelo tipo S1				Suelo tipo S2				Suelo tipo S3			
		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso *R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso *R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso *R	
Niveles de la Edificación	Alturas (m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)
1	3.00	1.31	0.61	0.0027	0.0012	1.57	0.73	0.0032	0.0015	1.83	0.85	0.0037	0.0017
	2.70	4.15	2.22	0.0036	0.0023	4.98	2.66	0.0043	0.0028	5.81	3.11	0.0050	0.0032
2	3.00	2.58	1.20	0.0053	0.0024	3.10	1.44	0.0063	0.0029	3.62	1.68	0.0074	0.0034
	2.70	6.45	4.86	0.0030	0.0027	10.24	5.84	0.0047	0.0033	11.95	6.81	0.0055	0.0038
3	2.70	5.17	3.67	0.0052	0.0042	8.21	4.41	0.0082	0.0051	9.58	5.14	0.0096	0.0059
	3.00	2.90	1.80	0.0059	0.0037	4.60	2.17	0.0094	0.0044	5.37	2.53	0.0109	0.0052
4	2.70	8.48	6.60	0.0026	0.0023	15.23	10.30	0.0044	0.0036	20.30	12.01	0.0058	0.0042
	2.70	7.42	5.61	0.0044	0.0038	13.34	8.76	0.0079	0.0059	17.79	10.22	0.0104	0.0069
5	2.70	5.53	3.96	0.0058	0.0048	9.92	6.18	0.0105	0.0074	13.22	7.21	0.0140	0.0087
	3.00	2.97	1.86	0.0061	0.0038	5.31	2.90	0.0108	0.0059	7.07	3.38	0.0144	0.0069
5	2.70	10.52	8.23	0.0023	0.0020	18.87	14.77	0.0038	0.0035	30.57	18.54	0.0060	0.0043
	2.70	9.62	7.40	0.0039	0.0033	17.27	13.29	0.0068	0.0058	28.00	16.69	0.0109	0.0073
5	2.70	7.99	5.99	0.0052	0.0044	14.35	10.76	0.0093	0.0079	23.26	13.50	0.0151	0.0099
	2.70	5.75	4.08	0.0062	0.0050	10.29	7.31	0.0111	0.0090	16.66	9.17	0.0181	0.0113
5	3.00	3.03	1.88	0.0062	0.0038	5.39	3.35	0.0110	0.0068	8.70	4.21	0.0178	0.0086

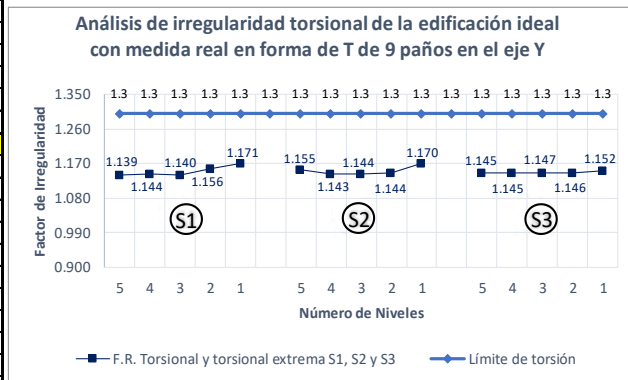
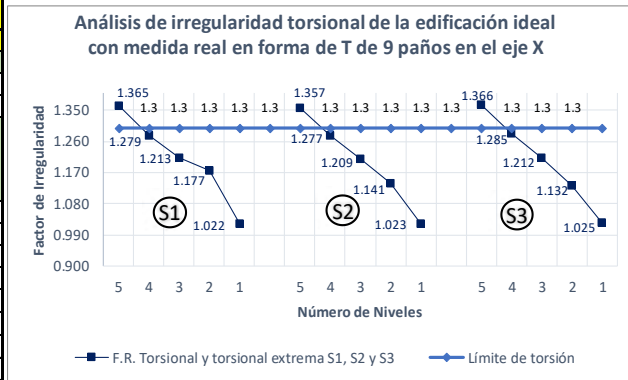


**4.4.9 Edificación propuesta en forma de T-9 paños:** A través del análisis de las características relevantes del edificio para el comportamiento sísmico, se ha determinado que la edificación no cumple las relaciones de límite de lado y esbeltez.

**a. Irregularidad:** La edificación en forma de T de 9 paños presenta irregularidades de torsión y esquina entrante.

Tabla 85. Análisis por irregularidad y tipo de suelo edificación propuesta en forma de T-9 paños

ANÁLISIS POR IRREGULARIDAD, TIPO DE SUELO Y NIVELES DE T DE 9 PAÑOS						
Análisis con Excentricidad Positiva en el eje X						
		Ia (Altura)			Ip (Planta)	
Factor de Irregularidad		0.75	0.5	0.75	0.5	0.9
Límite del FR		<0.7	<0.6	<0.8	<0.65	>1.5
Tipo de Suelo	Análisis por Nivel	Rigidez-Piso Blando y Extrema de Resistencia	Resistencia-Piso Débil y Extrema de Resistencia	Masa o Peso	Torsional y Torsional Extrema	Esquina Entrante
S1	5	1.01	1.04	1.00	1.365	0.39
	4	1.00	1.04	1.10	1.279	0.39
	3	1.01	1.04	1.00	1.213	0.39
	2	1.02	1.03	1.00	1.177	0.39
	1	1.00	1.04	1.10	1.022	0.39
S2	5	1.04	1.04	1.00	1.357	0.39
	4	1.03	1.04	1.10	1.277	0.39
	3	1.02	1.04	1.00	1.209	0.39
	2	1.02	1.03	1.00	1.141	0.39
	1	1.00	1.04	1.10	1.023	0.39
S3	5	1.06	1.04	1.00	1.366	0.39
	4	1.03	1.04	1.10	1.285	0.39
	3	1.02	1.04	1.00	1.212	0.39
	2	1.02	1.03	1.00	1.132	0.39
	1	1.00	1.04	1.10	1.025	0.39
Análisis con Excentricidad Positiva en el eje Y						
S1	5	1.09	1.04	1.00	1.139	0.78
	4	1.09	1.04	1.10	1.144	0.78
	3	1.12	1.04	1.00	1.140	0.78
	2	1.40	1.03	1.00	1.156	0.78
	1	1.00	1.04	1.10	1.171	0.78
S2	5	1.13	1.04	1.00	1.155	0.78
	4	1.10	1.04	1.10	1.143	0.78
	3	1.13	1.04	1.00	1.144	0.78
	2	1.40	1.03	1.00	1.144	0.78
	1	1.00	1.04	1.10	1.170	0.78
S3	5	1.13	1.04	1.00	1.145	0.78
	4	1.10	1.04	1.10	1.145	0.78
	3	1.13	1.04	1.00	1.147	0.78
	2	1.40	1.03	1.00	1.146	0.78
	1	1.00	1.04	1.10	1.152	0.78



**b. Cortante basal:** Considerando que la Norma Técnica E.030 del año 2018 establece que la fuerza cortante dinámica no puede ser menor que el 90% del valor calculado de la cortante estática para estructuras irregulares, se ha observado que, la edificación estudiada no cumple con lo establecido en la norma. Se hace el uso de los factores de corrección (FC) para cumplir con los mínimos señalados en este caso se amplifica este factor hasta un 6%, a fin de escalar todos los otros resultados obtenidos (cortantes dinámicas), excepto los desplazamientos.



Tabla 86. Cortante estática y cortante dinámica en los ejes X y Y de la edificación propuesta en forma de T – 9 paños

ELEVACIÓN		PLANTA		ANÁLISIS ESTÁTICO Y DINÁMICO DE LA EDIFICACIÓN EN FORMA DE T DE 9 PAÑOS POR NIVEL																			
		Factor Cortante		Z=	0.25	la=	1	Factor Cortante		Z=	0.25	la=	1	Factor Cortante		Z=	0.25	la=	1				
		Mínima(0.80 o 0.90)		U=	1	Ip=	0.75	Mínima(0.80 o 0.90)		U=	1	Ip=	0.75	Mínima(0.80 o 0.90)		U=	1	Ip=	0.75				
		0.9		S=	1	R=	6	0.9		S=	1.2	R=	6	0.9		S=	1.4	R=	6				
		0.9		C=	1.295	Tp=	0.6	0.9		C=	2.5	Tp=	0.6	0.9		C=	2.5	Tp=	1				
				Ro=	8	Tl=	2.5			Ro=	8	Tl=	2			Ro=	8	Tl=	1.6				
				SUELO TIPO S1										SUELO TIPO 2					SUELO TIPO 3				
N° de Pisos	h Total de la Edif. (m)	T en el Eje X (s)	T en el Eje Y (s)	Peso Total (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	
1	3.00	0.21	0.14	124.66	10.82	10.82	10.81	10.82	9.74	9.74	12.99	12.99	12.98	12.99	11.69	11.69	15.15	15.15	15.14	15.15	13.63	13.63	
2	5.70	0.35	0.25	244.70	21.24	21.24	20.18	19.47	19.12	19.12	25.49	25.49	24.21	23.36	22.94	22.94	29.74	29.74	28.25	27.26	26.76	26.76	
3	8.40	0.49	0.37	364.74	25.90	31.66	23.89	27.85	23.31	28.50	37.99	37.99	34.78	33.42	34.19	34.19	44.33	44.33	40.58	38.99	39.89	39.89	
4	11.10	0.63	0.49	484.78	26.63	34.36	24.11	29.76	23.97	30.92	47.93	50.50	43.07	43.39	43.14	45.45	58.91	58.91	52.59	50.63	53.02	53.02	
5	13.80	0.77	0.61	600.85	32.42	41.11	29.06	35.30	29.18	37.00	58.37	73.99	51.61	62.77	52.54	66.60	87.62	87.62	76.81	74.21	78.86	78.86	

Factor de Corrección que Multiplica la Aceleración Espectral	N° de Pisos	Suelo S1		Suelo S2		Suelo S3	
		FC X	FC Y	FC X	FC Y	FC X	FC Y
		1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
3	1.00	1.02	1.00	1.02	1.00	1.02	
4	1.00	1.04	1.00	1.05	1.01	1.05	
5	1.00	1.05	1.02	1.06	1.03	1.06	

c. **Deriva de entrepiso:** La edificación propuesta en forma de T de 9 paños no cumple los límites de distorsión de entrepiso en el eje X para 3, 4 y 5 niveles para los suelos tipo S2 y S3. mientras que en el eje Y no se cumple con la deriva de entrepiso para 4 y 5 niveles para los suelos tipo S2 y S3.

Tabla 87. Derivas de entrepiso máximas en los ejes X y Y de la edificación en forma de L – 9 paños

e (+)		ANÁLISIS DE DERIVAS DE ENTREPISO DE EDIFICACIÓN EN FORMA DE T DE 9 PAÑOS											
		Excentricidad positiva											
		Suelo tipo S1				Suelo tipo S2				Suelo tipo S3			
		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R	
Niveles de la Edificación	Alturas (m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)
1	3.00	1.06	0.53	0.0022	0.0011	1.27	0.63	0.0026	0.0013	1.48	0.74	0.0030	0.0015
	2.70	3.56	2.00	0.0032	0.0021	4.27	2.40	0.0038	0.0025	4.98	2.80	0.0044	0.0029
2	3.00	2.18	1.07	0.0044	0.0022	2.61	1.29	0.0053	0.0026	3.05	1.50	0.0062	0.0031
	2.70	6.24	4.46	0.0030	0.0025	9.10	5.35	0.0043	0.0030	10.61	6.24	0.0051	0.0035
3	2.70	4.94	3.35	0.0051	0.0039	7.21	4.03	<b>0.0074</b>	0.0047	8.41	4.70	<b>0.0086</b>	0.0055
	3.00	2.71	1.64	0.0055	0.0033	3.95	1.97	<b>0.0081</b>	0.0040	4.61	2.29	<b>0.0094</b>	0.0047
4	2.70	8.45	6.50	0.0026	0.0023	15.18	9.52	0.0046	0.0034	18.55	11.10	0.0056	0.0039
	2.70	7.33	5.51	0.0045	0.0038	13.19	8.06	<b>0.0080</b>	0.0055	16.11	9.41	<b>0.0098</b>	0.0064
	2.70	5.38	3.87	0.0058	0.0047	9.67	5.66	<b>0.0105</b>	0.0069	11.82	6.61	<b>0.0128</b>	<b>0.0080</b>
5	3.00	2.82	1.81	0.0057	0.0037	5.05	2.64	<b>0.0103</b>	0.0054	6.17	3.08	<b>0.0126</b>	0.0063
	2.70	12.84	9.74	0.0024	0.0020	23.04	17.48	0.0042	0.0035	34.46	20.67	0.0061	0.0041
	2.70	11.64	8.73	0.0041	0.0033	20.91	15.68	<b>0.0072</b>	0.0058	31.30	18.54	<b>0.0107</b>	0.0069
	2.70	9.57	7.04	0.0054	0.0043	17.19	12.64	<b>0.0096</b>	<b>0.0078</b>	25.73	14.95	<b>0.0144</b>	<b>0.0092</b>
5	2.70	6.78	4.77	0.0063	0.0049	12.14	8.55	<b>0.0113</b>	<b>0.0088</b>	18.15	10.11	<b>0.0169</b>	<b>0.0104</b>
	3.00	3.47	2.18	0.0059	0.0037	6.18	3.89	<b>0.0105</b>	0.0066	9.22	4.60	<b>0.0157</b>	<b>0.0078</b>

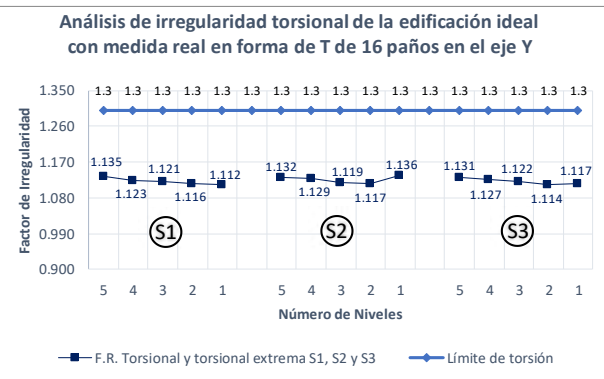
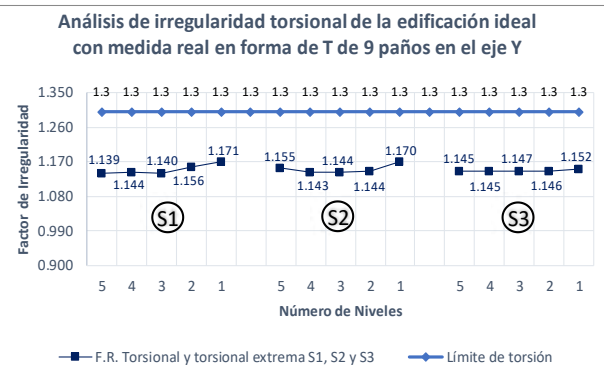


**4.4.10 Edificación propuesta en forma de T-16 paños:** A través del análisis de las características relevantes del edificio para el comportamiento sísmico, se ha determinado que la edificación cumple las relaciones de límite de lado y esbeltez.

**a. Irregularidad:** La edificación en forma de T de 16 paños presenta irregularidades de esquina entrante.

Tabla 88. Análisis por irregularidad y tipo de suelo edificación propuesta en forma de T – 16 paños

ANÁLISIS POR IRREGULARIDAD, TIPO DE SUELO Y NIVELES DE T DE 16 PAÑOS						
Análisis con Excentricidad Positiva en el eje X						
		Ia (Altura)			Ip (Planta)	
Factor de Irregularidad		0.75	0.5	0.75	0.5	0.9
Límite del FR		<0.7	<0.6	<0.8	<0.65	>1.5
Tipo de Suelo	Análisis por Nivel	Rigidez-Piso Blando y Extrema de Rigidez	Resistencia-Piso Debil y Extrema de Resistencia	Masa o Peso	Torsional y Torsional Extrema	Esquina Entrante
		S1	5	0.98	1.04	1.00
	4	0.98	1.04	1.09	1.104	0.39
	3	0.99	1.05	1.00	1.098	0.39
	2	1.00	1.04	1.00	1.080	0.39
	1	1.00	1.04	1.10	1.037	0.39
S2	5	1.01	1.04	1.00	1.117	0.39
	4	1.01	1.04	1.09	1.105	0.39
	3	1.00	1.05	1.00	1.099	0.39
	2	1.00	1.04	1.00	1.079	0.39
	1	1.00	1.04	1.10	1.037	0.39
S3	5	1.03	1.04	1.00	1.118	0.39
	4	1.02	1.04	1.09	1.108	0.39
	3	1.00	1.05	1.00	1.097	0.39
	2	1.00	1.04	1.00	1.080	0.39
	1	1.00	1.04	1.10	1.038	0.39
Análisis con Excentricidad Positiva en el eje Y						
S1	5	1.05	1.04	1.00	1.135	0.59
	4	1.06	1.04	1.09	1.123	0.59
	3	1.10	1.05	1.00	1.121	0.59
	2	1.36	1.04	1.00	1.116	0.59
	1	1.00	1.04	1.10	1.112	0.59
S2	5	1.09	1.04	1.00	1.132	0.59
	4	1.08	1.04	1.09	1.129	0.59
	3	1.10	1.05	1.00	1.119	0.59
	2	1.36	1.04	1.00	1.117	0.59
	1	1.00	1.04	1.10	1.136	0.59
S3	5	1.10	1.04	1.00	1.131	0.59
	4	1.08	1.04	1.09	1.127	0.59
	3	1.10	1.05	1.00	1.122	0.59
	2	1.36	1.04	1.00	1.114	0.59
	1	1.00	1.04	1.10	1.117	0.59



**b. Cortante basal:** Considerando que la Norma Técnica E.030 del año 2018 establece que la fuerza cortante dinámica no puede ser menor que el 90% del valor calculado de la cortante estática para estructuras irregulares, se ha observado que, la edificación estudiada no cumple con lo establecido en la norma. Se hace el uso de los factores de corrección (FC) para cumplir con los mínimos señalados en este caso se amplifica este factor hasta un 6%, a fin de escalar todos los otros resultados obtenidos (cortantes dinámicas), excepto los desplazamientos.



Tabla 89. Cortante estática y cortante dinámica en los ejes X y Y de la edificación propuesta en forma de T – 16 paños

ELEVACIÓN		PLANTA		ANÁLISIS ESTÁTICO Y DINÁMICO DE LA EDIFICACIÓN EN FORMA DE T DE 16 PAÑOS POR NIVEL																			
		Factor Cortante Mínima(0.80 o 0.90)	Z=	0.25	la=	1	Factor Cortante Mínima(0.80 o 0.90)	Z=	0.25	la=	1	Factor Cortante Mínima(0.80 o 0.90)	Z=	0.25	la=	1	Factor Cortante Mínima(0.80 o 0.90)	Z=	0.25	la=	1		
			U=	1	lp=	0.9		U=	1	lp=	0.9		U=	1	lp=	0.9		U=	1	lp=	0.9		
			S=	1	R=	7.2		S=	1.2	R=	7.2		S=	1.4	R=	7.2		S=	1.4	R=	7.2		
			C=	1.195	tp=	0.4		C=	2.5	tp=	0.6		C=	2.5	tp=	0.6		C=	2.5	tp=	0.6		
			Ro=	8	Tl=	2.5				Ro=	8	Tl=	2				Ro=	8	Tl=	1.6			
				SUELO TIPO S1					SUELO TIPO 2					SUELO TIPO 3									
N° de Pisos	h Total de la Edif. (m)	T en el Eje X (s)	T en el Eje Y (s)	Peso Total (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	
1	3.00	0.24	0.16	210.96	18.31	18.31	18.31	18.31	16.48	16.48	21.98	21.98	21.97	21.97	19.78	19.78	25.64	25.64	25.63	25.64	23.07	23.07	
2	5.70	0.38	0.27	410.94	35.67	35.67	33.96	32.82	32.10	32.10	42.81	42.81	40.75	39.38	38.53	38.53	49.94	49.94	47.54	45.94	44.95	44.95	
3	8.40	0.54	0.40	610.92	39.65	53.03	36.82	46.80	35.68	47.73	63.64	63.64	58.45	56.17	57.27	57.27	74.24	74.24	68.19	65.54	66.82	66.82	
4	11.10	0.69	0.53	810.90	40.91	53.44	37.18	46.64	36.82	48.10	73.66	84.47	66.35	72.82	66.29	76.02	98.55	98.55	88.37	84.96	88.69	88.69	
5	13.80	0.84	0.65	1003.82	41.65	53.47	37.63	46.32	37.49	48.12	74.95	96.24	66.74	82.28	67.46	86.62	121.99	121.99	107.63	103.61	109.79	109.79	

Factor de Corrección que Multiplica la Aceleración Espectral	N° de Pisos	Suelo S1		Suelo S2		Suelo S3	
		FC X	FC Y	FC X	FC Y	FC X	FC Y
		1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
3	1.00	1.02	1.00	1.02	1.00	1.02	
4	1.00	1.03	1.00	1.04	1.00	1.04	
5	1.00	1.04	1.01	1.05	1.02	1.06	

c. **Deriva de entrepiso:** La edificación propuesta en forma de T de 16 paños no cumple los límites de distorsión de entrepiso en el eje X para 2, 3, 4 y 5 niveles para los suelos tipo S2 y S3. mientras que en el eje Y no se cumple con la deriva de entrepiso para 4 y 5 niveles para los suelos tipo S2 y S3.

Tabla 90. Derivas de entrepiso máximas en los ejes X y Y de la edificación en forma de T – 16 paños

e (+)		ANÁLISIS DE DERIVAS DE ENTREPISO DE EDIFICACIÓN EN FORMA DE T DE 16 PAÑOS											
		Excentricidad positiva											
		Suelo tipo S1				Suelo tipo S2				Suelo tipo S3			
		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso *R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso *R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso *R	
Niveles de la Edificación	Alturas (m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)
1	3.00	1.30	0.63	0.0027	0.0013	1.56	0.76	0.0032	0.0016	1.82	0.89	0.0037	0.0018
	2.70	4.14	2.34	0.0035	0.0024	4.96	2.81	0.0043	0.0029	5.79	3.28	0.0050	0.0034
2	3.00	2.58	1.27	0.0053	0.0026	3.10	1.52	0.0063	0.0031	3.61	1.78	<b>0.0074</b>	0.0036
	2.70	6.42	5.16	0.0030	0.0029	10.20	6.20	0.0047	0.0035	11.91	7.24	0.0054	0.0040
3	2.70	5.14	3.90	0.0051	0.0045	8.18	4.69	<b>0.0082</b>	0.0054	9.55	5.47	<b>0.0095</b>	0.0063
	3.00	2.89	1.92	0.0059	0.0039	4.59	2.32	<b>0.0094</b>	0.0047	5.36	2.70	<b>0.0109</b>	0.0055
4	2.70	8.43	6.96	0.0025	0.0024	15.14	10.96	0.0044	0.0038	20.19	12.79	0.0058	0.0044
	2.70	7.38	5.92	0.0044	0.0040	13.28	9.33	<b>0.0078</b>	0.0063	17.71	10.88	<b>0.0104</b>	<b>0.0073</b>
	2.70	5.50	4.18	0.0058	0.0050	9.88	6.59	<b>0.0104</b>	<b>0.0079</b>	13.18	7.69	<b>0.0139</b>	<b>0.0092</b>
5	3.00	2.96	1.97	0.0060	0.0040	5.30	3.10	<b>0.0108</b>	0.0063	7.06	3.62	<b>0.0144</b>	<b>0.0074</b>
	2.70	10.45	8.68	0.0022	0.0021	18.75	15.57	0.0038	0.0036	30.37	19.73	0.0059	0.0046
	2.70	9.56	7.81	0.0039	0.0035	17.18	14.02	0.0068	0.0061	27.85	17.77	<b>0.0108</b>	<b>0.0078</b>
	2.70	7.95	6.32	0.0052	0.0046	14.28	11.35	<b>0.0092</b>	<b>0.0083</b>	23.14	14.39	<b>0.0150</b>	<b>0.0105</b>
5	2.70	5.73	4.31	0.0062	0.0053	10.25	7.73	<b>0.0111</b>	<b>0.0095</b>	16.59	9.79	<b>0.0179</b>	<b>0.0120</b>
	3.00	3.03	1.99	0.0062	0.0041	5.38	3.56	<b>0.0110</b>	<b>0.0073</b>	8.69	4.50	<b>0.0177</b>	<b>0.0092</b>

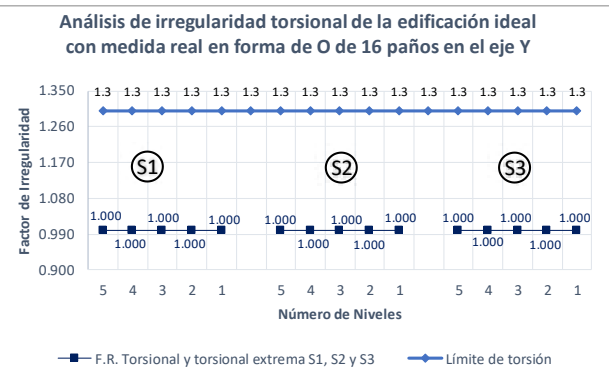
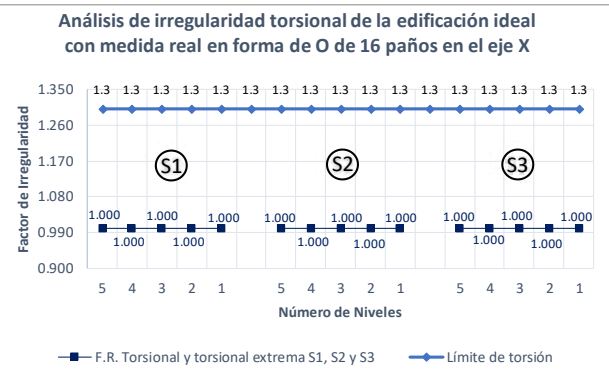
4.4.11 **Edificación propuesta en forma de O-16 paños:** A través del análisis de las características relevantes del edificio para el comportamiento sísmico, se ha determinado que la edificación cumple las relaciones de límite de lado y esbeltez.

a. **Irregularidad:** La edificación en forma de O de 16 paños no presenta irregularidades.



Tabla 91. Análisis por irregularidad y tipo de suelo edificación propuesta en forma de O - 16 paños

ANÁLISIS POR IRREGULARIDAD, TIPO DE SUELO Y NIVELES DE O DE 16 PAÑOS							
Análisis con Excentricidad Positiva en el eje X							
		Ia (Altura)			Ip (Planta)		
Factor de Irregularidad		0.75	0.5	0.9	0.75	0.6	0.85
Límite del FR		<0.7	<0.6	<0.8	<0.65	>1.5	>1.3
Tipo de Suelo	Análisis por Nivel	Rigidez-Piso Blando y Extrema de Rigidez	Resistencia-Piso Debil y Extrema de Resistencia	Masa o Peso	Torsional y Torsional Extrema	Discontinuidad de Difragma	
S1	5	1.00	1.04	1.00	1.000	0.35	
	4	0.99	1.04	1.10	1.000	0.35	
	3	1.00	1.04	1.00	1.000	0.35	
	2	1.00	1.04	1.00	1.000	0.35	
	1	1.00	1.04	1.10	1.000	0.35	
S2	5	1.03	1.04	1.00	1.000	0.35	
	4	1.02	1.04	1.10	1.000	0.35	
	3	1.01	1.04	1.00	1.000	0.35	
	2	1.01	1.04	1.00	1.000	0.35	
	1	1.00	1.04	1.10	1.000	0.35	
S3	5	1.05	1.04	1.00	1.000	0.35	
	4	1.02	1.04	1.10	1.000	0.35	
	3	1.01	1.04	1.00	1.000	0.35	
	2	1.00	1.04	1.00	1.000	0.35	
	1	1.00	1.04	1.10	1.000	0.35	
Análisis con Excentricidad Positiva en el eje Y							
S1	5	1.07	1.04	1.00	1.000	0.35	
	4	1.07	1.04	1.10	1.000	0.35	
	3	1.11	1.04	1.00	1.000	0.35	
	2	1.38	1.04	1.00	1.000	0.35	
	1	1.00	1.04	1.10	1.000	0.35	
S2	5	1.11	1.04	1.00	1.000	0.35	
	4	1.09	1.04	1.10	1.000	0.35	
	3	1.11	1.04	1.00	1.000	0.35	
	2	1.37	1.04	1.00	1.000	0.35	
	1	1.00	1.04	1.10	1.000	0.35	
S3	5	1.11	1.04	1.00	1.000	0.35	
	4	1.09	1.04	1.10	1.000	0.35	
	3	1.11	1.04	1.00	1.000	0.35	
	2	1.37	1.04	1.00	1.000	0.35	
	1	1.00	1.04	1.10	1.000	0.35	



**b. Cortante basal:** Considerando que la Norma Técnica E.030 establece que la fuerza cortante dinámica no puede ser menor que el 80% del valor calculado de la cortante estática para estructuras regulares, se ha observado que, la edificación estudiada sí cumple con lo establecido en la norma y no es necesario aplicar los factores de corrección.

Tabla 92. Cortante estática y cortante dinámica en los ejes X y Y de la edificación propuesta en forma de O - 16 paños

ELEVACIÓN	PLANTA	ANÁLISIS ESTÁTICO Y DINÁMICO DE LA EDIFICACIÓN EN FORMA DE O DE 16 PAÑOS POR NIVEL														
		Factor Cortante Mínima(0.80 o 0.90)				Factor Cortante Mínima(0.80 o 0.90)				Factor Cortante Mínima(0.80 o 0.90)						
0.8	0.8	Z=	0.25	Ia=	1	Z=	0.25	Ia=	1	Z=	0.25	Ia=	1			
		U=	1	Ip=	1	U=	1	Ip=	1	U=	1	Ip=	1			
0.8	0.8	S=	1	R=	8	S=	1.2	R=	8	S=	1.4	R=	8			
		C=	1.264	Tp=	0.4	C=	2.5	Tp=	0.6	C=	2.5	Tp=	1			
0.8	0.8	Ro=	8	Tl=	2.5	Ro=	8	Tl=	2	Ro=	8	Tl=	1.6			
		SUELO TIPO S1				SUELO TIPO 2				SUELO TIPO 3						
N° de Pisos	h Total de la Edif. (m)	T en el Eje X (s)	T en el Eje Y (s)	Peso Total (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)
1	3.00	0.22	0.17	218.53	17.07	17.07	17.07	17.07	13.66	13.66	20.49	20.49	20.49	20.49	16.39	16.39
2	5.70	0.36	0.26	427.69	33.41	33.41	31.79	30.71	26.73	26.73	40.10	40.10	38.15	36.85	32.08	32.08
3	8.40	0.50	0.38	636.86	39.49	49.75	36.38	43.89	31.59	39.80	59.71	59.71	54.79	52.66	47.76	47.76
4	11.10	0.65	0.50	846.03	40.74	52.77	37.01	45.75	32.59	42.22	73.32	79.32	66.10	68.36	58.66	63.45
5	13.80	0.79	0.62	1048.15	41.40	52.74	37.18	45.58	33.12	42.19	74.52	94.92	66.03	81.05	59.62	75.94
					114.64	114.64	101.00	97.39	91.71	91.71	114.64	114.64	101.00	97.39	91.71	91.71

**c. Deriva de entrepiso:** La edificación propuesta en forma de O de 16 paños no cumple los límites de distorsión de entrepiso en el eje X para 3, 4 y 5 niveles para los suelos tipo S2 y S3.





mientras que en el eje Y no se cumple con la deriva de entrepiso para 5 niveles para los suelos tipo S2 y S3.

Tabla 93. Derivas de entrepiso máximas en los ejes X y Y de la edificación en forma de O - 16 paños

		ANÁLISIS DE DERIVAS DE ENTREPISO DE EDIFICACIÓN EN FORMA DE O DE 16 PAÑOS											
e (+)		Exccentricidad positiva											
		Suelo tipo S1				Suelo tipo S2				Suelo tipo S3			
		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R	
Niveles de la Edificación	Alturas (m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)
1	3.00	1.00	0.47	0.0020	0.0009	1.20	0.57	0.0024	0.0011	1.41	0.66	0.0028	0.0013
2	2.70	3.18	1.77	0.0026	0.0018	3.81	2.12	0.0032	0.0022	4.45	2.48	0.0037	0.0025
	3.00	1.99	0.96	0.0040	0.0019	2.39	1.15	0.0048	0.0023	2.79	1.35	0.0056	0.0027
3	2.70	5.17	3.92	0.0023	0.0021	7.80	4.70	0.0035	0.0026	9.09	5.49	0.0040	0.0030
	2.70	4.15	2.97	0.0040	0.0033	6.27	3.56	0.0061	0.0040	7.31	4.15	0.0071	0.0047
	3.00	2.35	1.46	0.0047	0.0029	3.54	1.76	0.0071	0.0035	4.13	2.05	0.0083	0.0041
4	2.70	6.82	5.54	0.0020	0.0019	12.26	8.31	0.0034	0.0028	15.38	9.70	0.0043	0.0033
	2.70	5.98	4.71	0.0035	0.0031	10.76	7.07	0.0062	0.0047	13.50	8.25	0.0077	0.0054
	2.70	4.46	3.33	0.0046	0.0039	8.02	4.99	0.0082	0.0059	10.06	5.83	0.0103	0.0069
	3.00	2.42	1.57	0.0048	0.0031	4.33	2.35	0.0087	0.0047	5.43	2.74	0.0108	0.0055
5	2.70	8.37	6.93	0.0017	0.0016	15.03	12.44	0.0029	0.0028	23.09	14.96	0.0044	0.0034
	2.70	7.66	6.23	0.0031	0.0027	13.78	11.20	0.0053	0.0048	21.17	13.47	0.0081	0.0058
	2.70	6.38	5.04	0.0041	0.0036	11.46	9.07	0.0072	0.0065	17.60	10.90	0.0111	0.0078
	2.70	4.60	3.44	0.0048	0.0041	8.24	6.16	0.0087	0.0074	12.64	7.41	0.0133	0.0089
	3.00	2.44	1.59	0.0049	0.0032	4.35	2.83	0.0087	0.0057	6.66	3.40	0.0133	0.0068

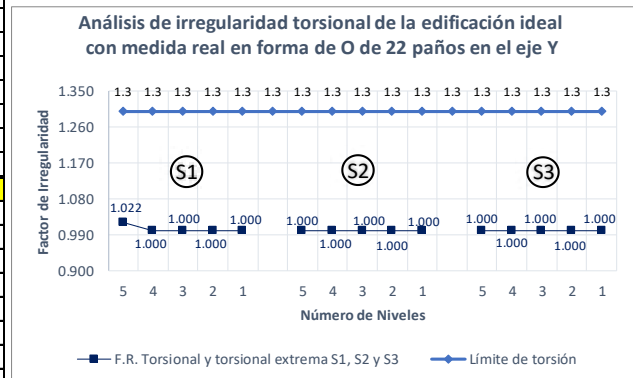
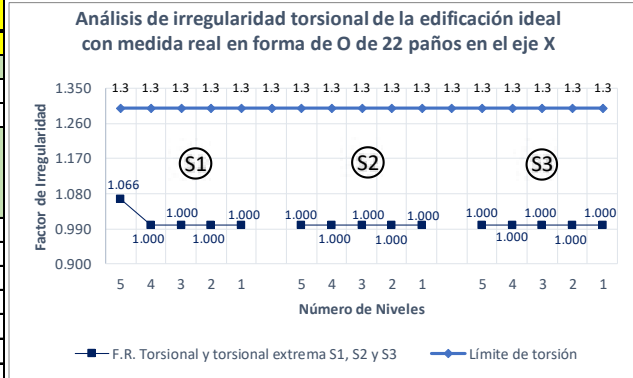


**4.4.12 Edificación propuesta en forma de O-22 paños:** A través del análisis de las características relevantes del edificio para el comportamiento sísmico, se ha determinado que la edificación cumple las relaciones de límite de lado y esbeltez.

**a. Irregularidad:** La edificación en forma de O de 22 paños no presenta irregularidades.

Tabla 94. Análisis por irregularidad y tipo de suelo edificación propuesta en forma de O - 22 paños

ANÁLISIS POR IRREGULARIDAD, TIPO DE SUELO Y NIVELES DE O DE 22 PAÑOS									
Análisis con Excentricidad Positiva en el eje X									
		Ia (Altura)			Ip (Planta)				
Factor de Irregularidad		0.75	0.5	0.75	0.5	0.9	0.75	0.6	0.85
Límite del FR		<0.7	<0.6	<0.8	<0.65	>1.5	>1.3	>1.5	>0.5
Tipo de Suelo	Análisis por Nivel	Rigidez-Piso Blando y Extrema de Rigidez	Resistencia-Piso Débil y Extrema de Resistencia	Masa o Peso	Torsional y Torsional Extrema	Discontinuidad de Diafragma			
S1	5	0.98	1.05	1.00	1.066	0.12			
	4	0.98	1.05	1.09	1.000	0.12			
	3	0.99	1.04	1.00	1.000	0.12			
	2	0.99	1.04	1.00	1.000	0.12			
	1	1.00	1.05	1.10	1.000	0.12			
S2	5	1.01	1.05	1.00	1.000	0.12			
	4	1.01	1.05	1.09	1.000	0.12			
	3	1.00	1.04	1.00	1.000	0.12			
	2	1.00	1.04	1.00	1.000	0.12			
	1	1.00	1.05	1.10	1.000	0.12			
S3	5	1.03	1.05	1.00	1.000	0.12			
	4	1.02	1.05	1.09	1.000	0.12			
	3	1.00	1.04	1.00	1.000	0.12			
	2	0.99	1.04	1.00	1.000	0.12			
	1	1.00	1.05	1.10	1.000	0.12			
Análisis con Excentricidad Positiva en el eje Y									
S1	5	1.04	1.05	1.00	1.022	0.12			
	4	1.05	1.05	1.09	1.000	0.12			
	3	1.09	1.04	1.00	1.000	0.12			
	2	1.33	1.04	1.00	1.000	0.12			
	1	1.00	1.05	1.10	1.000	0.12			
S2	5	1.08	1.05	1.00	1.000	0.12			
	4	1.07	1.05	1.09	1.000	0.12			
	3	1.09	1.04	1.00	1.000	0.12			
	2	1.33	1.04	1.00	1.000	0.12			
	1	1.00	1.05	1.10	1.000	0.12			
S3	5	1.08	1.05	1.00	1.000	0.12			
	4	1.07	1.05	1.09	1.000	0.12			
	3	1.09	1.04	1.00	1.000	0.12			
	2	1.33	1.04	1.00	1.000	0.12			
	1	1.00	1.05	1.10	1.000	0.12			



**b. Cortante basal:** Considerando que la Norma Técnica E.030 establece que la fuerza cortante dinámica no puede ser menor que el 80% del valor calculado de la cortante estática para estructuras regulares, se ha observado que, la edificación estudiada sí cumple con lo establecido en la norma y no es necesario aplicar los factores de corrección.



Tabla 95. Cortante estática y cortante dinámica en los ejes X y Y de la edificación propuesta en forma de O – 22 paños

ELEVACIÓN		PLANTA		ANÁLISIS ESTÁTICO Y DINÁMICO DE LA EDIFICACIÓN EN FORMA DE O DE 22 PAÑOS POR NIVEL																		
		Factor Cortante	Z=	0.25	Ia=	1	Factor Cortante	Z=	0.25	Ia=	1	Factor Cortante	Z=	0.25	Ia=	1						
		Mínima(0.80 o 0.90)	U=	1	Ip=	1	Mínima(0.80 o 0.90)	U=	1	Ip=	1	Mínima(0.80 o 0.90)	U=	1	Ip=	1						
			S=	1	R=	8		S=	1.2	R=	8		S=	1.4	R=	8						
		<b>0.8</b>	C=	1.182	Tp=	0.4	<b>0.8</b>	C=	2.5	Tp=	0.6	<b>0.8</b>	C=	2.5	Tp=	1						
		Ro=	8	Tl=	2.5			Ro=	8	Tl=	2			Ro=	8	Tl=	1.6					
				SUELO TIPO S1								SUELO TIPO 2				SUELO TIPO 3						
N° de Pisos	h Total de la Edif. (m)	T en el Eje X (s)	T en el Eje Y (s)	Peso Total (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)
1	3.00	0.24	0.16	288.91	22.57	22.57	22.57	22.57	18.06	18.06	27.09	27.09	27.09	27.09	21.67	21.67	31.60	31.60	31.60	31.60	25.28	25.28
2	5.70	0.39	0.27	562.37	43.94	43.94	41.84	40.53	35.15	35.15	52.72	52.72	50.21	48.64	42.18	42.18	61.51	61.51	58.57	56.75	49.21	49.21
3	8.40	0.54	0.40	835.82	48.37	65.30	44.92	57.85	38.70	52.24	78.36	78.36	71.99	69.42	62.69	62.69	91.42	91.42	83.99	80.99	73.13	73.13
4	11.10	0.70	0.52	1109.27	49.88	66.42	45.29	58.17	39.91	53.13	89.77	103.99	80.82	90.04	71.81	83.20	121.33	121.33	108.84	105.04	97.06	97.06
5	13.80	0.85	0.65	1373.90	50.75	66.55	45.92	57.93	40.60	53.24	91.35	119.84	81.43	102.99	73.08	95.87	150.27	150.27	132.61	128.25	120.22	120.22

**c. Deriva de entrepiso:** La edificación propuesta en forma de O de 22 paños no cumple los límites de distorsión de entrepiso en el eje X para 3, 4 y 5 niveles para los suelos tipo S2 y S3. mientras que en el eje Y no se cumple con la deriva de entrepiso para 4 y 5 niveles para los suelos tipo S2 y S3.

Tabla 96. Derivas de entrepiso máximas en los ejes X y Y de la edificación en forma de O - 22 paños

		ANÁLISIS DE DERIVAS DE ENTREPISO DE EDIFICACIÓN EN FORMA DE O DE 22 PAÑOS											
e (+)		Excentricidad positiva											
		Suelo tipo S1				Suelo tipo S2				Suelo tipo S3			
		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso *R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso *R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso *R	
Niveles de la Edificación	Alturas (m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)
1	3.00	1.19	0.55	0.0024	0.0011	1.42	0.66	0.0028	0.0013	1.66	0.76	0.0033	0.0015
	2.70	3.71	2.00	0.0031	0.0020	4.45	2.39	0.0037	0.0024	5.19	2.79	0.0043	0.0028
2	3.00	2.34	1.10	0.0047	0.0022	2.80	1.32	0.0056	0.0026	3.27	1.54	0.0065	0.0031
	2.70	5.64	4.36	0.0025	0.0023	9.06	5.24	0.0040	0.0028	10.56	6.11	0.0047	0.0033
3	2.70	4.54	3.33	0.0044	0.0037	7.29	3.99	<b>0.0071</b>	0.0044	8.51	4.66	<b>0.0082</b>	0.0052
	3.00	2.58	1.66	0.0052	0.0033	4.13	2.00	<b>0.0083</b>	0.0040	4.82	2.33	<b>0.0096</b>	0.0047
4	2.70	7.34	5.90	0.0021	0.0020	13.20	9.17	0.0037	0.0030	17.80	10.70	0.0049	0.0035
	2.70	6.45	5.04	0.0037	0.0033	11.60	7.85	0.0066	0.0051	15.64	9.16	<b>0.0089</b>	0.0059
4	2.70	4.82	3.59	0.0049	0.0042	8.67	5.58	<b>0.0089</b>	0.0065	11.69	6.51	<b>0.0119</b>	<b>0.0076</b>
	3.00	2.63	1.72	0.0053	0.0034	4.70	2.66	<b>0.0094</b>	0.0053	6.33	3.11	<b>0.0127</b>	0.0062
5	2.70	9.05	7.33	0.0019	0.0017	16.25	13.17	0.0031	0.0029	26.60	16.41	0.0050	0.0036
	2.70	8.30	6.62	0.0033	0.0029	14.92	11.90	0.0057	0.0050	24.43	14.84	<b>0.0092</b>	0.0063
5	2.70	6.91	5.39	0.0044	0.0038	12.43	9.68	<b>0.0078</b>	0.0068	20.35	12.07	<b>0.0128</b>	<b>0.0085</b>
	2.70	5.01	3.70	0.0052	0.0044	8.96	6.63	<b>0.0094</b>	<b>0.0079</b>	14.66	8.26	<b>0.0154</b>	<b>0.0098</b>
5	3.00	2.68	1.73	0.0054	0.0035	4.76	3.09	<b>0.0095</b>	0.0062	7.76	3.85	<b>0.0155</b>	<b>0.0077</b>



#### 4.5 Edificaciones existentes optimizadas

##### Resumen de geometría:

Tabla 97. Resumen de geometría de edificaciones existentes optimizadas

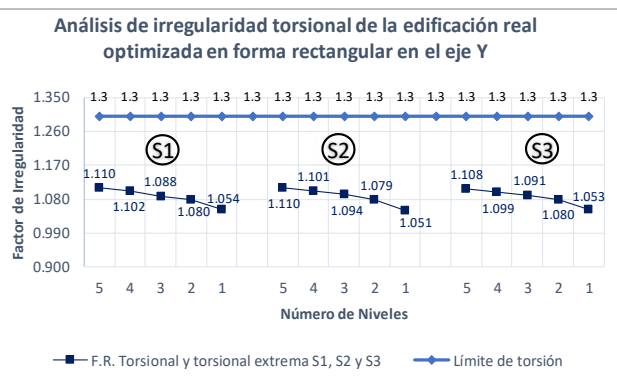
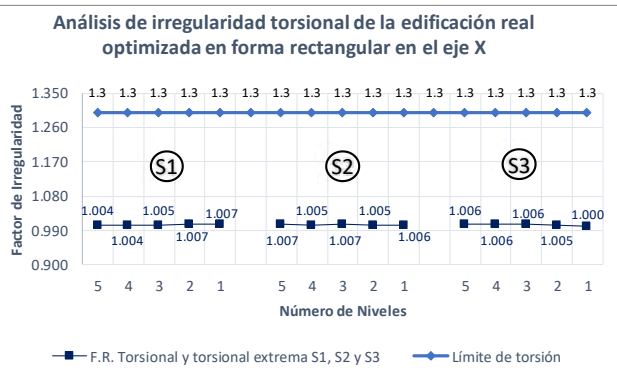
Medidas Propuestas		Sentido de Losa	Altura de Entrepiso	
Columna	0.45 x 0.45 m	eje X : 0.20 m	1er nivel	3.00 m
Columna en L	0.25 x 0.50 m	<b>Tipo de Suelo</b>	2do - 5to nivel	2.70 m
Viga	0.30 x 0.45 m	S1, S2 y S3		
Forma y paños	Limite de lado	Limite de esbeltez	Centro de masa (m)	Centro de rigidez (m)
Rectangular - 10	2.60 < 4	2.03 < 2.5	3.12 ; 8.79	3.06 ; 8.81
C - 5	-----	0.92 < 2.5	7.28 ; 5.02	7.31 ; 3.83
L - 5	0.49 < 1	1.55 < 2.5	4.41 ; 5.45	4.29 ; 6.35

**4.5.1 Edificación existente en forma rectangular optimizada:** A través del análisis de las características relevantes del edificio para el comportamiento sísmico, se ha determinado que la edificación cumple las relaciones de límite de lado y esbeltez.

**a. Irregularidad:** La edificación existente en forma rectangular optimizada no presenta irregularidades.

Tabla 98. Análisis por irregularidad y tipo de suelo edificación existente optimizada en forma rectangular - 10 paños

ANÁLISIS POR IRREGULARIDAD, TIPO DE SUELO Y NIV. RECTANGULAR DE 10 PAÑOS								
Análisis con Excentricidad Positiva en el eje X								
		Ia (Altura)			Ip (Planta)			
Factor de Irregularidad		0.75	0.5	0.9	0.75	0.6	0.9	
Limite del FR		<0.7	<0.6	<0.8	<0.65	>1.5	>1.5	>0.2
Tipo de Suelo	Análisis por Nivel	Rigidez-Piso Blando y Extrema Rigidez	Resistencia-Piso Debil y Extrema de Resistencia	Masa o Peso	Torsional y Torsional Extrema	Esquina Entrante		
S1	5	1.23	1.02	1.00	1.004	0.00		
	4	1.23	1.02	1.16	1.004	0.00		
	3	1.15	1.02	1.00	1.005	0.00		
	2	1.65	1.02	1.00	1.007	0.00		
	1	1.00	1.02	1.09	1.007	0.00		
S2	5	1.23	1.02	1.00	1.007	0.00		
	4	1.23	1.02	1.16	1.005	0.00		
	3	1.15	1.02	1.00	1.007	0.00		
	2	1.15	1.02	1.00	1.005	0.00		
	1	1.00	1.02	1.09	1.006	0.00		
S3	5	1.23	1.02	1.00	1.006	0.00		
	4	1.23	1.02	1.16	1.006	0.00		
	3	1.15	1.02	1.00	1.006	0.00		
	2	1.64	1.02	1.00	1.005	0.00		
	1	1.00	1.02	1.09	1.000	0.00		
Análisis con Excentricidad Positiva en el eje Y								
S1	5	1.10	1.02	1.00	1.110	0.00		
	4	1.14	1.02	1.16	1.102	0.00		
	3	1.10	1.02	1.00	1.088	0.00		
	2	1.64	1.02	1.00	1.080	0.00		
	1	1.00	1.02	1.09	1.054	0.00		
S2	5	1.10	1.02	1.00	1.110	0.00		
	4	1.15	1.02	1.16	1.101	0.00		
	3	1.10	1.02	1.00	1.094	0.00		
	2	1.63	1.02	1.00	1.079	0.00		
	1	1.00	1.02	1.09	1.051	0.00		
S3	5	1.10	1.02	1.00	1.108	0.00		
	4	1.14	1.02	1.16	1.099	0.00		
	3	1.10	1.02	1.00	1.091	0.00		
	2	1.63	1.02	1.00	1.080	0.00		
	1	1.00	1.02	1.09	1.053	0.00		





**b. Cortante basal:** Considerando que la Norma Técnica E.030 establece que la fuerza cortante dinámica no puede ser menor que el 80% del valor calculado de la cortante estática para estructuras regulares, se ha observado que, la edificación estudiada sí cumple con lo establecido en la norma y no es necesario aplicar los factores de corrección.

Tabla 99. Cortante estática y cortante dinámica en los ejes X y Y de la edificación existente optimizada de forma rectangular

ELEVACIÓN	PLANTA	ANÁLISIS ESTÁTICO Y DINÁMICO DE LA EDIFICACIÓN REAL EN FORMA RECTANGULAR POR NIVEL																								
		Factor Cortante Mínima(0.80 o 0.90)						Factor Cortante Mínima(0.80 o 0.90)						Factor Cortante Mínima(0.80 o 0.90)												
		Z=	0.25	Ia=	1	Z=	0.25	Ia=	1	Z=	0.25	Ia=	1	U=	1	Ip=	1	U=	1	Ip=	1	U=	1	Ip=	1	
		S=	1	R=	8	S=	1.2	R=	8	S=	1.4	R=	8	C=	2.5	Tp=	0.4	C=	2.5	Tp=	0.6	C=	2.5	Tp=	1	
		Ro=	8	Tl=	2.5	Ro=	8	Tl=	2	Ro=	8	Tl=	2	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
		SUELO TIPO S1						SUELO TIPO 2						SUELO TIPO 3												
Nº de Pisos	h Total de la Edif. (m)	T en el Eje X (s)	T en el Eje Y (s)	Peso Total (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)				
1	3.00	0.09	0.09	109.10	8.52	8.52	8.52	8.51	6.82	6.82	10.23	10.23	10.23	10.21	8.18	8.18	11.93	11.93	11.93	11.91	9.55	9.55				
2	5.70	0.15	0.16	220.64	17.24	17.24	15.47	15.44	13.79	13.79	20.69	20.69	18.56	18.52	16.55	16.55	24.13	24.13	21.66	21.61	19.31	19.31				
3	8.40	0.23	0.23	332.47	25.97	25.97	22.39	22.41	20.78	20.78	31.17	31.17	26.87	26.89	24.94	24.94	36.36	36.36	31.35	31.37	29.09	29.09				
4	11.10	0.31	0.31	444.12	34.70	34.70	29.22	29.34	27.76	27.76	41.64	41.64	35.06	35.21	33.31	33.31	48.58	48.58	40.91	41.07	38.86	38.86				
5	13.80	0.40	0.39	552.06	43.13	43.13	35.80	36.05	34.50	34.50	51.76	51.76	42.95	43.26	41.40	41.40	60.38	60.38	50.11	50.48	48.31	48.31				

**c. Deriva de entrepiso:** La edificación existente en forma rectangular optimizada cumple los parámetros de distorsión de entrepiso.

Tabla 100. Derivas de entrepiso máximas en los ejes X y Y de la edificación existente optimizada de forma rectangular - 10 paños

		ANÁLISIS DE DERIVAS DE ENTREPISO DE EDIFICACIÓN EN FORMA RECTANGULAR DE 10 PAÑOS											
e (+)		Excentricidad positiva											
		Suelo tipo S1				Suelo tipo S2				Suelo tipo S3			
		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R	
Niveles de la Edificación	Alturas (m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)
1	3.00	0.15	0.16	0.0003	0.0003	0.18	0.19	0.0004	0.0004	0.21	0.22	0.0004	0.0004
2	2.70	0.61	0.61	0.0007	0.0007	0.73	0.73	0.0008	0.0008	0.85	0.85	0.0010	0.0010
	3.00	0.30	0.30	0.0006	0.0006	0.36	0.36	0.0007	0.0007	0.42	0.42	0.0008	0.0008
3	2.70	1.44	1.41	0.0008	0.0008	1.72	1.69	0.0010	0.0010	2.01	1.97	0.0012	0.0011
	2.70	1.06	1.05	0.0013	0.0013	1.27	1.26	0.0015	0.0015	1.48	1.47	0.0018	0.0018
	3.00	0.47	0.47	0.0009	0.0009	0.57	0.57	0.0011	0.0011	0.66	0.66	0.0013	0.0013
4	2.70	2.67	2.55	0.0010	0.0009	3.21	3.05	0.0012	0.0011	3.74	3.56	0.0014	0.0013
	2.70	2.21	2.15	0.0015	0.0014	2.65	2.58	0.0018	0.0017	3.10	3.01	0.0021	0.0020
	2.70	1.52	1.50	0.0019	0.0019	1.82	1.80	0.0023	0.0023	2.12	2.10	0.0027	0.0026
	3.00	0.65	0.64	0.0012	0.0012	0.78	0.77	0.0015	0.0015	0.90	0.90	0.0017	0.0017
5	2.70	4.29	3.97	0.0012	0.0009	5.15	4.76	0.0014	0.0011	6.01	5.56	0.0017	0.0013
	2.70	3.78	3.57	0.0018	0.0016	4.54	4.29	0.0021	0.0019	5.29	5.00	0.0025	0.0022
	2.70	2.98	2.87	0.0022	0.0021	3.57	3.45	0.0027	0.0025	4.17	4.02	0.0031	0.0029
	2.70	1.96	1.93	0.0025	0.0025	2.35	2.31	0.0030	0.0030	2.74	2.70	0.0035	0.0035
	3.00	0.81	0.81	0.0016	0.0016	0.98	0.97	0.0019	0.0019	1.14	1.13	0.0022	0.0022

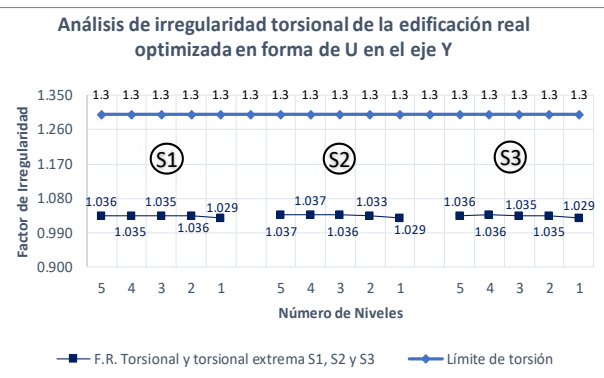
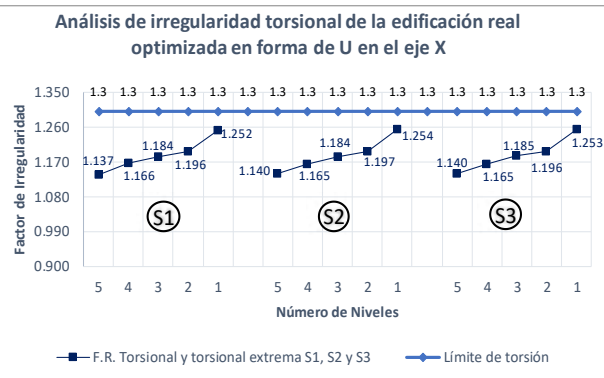


**4.5.2 Edificación existente en forma de U optimizada:** A través del análisis de las características relevantes del edificio para el comportamiento sísmico, se ha determinado que la edificación cumple las relaciones de límite de esbeltez.

**a. Irregularidad:** La edificación existente en forma de U optimizada presenta irregularidades de esquina entrante.

Tabla 101. Análisis por irregularidad y tipo de suelo edificación existente optimizada en forma de U - 5 paños

ANÁLISIS POR IRREGULARIDAD, TIPO DE SUELO Y NIVELES DE U DE 5 PAÑOS						
Análisis con Excentricidad Positiva en el eje X						
		Ia (Altura)			Ip (Planta)	
Factor de Irregularidad		0.75	0.5	0.75	0.5	0.9
Límite del FR		<0.7	<0.6	<0.8	<0.65	>1.5
Tipo de Suelo	Análisis por Nivel	Rigidez-Piso Blando y Extrema Rigidez	Resistencia-Piso Debil y Extrema de Resistencia	Masa o Peso	Torsional y Torsional Extrema	Esquina Entrante
S1	5	1.26	1.01	1.00	1.137	0.79
	4	1.23	1.01	1.14	1.166	0.79
	3	1.22	1.01	1.00	1.184	0.79
	2	1.98	1.01	1.00	1.196	0.79
	1	1.00	1.01	1.09	1.252	0.79
S2	5	1.27	1.01	1.00	1.140	0.79
	4	1.23	1.01	1.14	1.165	0.79
	3	1.22	1.01	1.00	1.184	0.79
	2	1.98	1.01	1.00	1.197	0.79
	1	1.00	1.01	1.09	1.254	0.79
S3	5	1.27	1.01	1.00	1.140	0.79
	4	1.23	1.01	1.14	1.165	0.79
	3	1.22	1.01	1.00	1.185	0.79
	2	1.98	1.01	1.00	1.196	0.79
	1	1.00	1.01	1.09	1.253	0.79
Análisis con Excentricidad Positiva en el eje Y						
S1	5	1.18	1.03	1.00	1.036	0.59
	4	1.19	1.03	1.14	1.035	0.59
	3	1.20	1.03	1.00	1.035	0.59
	2	1.99	1.03	1.00	1.036	0.59
	1	1.00	1.03	1.09	1.029	0.59
S2	5	1.19	1.03	1.00	1.037	0.59
	4	1.19	1.03	1.14	1.037	0.59
	3	1.20	1.03	1.00	1.036	0.59
	2	1.99	1.03	1.00	1.033	0.59
	1	1.00	1.03	1.09	1.029	0.59
S3	5	1.19	1.03	1.00	1.036	0.59
	4	1.19	1.03	1.14	1.036	0.59
	3	1.20	1.03	1.00	1.035	0.59
	2	1.99	1.03	1.00	1.035	0.59
	1	1.00	1.03	1.09	1.029	0.59



**b. Cortante basal:** Considerando que la Norma Técnica E.030 del año 2018 establece que la fuerza cortante dinámica no puede ser menor que el 90% del valor calculado de la cortante estática para estructuras irregulares, se ha observado que, la edificación estudiada no cumple con lo establecido en la norma. Se hace el uso de los factores de corrección (FC) para cumplir con los mínimos señalados en este caso se amplifica este factor hasta un 15%, a fin de escalar todos los otros resultados obtenidos (cortantes dinámicas), excepto los desplazamientos.



Tabla 102. Cortante estática y cortante dinámica en los ejes X y Y de la edificación existente optimizada en forma de U – 5 paños

ELEVACIÓN		PLANTA		ANÁLISIS ESTÁTICO Y DINÁMICO DE LA EDIFICACIÓN REAL EN FORMA DE U POR NIVEL																		
				Factor Cortante Mínima(0.80 o 0.90)				Factor Cortante Mínima(0.80 o 0.90)				Factor Cortante Mínima(0.80 o 0.90)										
				Z=	0.25	Ia=	1	Z=	0.25	Ia=	1	Z=	0.25	Ia=	1							
				U=	1	Ip=	0.9	U=	1	Ip=	0.9	U=	1	Ip=	0.9							
				S=	1	R=	7.2	S=	1.2	R=	7.2	S=	1.4	R=	7.2							
0.9				0.9				0.9														
C= 2.268				C= 2.5				C= 2.5														
Tp= 0.4				Tp= 0.6				Tp= 0.6														
Ro= 8				Ro= 8				Ro= 8														
Ti= 2.5				Ti= 2				Ti= 1.6														
SUELO TIPO S1				SUELO TIPO 2				SUELO TIPO 3														
N° de Pisos	h Total de la Edif. (m)	T en el Eje X (s)	T en el Eje Y (s)	Peso Total (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)
1	3.00	0.08	0.08	93.99	8.16	8.16	7.42	8.16	7.34	7.34	9.79	9.79	8.91	9.79	8.81	8.81	11.42	11.42	10.39	11.42	10.28	10.28
2	5.70	0.16	0.17	188.11	16.33	16.33	13.36	14.17	14.70	14.70	19.59	19.59	16.03	17.01	17.64	17.64	22.86	22.86	18.70	19.84	20.57	20.57
3	8.40	0.25	0.26	282.23	24.50	24.50	19.43	20.53	22.05	22.05	29.40	29.40	23.31	24.64	26.46	26.46	34.30	34.30	27.20	28.75	30.87	30.87
4	11.10	0.35	0.36	376.35	32.67	32.67	25.61	26.96	29.40	29.40	39.20	39.20	30.74	32.35	35.28	35.28	45.74	45.74	35.86	37.75	41.16	41.16
5	13.80	0.44	0.45	467.78	36.84	36.17	28.72	30.07	33.15	32.55	48.73	48.73	38.01	39.87	43.85	43.85	56.85	56.85	44.34	46.52	51.16	51.16

Factor de Corrección que Multiplica la Aceleración Espectral	N° de Pisos	Suelo S1		Suelo S2		Suelo S3	
		FC X	FC Y	FC X	FC Y	FC X	FC Y
		1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	1.10	1.04	1.10	1.04	1.10	1.04	
3	1.14	1.07	1.14	1.07	1.14	1.07	
4	1.15	1.09	1.15	1.09	1.15	1.09	
5	1.15	1.08	1.15	1.10	1.15	1.10	

c. Deriva de entrepiso: La edificación existente en forma de U optimizada cumple los parámetros de distorsión de entrepiso.

Tabla 103. Derivas de entrepiso máximas en los ejes X y Y de la edificación existente optimizada en forma de U – 5 paños

ANÁLISIS DE DERIVAS DE ENTREPISO DE EDIFICACION EN FORMA DE U DE 5 PAÑOS													
e (+)		Excentricidad positiva											
		Suelo tipo S1				Suelo tipo S2				Suelo tipo S3			
		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R	
Niveles de la Edificación	Alturas (m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)
1	3.00	0.18	0.18	0.0004	0.0004	0.22	0.21	0.0004	0.0004	0.25	0.25	0.0005	0.0005
2	2.70	0.85	0.82	0.0011	0.0011	1.02	0.98	0.0013	0.0013	1.19	1.15	0.0016	0.0015
	3.00	0.37	0.35	0.0008	0.0007	0.44	0.42	0.0009	0.0009	0.52	0.49	0.0011	0.0010
3	2.70	2.09	2.01	0.0015	0.0014	2.51	2.41	0.0017	0.0017	2.93	2.81	0.0020	0.0019
	2.70	1.47	1.42	0.0020	0.0019	1.77	1.70	0.0024	0.0023	2.06	1.98	0.0028	0.0027
	3.00	0.60	0.58	0.0012	0.0012	0.72	0.69	0.0015	0.0014	0.84	0.80	0.0017	0.0017
4	2.70	3.93	3.75	0.0017	0.0016	4.72	4.50	0.0020	0.0019	5.51	5.25	0.0024	0.0022
	2.70	3.21	3.08	0.0025	0.0024	3.85	3.69	0.0030	0.0029	4.50	4.31	0.0035	0.0033
	2.70	2.13	2.05	0.0030	0.0029	2.56	2.46	0.0036	0.0035	2.99	2.87	0.0042	0.0041
	3.00	0.83	0.80	0.0017	0.0017	1.00	0.96	0.0021	0.0020	1.16	1.12	0.0024	0.0023
5	2.70	5.73	5.41	0.0017	0.0015	7.61	7.19	0.0022	0.0020	8.88	8.39	0.0026	0.0023
	2.70	5.02	4.77	0.0026	0.0024	6.67	6.34	0.0034	0.0032	7.78	7.40	0.0040	0.0037
	2.70	3.92	3.75	0.0033	0.0031	5.21	4.98	0.0044	0.0041	6.08	5.82	0.0051	0.0048
	2.70	2.51	2.41	0.0036	0.0035	3.33	3.20	0.0048	0.0046	3.88	3.74	0.0056	0.0053
	3.00	0.95	0.92	0.0020	0.0019	1.27	1.22	0.0026	0.0025	1.48	1.42	0.0031	0.0029

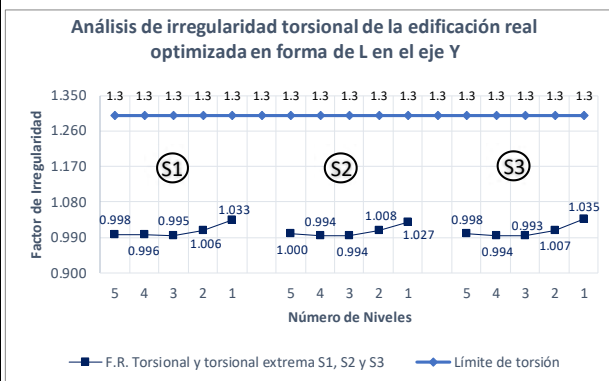
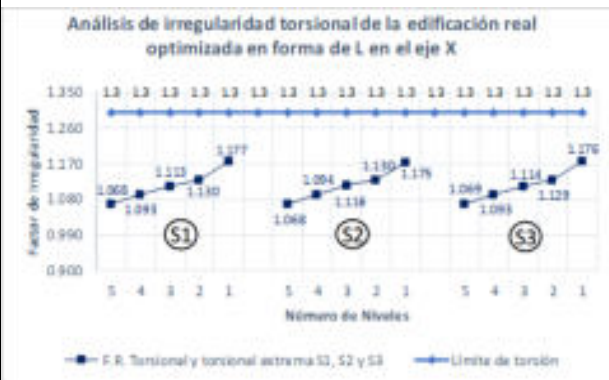


**4.5.3 Edificación existente en forma de L optimizada:** A través del análisis de las características relevantes del edificio para el comportamiento sísmico, se ha determinado que la edificación cumple las relaciones de límite de lado y esbeltez.

**a. Irregularidad:** La edificación existente en forma de L optimizada presenta irregularidades.

Tabla 104. Análisis por irregularidad y tipo de suelo edificación existente optimizada en forma de L – 5 paños

ANÁLISIS POR IRREGULARIDAD, TIPO DE SUELO Y NIVELES DE L DE 5 PAÑOS									
Análisis con Excentricidad Positiva en el eje X									
		Ia (Altura)			Ip (Planta)				
Factor de Irregularidad		0.75	0.5	0.75	0.5	0.9			
Límite del FR		<0.7	<0.6	<0.8	<0.65	>1.5	>1.3	>1.5	>0.2
Tipo de Suelo	Análisis por Nivel	Rigidez-Piso Blando y Extrema de Rigidez	Resistencia-Piso Debil y Extrema de Resistencia	Masa o Peso	Torsional y Torsional Extrema	Esquina Entrante			
S1	5	1.19	1.01	1.00	1.068	0.50			
	4	1.17	1.01	1.13	1.093	0.50			
	3	1.18	1.01	1.00	1.113	0.50			
	2	1.94	1.01	1.00	1.130	0.50			
	1	1.00	1.01	1.10	1.177	0.50			
S2	5	1.18	1.01	1.00	1.068	0.50			
	4	1.16	1.01	1.13	1.094	0.50			
	3	1.19	1.01	1.00	1.116	0.50			
	2	1.19	1.01	1.00	1.130	0.50			
S3	5	1.18	1.01	1.00	1.069	0.50			
	4	1.16	1.01	1.13	1.093	0.50			
	3	1.18	1.01	1.00	1.114	0.50			
	2	1.94	1.01	1.00	1.129	0.50			
S1	5	1.00	1.01	1.10	1.176	0.50			
	Análisis con Excentricidad Positiva en el eje Y								
	5	1.17	1.03	1.00	0.998	0.32			
	4	1.16	1.03	1.13	0.996	0.32			
	3	1.19	1.03	1.00	0.995	0.32			
2	1.96	1.03	1.00	1.006	0.32				
1	1.00	1.03	1.10	1.033	0.32				
S2	5	1.16	1.03	1.00	1.000	0.32			
	4	1.16	1.03	1.13	0.994	0.32			
	3	1.19	1.03	1.00	0.994	0.32			
	2	1.96	1.03	1.00	1.008	0.32			
1	1.00	1.03	1.10	1.027	0.32				
S3	5	1.17	1.03	1.00	0.998	0.32			
	4	1.16	1.03	1.13	0.994	0.32			
	3	1.19	1.03	1.00	0.993	0.32			
	2	1.96	1.03	1.00	1.007	0.32			
1	1.00	1.03	1.10	1.035	0.32				



**b. Cortante basal:** Considerando que la Norma Técnica E.030 del año 2018 establece que la fuerza cortante dinámica no puede ser menor que el 90% del valor calculado de la cortante estática para estructuras irregulares, se ha observado que, la edificación estudiada no cumple con lo establecido en la norma. Se hace el uso de los factores de corrección (FC) para cumplir con los mínimos señalados en este caso se amplifica este factor hasta un 12%, a fin de escalar todos los otros resultados obtenidos (cortantes dinámicas), excepto los desplazamientos.





Tabla 105. Cortante estática y cortante dinámica en los ejes X y Y de la edificación existente optimizada en forma de L – 5 paños

ELEVACIÓN		PLANTA		ANÁLISIS ESTÁTICO Y DINÁMICO DE LA EDIFICACIÓN REAL EN FORMA DE L POR NIVEL																		
		Factor Cortante Mínima(0.80 o 0.90)	0.9	Z=	0.25	Ia=	1	Factor Cortante Mínima(0.80 o 0.90)	Z=	0.25	Ia=	1	Factor Cortante Mínima(0.80 o 0.90)	Z=	0.25	Ia=	1					
				U=	1	Ip=	0.9	U=	1	Ip=	0.9	U=	1	Ip=	0.9	U=	1	Ip=	0.9			
				S=	1	R=	7.2	S=	1.2	R=	7.2	S=	1.4	R=	7.2	S=	1.4	R=	7.2			
				C=	2.5	Tp=	0.4	C=	2.5	Tp=	0.6	C=	2.5	Tp=	0.6	C=	2.5	Tp=	0.6			
				Ro=	8	Ti=	2.5					Ro=	8	Ti=	2							
				SUELO TIPO S1				SUELO TIPO 2				SUELO TIPO 3										
Nº de Pisos	h Total de la Edif. (m)	T en el Eje X (s)	T en el Eje Y (s)	Peso Total (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)
1	3.00	0.17	0.08	67.04	5.82	5.82	6.11	6.32	5.24	5.24	7.66	7.66	7.33	7.58	6.90	6.90	8.94	8.94	8.55	8.84	8.05	8.05
2	5.70	0.14	0.15	133.43	11.58	11.58	10.90	11.08	10.42	10.42	15.43	15.43	13.08	13.30	13.89	13.89	18.01	18.01	15.26	15.52	16.21	16.21
3	8.40	0.22	0.22	199.82	17.35	17.35	15.87	16.10	15.61	15.61	23.21	23.21	19.05	19.32	20.88	20.88	27.07	27.07	22.22	22.54	24.37	24.37
4	11.10	0.30	0.30	265.99	23.09	23.09	20.90	21.16	20.78	20.78	30.95	30.95	25.08	25.39	27.85	27.85	36.10	36.10	29.26	29.62	32.49	32.49
5	13.80	0.37	0.38	329.88	28.64	28.64	25.80	26.08	25.77	25.77	38.44	38.44	30.96	31.30	34.60	34.60	44.85	44.85	36.12	36.52	40.36	40.36

Factor de Corrección que Multiplica la Aceleración Espectral	Nº de Pisos	Suelo S1		Suelo S2		Suelo S3	
		FC X	FC Y	FC X	FC Y	FC X	FC Y
		1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	1.00	1.00	1.06	1.04	1.06	1.04	
3	1.00	1.00	1.10	1.08	1.10	1.08	
4	1.00	1.00	1.11	1.10	1.11	1.10	
5	1.00	1.00	1.12	1.11	1.12	1.11	

c. **Deriva de entrepiso:** La edificación existente en forma de L optimizada cumple los parámetros de distorsión de entrepiso.

Tabla 106. Derivas de entrepiso máximas en los ejes X y Y de la edificación existente optimizada en forma de L– 5 paños

ANÁLISIS DE DERIVAS DE ENTREPISO DE EDIFICACIÓN EN FORMA DE L DE 5 PAÑOS													
e (+)		Excentricidad positiva											
Niveles de la Edificación	Alturas (m)	Suelo tipo S1				Suelo tipo S2				Suelo tipo S3			
		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R	
		Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)
1	3.00	0.14	0.13	0.0003	0.0003	0.17	0.15	0.0004	0.0003	0.20	0.18	0.0004	0.0004
	2	0.64	0.57	0.0009	0.0008	0.76	0.69	0.0010	0.0009	0.89	0.80	0.0012	0.0011
3	3.00	0.28	0.25	0.0006	0.0006	0.34	0.30	0.0007	0.0007	0.39	0.35	0.0009	0.0008
	2.70	1.54	1.41	0.0011	0.0010	1.85	1.69	0.0013	0.0012	2.16	1.97	0.0015	0.0014
	2.70	1.10	1.00	0.0016	0.0014	1.32	1.20	0.0019	0.0017	1.54	1.40	0.0022	0.0020
4	3.00	0.45	0.41	0.0010	0.0009	0.55	0.49	0.0012	0.0011	0.64	0.57	0.0014	0.0013
	2.70	2.83	2.60	0.0012	0.0011	3.40	3.12	0.0014	0.0013	3.97	3.64	0.0017	0.0016
	2.70	2.35	2.15	0.0019	0.0017	2.82	2.59	0.0022	0.0021	3.29	3.02	0.0026	0.0024
	2.70	1.58	1.45	0.0023	0.0021	1.90	1.74	0.0028	0.0025	2.22	2.03	0.0032	0.0030
5	3.00	0.62	0.57	0.0014	0.0012	0.75	0.68	0.0016	0.0015	0.87	0.79	0.0019	0.0017
	2.70	4.46	4.12	0.0012	0.0012	5.35	4.95	0.0015	0.0014	6.24	5.77	0.0018	0.0016
	2.70	3.97	3.66	0.0020	0.0019	4.76	4.40	0.0024	0.0023	5.55	5.13	0.0028	0.0026
	2.70	3.15	2.91	0.0027	0.0025	3.79	3.49	0.0032	0.0030	4.42	4.07	0.0037	0.0035
5	2.70	2.04	1.88	0.0030	0.0028	2.45	2.25	0.0036	0.0033	2.86	2.63	0.0042	0.0039
	3.00	0.79	0.72	0.0017	0.0016	0.95	0.86	0.0021	0.0019	1.10	1.01	0.0024	0.0022



#### 4.6 Edificaciones propuestas optimizadas.

##### Resumen de geometría

Tabla 107. Resumen de geometría de edificaciones propuestas optimizadas

Medidas Propuestas		Sentido de Losa	Altura de Entrepiso	
Columna	0.45 x 0.45 m	eje X : 0.20 m	1er nivel	3.00 m
Columna en L	0.25 x 0.50 m	<b>Tipo de Suelo</b>	2do - 5to nivel	2.70 m
Viga	0.30 x 0.45 m	S1, S2 y S3		
Forma y paños	Limite de lado	Limite de esbeltez	Centro de masa (m)	Centro de rigidez (m)
Rectangular - 5	4.78 > 4	3.10 > 2.5	2.10 ; 10.50	2.10 ; 10.50
Rectangular - 10	2.46 < 4	1.60 < 2.5	4.20 ; 10.50	4.20 ; 10.50
Cruz - 9	1.87 > 1	3.10 > 2.5	10.50 ; 10.50	10.50 ; 10.50
Cruz - 16	0.96 < 1	1.60 < 2.5	9.74 ; 11.25	9.49 ; 11.49
U - 13	-----	0.65 < 2.5	9.04 ; 10.5	10.64 ; 10.5
U - 12	-----	0.65 < 2.5	5.59 ; 10.50	6.62 ; 10.49
L - 9	3.75 > 1	3.10 > 2.5	7.05 ; 13.95	8.70 ; 12.52
L - 14	1.45 > 1	1.60 < 2.5	6.78 ; 8.88	7.59 ; 6.67
T - 9	1.78 > 1	3.10 > 2.5	10.50 ; 14.00	10.50 ; 13.09
T - 16	0.96 < 1	1.60 < 2.5	11.24 ; 12.69	11.25 ; 11.65
O - 16	0.53 < 1	0.65 < 2.5	10.50 ; 10.50	10.50 ; 10.50
O - 22	0.12 < 1	0.65 < 2.5	10.50;10.50	10.50;10.49

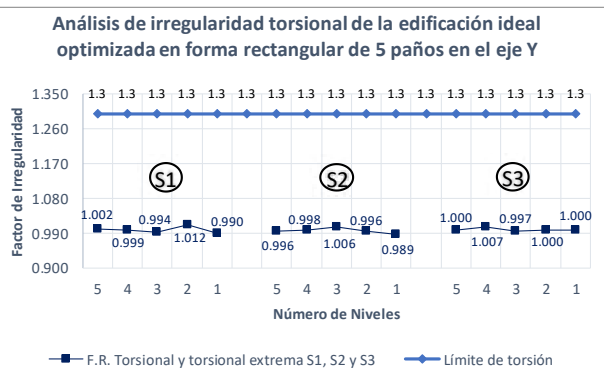
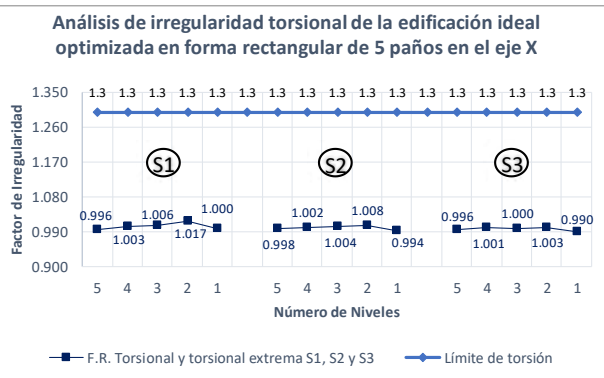


**4.6.1 Edificación propuesta de forma rectangular de 5 paños optimizada:** A través del análisis de las características relevantes del edificio para el comportamiento sísmico, se ha determinado que la edificación no cumple las relaciones de límite de lado y esbeltez.

**a. Irregularidad:** La edificación propuesta de forma rectangular de 5 paños optimizada no presenta irregularidades.

Tabla 108. Análisis por irregularidad y tipo de suelo edificación propuesta optimizada en forma rectangular -5 paños

ANÁLISIS POR IRREGULARIDAD, TIPO DE SUELO Y NIV. RECTANGULAR DE 5 PAÑOS									
Análisis con Excentricidad Positiva en el eje X									
		la (Altura)			la (Planta)				
Factor de Irregularidad		0.75	0.5	0.75	0.5	0.9			
Límite del FR		<0.7	<0.6	<0.8	<0.65	>1.5	>1.3	>1.5	>0.2
Tipo de Suelo	Análisis por Nivel	Rigidez-Piso Blando y Extrema de Resistencia	Resistencia-Piso Debil y Extrema Resistencia	Masa o Peso	Torsional y Torsional Extrema	Esquina Entrante			
S1	5	1.25	1.03	1.00	0.996	0.00			
	4	1.22	1.02	1.15	1.003	0.00			
	3	1.20	1.02	1.00	1.006	0.00			
	2	1.91	1.02	1.00	1.017	0.00			
	1	1.00	1.03	1.09	1.000	0.00			
S2	5	1.26	1.03	1.00	0.998	0.00			
	4	1.22	1.02	1.15	1.002	0.00			
	3	1.20	1.02	1.00	1.004	0.00			
	2	1.91	1.02	1.00	1.008	0.00			
	1	1.00	1.03	1.09	0.994	0.00			
S3	5	1.26	1.03	1.00	0.996	0.00			
	4	1.22	1.02	1.15	1.001	0.00			
	3	1.19	1.02	1.00	1.173	0.00			
	2	1.91	1.03	1.00	1.003	0.00			
	1	1.00	1.03	1.09	0.990	0.00			
Análisis con Excentricidad Positiva en el eje Y									
S1	5	1.15	1.03	1.00	1.002	0.00			
	4	1.16	1.02	1.15	0.999	0.00			
	3	1.13	1.02	1.00	0.994	0.00			
	2	1.84	1.02	1.00	1.012	0.00			
	1	1.00	1.03	1.09	0.990	0.00			
S2	5	1.15	1.03	1.00	0.996	0.00			
	4	1.16	1.02	1.15	0.998	0.00			
	3	1.13	1.02	1.00	1.006	0.00			
	2	1.83	1.02	1.00	0.996	0.00			
	1	1.00	1.03	1.09	0.989	0.00			
S3	5	1.15	1.03	1.00	1.000	0.00			
	4	1.16	1.02	1.15	1.007	0.00			
	3	1.14	1.02	1.00	0.997	0.00			
	2	1.84	1.02	1.00	1.000	0.00			
	1	1.00	1.03	1.09	1.000	0.00			



**b. Cortante basal:** Considerando que la Norma Técnica E.030 establece que la fuerza cortante dinámica no puede ser menor que el 80% del valor calculado de la cortante estática para estructuras regulares, se ha observado que, la edificación estudiada sí cumple con lo establecido en la norma y no es necesario aplicar los factores de corrección.



Tabla 109. Cortante estática y cortante dinámica en los ejes X y Y de la edificación propuesta optimizada de forma rectangular – 5 paños

ELEVACIÓN		PLANTA		ANÁLISIS ESTÁTICO Y DINÁMICO DE LA EDIFICACIÓN IDEAL DE FORMA RECTÁNGULAR DE 5 PAÑOS POR NIVEL																		
		Factor Cortante	Z=	0.25	la=	1	Factor Cortante	Z=	0.25	la=	1	Factor Cortante	Z=	0.25	la=	1						
		Mínima(0.80 o 0.90)	U=	1	lp=	1	Mínima(0.80 o 0.90)	U=	1	lp=	1	Mínima(0.80 o 0.90)	U=	1	lp=	1						
		0.8	S=	1	R=	8	S=	1.2	R=	8	S=	1.4	R=	8								
			C=	2.268	Tp=	0.4	C=	2.5	Tp=	0.6	C=	2.5	Tp=	1								
Ro=	8	Tl=	2.5	Ro=	8	Tl=	2	Ro=	8	Tl=	1.6											
				SUELO TIPO S1				SUELO TIPO 2				SUELO TIPO 3										
Nº de Pisos	h Total de la Edif. (m)	T en el Eje X (s)	T en el Eje Y (s)	Peso Total (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)
1	3.00	0.08	0.09	79.84	6.24	6.24	6.24	6.24	4.99	4.99	7.49	7.49	7.48	7.48	5.99	5.99	8.73	8.73	8.73	8.73	6.99	6.99
2	5.70	0.16	0.16	161.05	12.58	12.58	11.01	11.08	10.07	10.07	15.10	15.10	13.21	13.30	12.08	12.08	17.61	17.61	15.41	15.51	14.09	14.09
3	8.40	0.25	0.24	242.27	18.93	18.93	15.93	16.11	15.14	15.14	22.71	22.71	22.30	22.55	18.17	18.17	26.50	26.50	22.30	22.55	21.20	21.20
4	11.10	0.35	0.33	323.49	25.27	25.27	20.85	21.15	20.22	20.22	30.33	30.33	25.02	25.38	24.26	24.26	35.38	35.38	29.20	29.61	28.31	28.31
5	13.80	0.44	0.41	402.50	28.53	30.53	23.58	25.44	22.82	24.42	30.64	30.64	30.75	31.29	24.51	24.51	44.02	44.02	35.88	36.50	35.22	35.22

c. **Deriva de entrepiso:** La edificación propuesta de forma rectangular de 5 paños optimizada cumple los parámetros de distorsión de entrepiso.

Tabla 110. Derivas de entrepiso máximas en los ejes X y Y de la edificación propuesta optimizada en forma rectangular - 5 paños

		ANÁLISIS DE DERIVAS DE ENTREPISO DE EDIFICACION EN FORMA RECTÁNGULAR DE 5 PAÑOS											
e (+)		Excentricidad positiva											
		Suelo tipo S1				Suelo tipo S2				Suelo tipo S3			
		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R	
Niveles de la Edificación	Alturas (m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)
1	3.00	0.14	0.15	0.0003	0.0003	0.17	0.18	0.0003	0.0004	0.20	0.21	0.0004	0.0004
	2.70	0.69	0.62	0.0008	0.0008	0.82	0.75	0.0010	0.0009	0.96	0.87	0.0012	0.0011
2	3.00	0.31	0.29	0.0006	0.0006	0.37	0.34	0.0007	0.0007	0.43	0.40	0.0009	0.0008
	2.70	1.70	1.49	0.0011	0.0009	2.04	1.78	0.0013	0.0011	2.39	2.08	0.0016	0.0013
3	2.70	1.21	1.08	0.0016	0.0014	1.45	1.30	0.0019	0.0017	1.69	1.51	0.0022	0.0019
	3.00	0.50	0.46	0.0010	0.0009	0.59	0.55	0.0012	0.0011	0.69	0.64	0.0014	0.0013
4	2.70	3.24	2.72	0.0013	0.0010	3.89	3.26	0.0016	0.0012	4.54	3.80	0.0019	0.0014
	2.70	2.65	2.27	0.0020	0.0016	3.18	2.72	0.0024	0.0019	3.71	3.18	0.0028	0.0022
5	2.70	1.76	1.55	0.0024	0.0021	2.11	1.86	0.0029	0.0025	2.46	2.18	0.0033	0.0029
	3.00	0.69	0.63	0.0014	0.0013	0.83	0.76	0.0017	0.0015	0.97	0.88	0.0019	0.0018
5	2.70	4.88	4.18	0.0014	0.0010	6.38	5.15	0.0018	0.0013	7.44	6.00	0.0022	0.0015
	2.70	4.25	3.73	0.0021	0.0017	5.56	4.59	0.0028	0.0021	6.48	5.36	0.0032	0.0024
5	2.70	3.31	2.97	0.0027	0.0023	4.32	3.66	0.0035	0.0028	5.04	4.27	0.0041	0.0033
	2.70	2.11	1.96	0.0029	0.0026	2.76	2.41	0.0038	0.0032	3.22	2.81	0.0044	0.0038
5	3.00	0.81	0.78	0.0016	0.0016	1.05	0.96	0.0021	0.0019	1.23	1.11	0.0025	0.0022

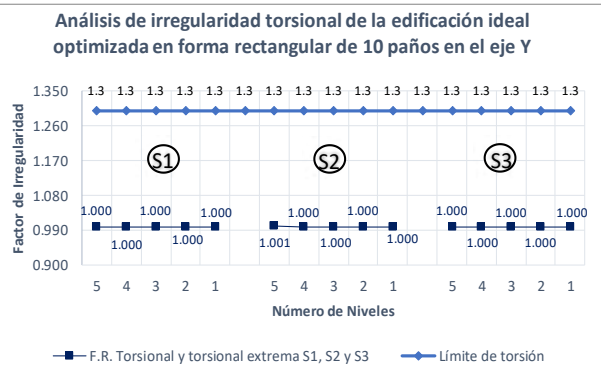
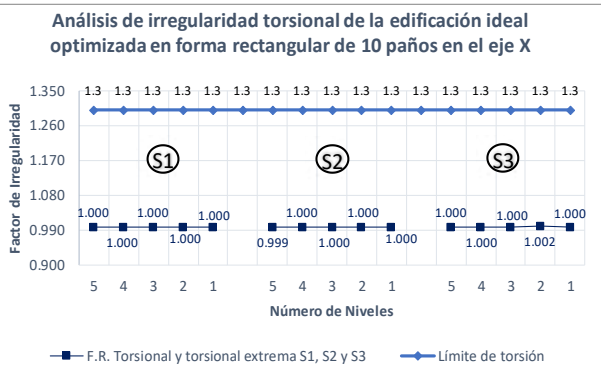


**4.6.2 Edificación propuesta de forma rectangular de 10 paños optimizada:** A través del análisis de las características relevantes del edificio para el comportamiento sísmico, se ha determinado que la edificación cumple las relaciones de límite de lado y esbeltez.

**a. Irregularidad:** La edificación propuesta de forma rectangular de 10 paños optimizada no presenta irregularidades.

Tabla 111. Análisis por irregularidad y tipo de suelo edificación propuesta optimizada en forma rectangular - 10 paños

ANÁLISIS POR IRREGULARIDAD, TIPO DE SUELO Y NIV. RECTANGULAR DE 10 PAÑOS									
Análisis con Excentricidad Positiva en el eje X									
		la (Altura)			la (Planta)				
Factor de Irregularidad		0.75	0.5	0.75	0.5	0.9	0.75	0.6	0.9
Límite del FR		<0.7	<0.6	<0.8	<0.65	>1.5	>1.3	>1.5	>0.2
Tipo de Suelo	Análisis por Nivel	Rigidez-Piso Blando y Extrema de Rigidez	Resistencia-Piso Debil y Extrema de Resistencia	Masa o Peso	Torsional y Torsional Extrema	Esquina Entrante			
S1	5	1.14	1.03	1.00	1.000	0.00			
	4	1.16	1.03	1.13	1.000	0.00			
	3	1.12	1.03	1.00	1.000	0.00			
	2	1.74	1.03	1.00	1.000	0.00			
	1	1.00	1.03	1.09	1.000	0.00			
S2	5	1.16	1.03	1.00	0.999	0.00			
	4	1.16	1.03	1.13	1.000	0.00			
	3	1.12	1.03	1.00	1.000	0.00			
	2	1.75	1.03	1.00	1.000	0.00			
	1	1.00	1.03	1.09	1.000	0.00			
S3	5	1.16	1.03	1.00	1.000	0.00			
	4	1.16	1.03	1.13	1.000	0.00			
	3	1.12	1.03	1.00	1.000	0.00			
	2	1.74	1.03	1.00	1.002	0.00			
	1	1.00	1.03	1.09	1.000	0.00			
Análisis con Excentricidad Positiva en el eje Y									
S1	5	1.11	1.03	1.00	1.000	0.00			
	4	1.14	1.03	1.13	1.000	0.00			
	3	1.11	1.03	1.00	1.000	0.00			
	2	1.73	1.03	1.00	1.000	0.00			
	1	1.00	1.03	1.09	1.000	0.00			
S2	5	1.13	1.03	1.00	1.001	0.00			
	4	1.14	1.03	1.13	1.000	0.00			
	3	1.11	1.03	1.00	1.000	0.00			
	2	1.73	1.03	1.00	1.000	0.00			
	1	1.00	1.03	1.09	1.000	0.00			
S3	5	1.13	1.03	1.00	1.000	0.00			
	4	1.14	1.03	1.13	1.000	0.00			
	3	1.11	1.03	1.00	1.000	0.00			
	2	1.73	1.03	1.00	1.000	0.00			
	1	1.00	1.03	1.09	1.000	0.00			



**b. Cortante basal:** Considerando que la Norma Técnica E.030 establece que la fuerza cortante dinámica no puede ser menor que el 80% del valor calculado de la cortante estática para estructuras regulares, se ha observado que, la edificación estudiada sí cumple con lo establecido en la norma y no es necesario aplicar los factores de corrección.



Tabla 112. Cortante estática y cortante dinámica en los ejes X y Y de la edificación propuesta optimizada en forma rectangular -10 paños

ELEVACIÓN		PLANTA		ANÁLISIS ESTÁTICO Y DINÁMICO DE LA EDIFICACIÓN DE FORMA RECTANGULAR DE 10 PAÑOS POR NIVEL																		
		Factor Cortante	Z=	0.25	Ia=	1	Factor Cortante	Z=	0.25	Ia=	1	Factor Cortante	Z=	0.25	Ia=	1						
		Mínima(0.80 o 0.90)	U=	1	Ip=	1	Mínima(0.80 o 0.90)	U=	1	Ip=	1	Mínima(0.80 o 0.90)	U=	1	Ip=	1						
		0.8	S=	1	R=	8	S=	1.2	R=	8	S=	1.4	R=	8								
			C=	2.11	Ip=	0.4	C=	2.5	Ip=	0.6	C=	2.5	Ip=	1								
Ro=	8	Tl=	2.5	Ro=	8	Tl=	2	Ro=	8	Tl=	1.6											
				SUELO TIPO S1				SUELO TIPO 2				SUELO TIPO 3										
N° de Pisos	h Total de la Edif. (m)	T en el Eje X (s)	T en el Eje Y (s)	Peso Total (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)
1	3.00	0.10	0.09	147.95	11.56	11.56	11.56	11.56	9.25	9.25	13.87	13.87	13.87	13.87	11.10	11.10	16.18	16.18	16.18	16.18	12.95	12.95
2	5.70	0.19	0.16	294.62	23.02	23.02	20.44	20.46	18.41	18.41	27.62	27.62	24.52	24.55	22.10	22.10	32.22	32.22	28.61	28.64	25.78	25.78
3	8.40	0.28	0.24	441.29	34.48	34.48	41.31	41.39	27.58	27.58	41.37	41.37	35.41	35.47	33.10	33.10	48.27	48.27	41.31	41.39	38.61	38.61
4	11.10	0.38	0.33	587.96	45.93	45.93	38.59	38.69	36.75	36.75	55.12	55.12	46.31	46.43	44.10	44.10	64.31	64.31	54.03	54.16	51.45	51.45
5	13.80	0.47	0.41	730.22	48.15	55.38	40.52	41.32	38.52	44.31	68.46	68.46	56.88	57.07	54.77	54.77	79.87	79.87	66.35	66.58	63.89	63.89

c. Deriva de entrepiso: La edificación propuesta de forma rectangular de 10 paños optimizada cumple los parámetros de distorsión de entrepiso.

Tabla 113. Derivas de entrepiso máximas en los ejes X y Y de la edificación propuesta optimizada en forma rectangular - 10 paños

		ANÁLISIS DE DERIVAS DE ENTREPISO DE EDIFICACION EN FORMA RECTANGULAR DE 10 PAÑOS											
e (+)		Excentricidad positiva											
		Suelo tipo S1				Suelo tipo S2				Suelo tipo S3			
		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R	
Niveles de la Edificación	Alturas (m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)
1	3.00	0.21	0.20	0.0004	0.0004	0.26	0.25	0.0005	0.0005	0.30	0.29	0.0006	0.0006
2	2.70	0.88	0.83	0.0010	0.0010	1.06	1.00	0.0013	0.0012	1.24	1.16	0.0015	0.0014
	3.00	0.41	0.39	0.0008	0.0008	0.50	0.47	0.0010	0.0009	0.58	0.55	0.0012	0.0011
3	2.70	2.91	2.72	0.0018	0.0016	2.49	2.33	0.0015	0.0014	2.91	2.72	0.0018	0.0016
	2.70	2.13	2.00	0.0027	0.0025	1.82	1.72	0.0023	0.0022	2.13	2.00	0.0027	0.0025
4	3.00	0.92	0.87	0.0018	0.0017	0.79	0.75	0.0016	0.0015	0.92	0.87	0.0018	0.0017
	2.70	3.80	3.52	0.0014	0.0013	4.56	4.23	0.0017	0.0015	5.31	4.93	0.0020	0.0018
	2.70	3.17	2.95	0.0022	0.0020	3.80	3.54	0.0027	0.0025	4.43	4.14	0.0031	0.0029
	2.70	2.18	2.04	0.0028	0.0027	2.61	2.45	0.0034	0.0032	3.05	2.86	0.0040	0.0037
5	3.00	0.90	0.85	0.0018	0.0017	1.08	1.02	0.0022	0.0020	1.26	1.19	0.0025	0.0024
	2.70	5.12	4.78	0.0013	0.0012	7.21	6.63	0.0018	0.0016	8.41	7.73	0.0021	0.0019
	2.70	4.55	4.28	0.0021	0.0019	6.41	5.93	0.0030	0.0027	7.48	6.92	0.0034	0.0031
	2.70	3.62	3.42	0.0027	0.0026	5.10	4.74	0.0039	0.0036	5.95	5.53	0.0045	0.0041
5	2.70	2.39	2.27	0.0032	0.0030	3.37	3.15	0.0045	0.0042	3.93	3.67	0.0052	0.0048
	3.00	0.97	0.93	0.0019	0.0019	1.36	1.28	0.0027	0.0026	1.59	1.49	0.0032	0.0030

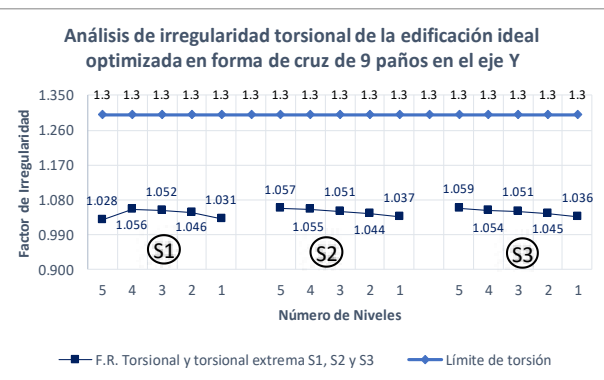
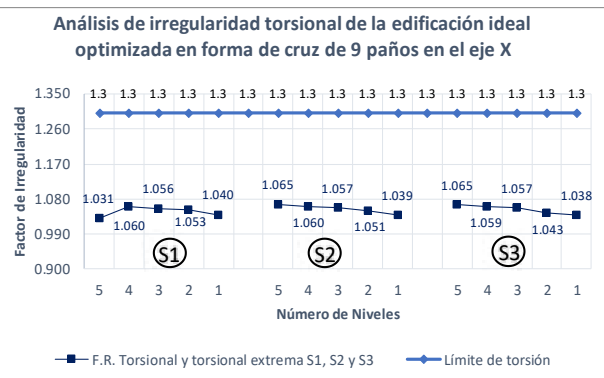


**4.6.3 Edificación propuesta en forma de cruz de 9 paños optimizada:** A través del análisis de las características relevantes del edificio para el comportamiento sísmico, se ha determinado que la edificación no cumple las relaciones de límite de lado y esbeltez.

**a. Irregularidad:** La edificación propuesta en forma de cruz de 9 paños optimizada presenta irregularidad de esquina entrante.

Tabla 114. Análisis por irregularidad y tipo de suelo edificación propuesta en forma de cruz - 9 paños

ANÁLISIS POR IRREGULARIDAD, TIPO DE SUELO Y NIVELES DE CRUZ DE 9 PAÑOS						
Análisis con Excentricidad Positiva en el eje X						
		Ia (Altura)			Ip (Planta)	
Factor de Irregularidad		0.75	0.5	0.75	0.5	0.9
Límite del FR		<0.7	<0.6	<0.8	<0.65	>1.5
Tipo de Suelo		0.75	0.6	0.75	0.6	0.9
Análisis por Nivel		>1.3	>1.5	>1.3	>1.5	>0.2
		Rigidez-Piso Blando y Extrema de Rigidez	Resistencia-Piso Debil y Extrema de Resistencia	Masa o Peso	Torsional y Torsional Extrema	Esquina Entrante
S1	5	1.20	1.02	1.00	1.065	0.40
	4	1.18	1.02	1.15	1.060	0.40
	3	1.16	1.02	1.00	1.056	0.40
	2	1.89	1.02	1.00	1.053	0.40
	1	1.00	1.02	1.09	1.040	0.40
S2	5	1.20	1.02	1.00	1.065	0.40
	4	1.18	1.02	1.15	1.060	0.40
	3	1.16	1.02	1.00	1.057	0.40
	2	1.89	1.02	1.00	1.051	0.40
	1	1.00	1.02	1.09	1.039	0.40
S3	5	1.20	1.02	1.00	1.065	0.40
	4	1.18	1.02	1.15	1.059	0.40
	3	1.16	1.02	1.00	1.057	0.40
	2	1.89	1.02	1.00	1.043	0.40
	1	1.00	1.02	1.09	1.038	0.40
Análisis con Excentricidad Positiva en el eje Y						
S1	5	1.20	1.03	1.00	1.057	0.40
	4	1.19	1.03	1.15	1.056	0.40
	3	1.18	1.03	1.00	1.052	0.40
	2	1.92	1.03	1.00	1.046	0.40
	1	1.00	1.03	1.09	1.031	0.40
S2	5	1.20	1.03	1.00	1.057	0.40
	4	1.19	1.03	1.15	1.055	0.40
	3	1.18	1.03	1.00	1.051	0.40
	2	1.93	1.03	1.00	1.044	0.40
	1	1.00	1.03	1.09	1.037	0.40
S3	5	1.20	1.03	1.00	1.059	0.40
	4	1.19	1.03	1.15	1.054	0.40
	3	1.18	1.03	1.00	1.051	0.40
	2	1.93	1.03	1.00	1.045	0.40
	1	1.00	1.03	1.09	1.036	0.40



**b. Cortante basal:** Considerando que la Norma Técnica E.030 del año 2018 establece que la fuerza cortante dinámica no puede ser menor que el 90% del valor calculado de la cortante estática para estructuras irregulares, se ha observado que, la edificación estudiada no cumple con lo establecido en la norma. Se hace el uso de los factores de corrección (FC) para cumplir con los mínimos señalados en este caso se amplifica este factor hasta un 10%, a fin de escalar todos los otros resultados obtenidos (cortantes dinámicas), excepto los desplazamientos.



Tabla 115. Cortante estática y cortante dinámica en los ejes X y Y de la edificación propuesta optimizada en forma de cruz – 9 paños

ELEVACIÓN		PLANTA		ANÁLISIS ESTÁTICO Y DINÁMICO DE LA EDIFICACIÓN EN FORMA DE CRUZ DE 9 PAÑOS POR NIVEL																		
				Factor Cortante Mínima(0.80 o 0.90)				Factor Cortante Mínima(0.80 o 0.90)				Factor Cortante Mínima(0.80 o 0.90)										
				Z=	0.25	Ia=	1	Z=	0.25	Ia=	1	Z=	0.25	Ia=	1							
				U=	1	Ip=	0.9	U=	1	Ip=	0.9	U=	1.2	R=	7.2	S=	1.4	R=	7.2			
				S=	1	R=	7.2	S=	1.2	R=	7.2	S=	1.4	R=	7.2	C=	2.5	Ip=	0.9			
0.9				0.9				0.9				0.9										
				SUELO TIPO S1				SUELO TIPO 2				SUELO TIPO 3										
N° de Pisos	h Total de la Edif. (m)	T en el Eje X (s)	T en el Eje Y (s)	Peso Total (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)
1	3.00	0.08	0.09	141.82	12.31	12.31	12.31	12.31	11.08	11.08	14.77	14.77	14.77	14.77	13.30	13.30	17.24	17.24	17.23	17.23	15.51	15.51
2	5.70	0.17	0.17	285.30	24.77	24.77	21.71	21.63	22.29	22.29	29.72	29.72	26.05	25.95	26.75	26.75	34.67	34.67	30.39	30.28	31.20	31.20
3	8.40	2.57	0.25	428.78	37.22	37.22	31.48	31.36	33.50	33.50	44.66	44.66	37.78	37.63	40.20	40.20	52.11	52.11	44.07	43.90	46.90	46.90
4	11.10	0.35	0.35	572.26	49.68	49.68	41.29	41.15	44.71	44.71	59.61	59.61	49.55	49.38	53.65	53.65	69.55	69.55	57.81	57.60	62.59	62.59
5	13.80	0.43	0.44	711.77	57.34	56.82	49.26	47.19	51.60	51.14	74.14	74.14	61.00	60.81	66.73	66.73	86.50	86.50	71.17	70.95	77.85	77.85

Factor de Corrección que Multiplica la Aceleración Espectral	N° de Pisos	Suelo S1		Suelo S2		Suelo S3	
		FC X	FC Y	FC X	FC Y	FC X	FC Y
	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	
3	1.06	1.07	1.06	1.07	1.06	1.07	
4	1.08	1.09	1.08	1.09	1.08	1.09	
5	1.05	1.08	1.09	1.10	1.09	1.10	

c. **Deriva de entrepiso:** La edificación propuesta en forma de cruz de 9 paños optimizada cumple los parámetros de distorsión de entrepiso.

Tabla 116. Derivas de entrepiso máximas en los ejes X y Y de la edificación propuesta optimizada en forma de cruz - 9 paños

e (+)		ANÁLISIS DE DERIVAS DE ENTREPISO DE EDIFICACIÓN EN FORMA DE CRUZ DE 9 PAÑOS											
		Excentricidad positiva											
Niveles de la Edificación	Alturas (m)	Suelo tipo S1		Suelo tipo S2				Suelo tipo S3					
		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R	
		Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)
1	3.00	0.16	0.16	0.0003	0.0003	0.19	0.20	0.0004	0.0004	0.22	0.23	0.0004	0.0005
	2	2.70	0.72	0.77	0.0009	0.0010	0.86	0.93	0.0011	0.0012	1.00	1.08	0.0013
2	3.00	0.32	0.34	0.0007	0.0007	0.39	0.41	0.0008	0.0008	0.45	0.48	0.0009	0.0010
	2.70	1.74	1.89	0.0011	0.0012	2.09	2.27	0.0014	0.0015	2.44	2.65	0.0016	0.0017
3	2.70	1.25	1.35	0.0017	0.0018	1.50	1.62	0.0020	0.0022	1.75	1.88	0.0023	0.0025
	3.00	0.52	0.55	0.0011	0.0011	0.62	0.66	0.0013	0.0014	0.73	0.77	0.0015	0.0016
4	2.70	3.25	3.54	0.0013	0.0014	3.90	4.24	0.0016	0.0017	4.55	4.95	0.0018	0.0020
	2.70	2.69	2.91	0.0020	0.0022	3.22	3.49	0.0024	0.0026	3.76	4.08	0.0028	0.0031
4	2.70	1.81	1.95	0.0025	0.0027	2.17	2.34	0.0030	0.0032	2.54	2.73	0.0035	0.0038
	3.00	0.72	0.77	0.0015	0.0016	0.86	0.92	0.0018	0.0019	1.01	1.07	0.0021	0.0022
5	2.70	5.05	5.28	0.0014	0.0015	6.25	6.82	0.0017	0.0019	7.30	7.96	0.0020	0.0022
	2.70	4.46	4.65	0.0022	0.0023	5.52	6.01	0.0027	0.0029	6.44	7.01	0.0031	0.0034
5	2.70	3.51	3.66	0.0028	0.0030	4.35	4.73	0.0035	0.0038	5.08	5.51	0.0041	0.0045
	2.70	2.28	2.36	0.0032	0.0033	2.82	3.04	0.0039	0.0043	3.29	3.55	0.0046	0.0050
5	3.00	0.88	0.91	0.0018	0.0018	1.09	1.17	0.0022	0.0024	1.28	1.36	0.0026	0.0028



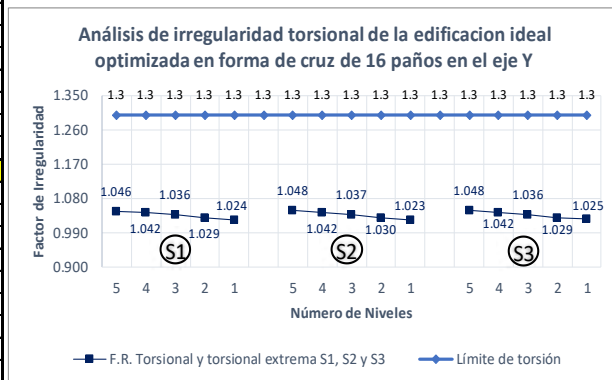
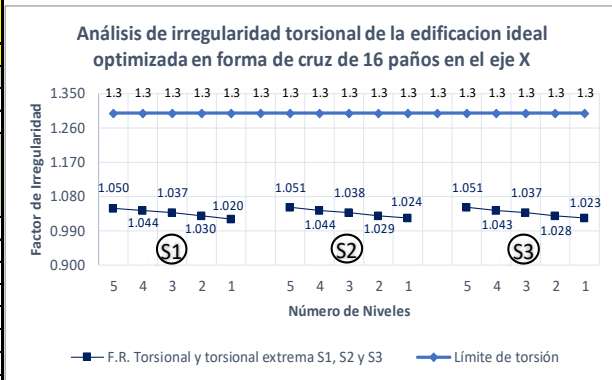


**4.6.4 Edificación propuesta en forma de cruz de 16 paños optimizada:** A través del análisis de las características relevantes del edificio para el comportamiento sísmico, se ha determinado que la edificación cumple las relaciones de límite de lado y esbeltez.

**a. Irregularidad:** La edificación propuesta en forma de cruz de 16 paños optimizada presenta irregularidad de esquina entrante.

Tabla 117. Análisis por irregularidad y tipo de suelo edificación propuesta optimizada en forma de cruz – 16 paños

ANÁLISIS POR IRREGULARIDAD, TIPO DE SUELO Y NIVELES DE CRUZ DE 16 PAÑOS						
Análisis con Excentricidad Positiva en el eje X						
		Ia (Altura)			Ip (Planta)	
Factor de Irregularidad		0.75	0.5	0.75	0.5	0.9
Límite del FR		<0.7	<0.60	<0.8	<0.65	>1.5
Tipo de Suelo	Análisis por Nivel	Rigidez-Piso Blando y Extrema de Rigidez	Resistencia-Piso Debil y Extrema de Resistencia	Masa o Peso	Torsional y Torsional Extrema	Esquina Entrante
S1	5	1.13	1.03	1.00	1.050	0.40
	4	1.14	1.03	1.13	1.044	0.40
	3	1.11	1.03	1.00	1.037	0.40
	2	1.78	1.03	1.00	1.030	0.40
	1	1.00	1.03	1.09	1.020	0.40
S2	5	1.14	1.03	1.00	1.051	0.40
	4	1.14	1.03	1.13	1.044	0.40
	3	1.11	1.03	1.00	1.038	0.40
	2	1.78	1.03	1.00	1.029	0.40
	1	1.00	1.03	1.09	1.024	0.40
S3	5	1.14	1.03	1.00	1.051	0.40
	4	1.14	1.03	1.13	1.043	0.40
	3	1.11	1.03	1.00	1.037	0.40
	2	1.77	1.03	1.00	1.028	0.40
	1	1.00	1.03	1.09	1.023	0.40
Análisis con Excentricidad Positiva en el eje Y						
S1	5	1.13	1.03	1.00	1.046	0.40
	4	1.15	1.03	1.13	1.042	0.40
	3	1.13	1.03	1.00	1.036	0.40
	2	1.82	1.03	1.00	1.029	0.40
	1	1.00	1.03	1.09	1.024	0.40
S2	5	1.15	1.03	1.00	1.048	0.40
	4	1.15	1.03	1.13	1.042	0.40
	3	1.13	1.03	1.00	1.037	0.40
	2	1.82	1.03	1.00	1.030	0.40
	1	1.00	1.03	1.09	1.023	0.40
S3	5	1.15	1.03	1.00	1.048	0.40
	4	1.16	1.03	1.13	1.042	0.40
	3	1.13	1.03	1.00	1.036	0.40
	2	1.82	1.03	1.00	1.029	0.40
	1	1.00	1.03	1.09	1.025	0.40



**b. Cortante basal:** Considerando que la Norma Técnica E.030 del año 2018 establece que la fuerza cortante dinámica no puede ser menor que el 90% del valor calculado de la cortante estática para estructuras irregulares, se ha observado que, la edificación estudiada no cumple con lo establecido en la norma. Se hace el uso de los factores de corrección (FC) para cumplir con los mínimos señalados en este caso se amplifica este factor hasta un 9%, a fin de escalar todos los otros resultados obtenidos (cortantes dinámicas), excepto los desplazamientos.



Tabla 118. Cortante estática y cortante dinámica en los ejes X y Y de la edificación propuesta optimizada en forma de cruz - 16 paños

ELEVACIÓN		PLANTA		ANÁLISIS ESTÁTICO Y DINÁMICO DE LA EDIFICACIÓN EN FORMA DE CRUZ DE 16 PAÑOS POR NIVEL																									
		Factor Cortante Mínima(0.80 o 0.90)				Z=	0.25	Ia=	1	Factor Cortante Mínima(0.80 o 0.90)				Z=	0.25	Ia=	1	Factor Cortante Mínima(0.80 o 0.90)				Z=	0.25	Ia=	1				
		U=				1	Ip=	0.9	U=				1	Ip=	0.9	U=				1	Ip=	0.9							
		S=				1	R=	7.2	S=				1.2	R=	7.2	S=				1.4	R=	7.2							
		C=				2.083	TP=	0.4	C=				2.5	TP=	0.6	C=				2.5	TP=	1							
Ro=				8	TI=	2.5	Ro=				8	TI=	2	Ro=				8	TI=	1.6									
SUELO TIPO S1										SUELO TIPO 2										SUELO TIPO 3									
N° de Pisos	h Total de la Edif. (m)	T en el Eje X (s)	T en el Eje Y (s)	Peso Total (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)							
1	3.00	0.10	0.10	234.46	20.35	20.35	20.35	20.35	18.32	18.32	24.42	24.42	24.42	24.42	21.98	21.98	28.49	28.49	28.49	28.49	25.64	25.64							
2	5.70	0.18	0.19	466.04	40.45	40.45	35.80	35.65	36.41	36.41	48.55	48.55	42.96	42.77	43.69	43.69	56.64	56.64	50.12	49.90	50.97	50.97							
3	8.40	0.27	0.29	697.62	60.56	60.56	51.75	51.50	54.50	54.50	72.67	72.67	62.10	61.80	65.40	65.40	84.78	84.78	72.45	72.09	76.30	76.30							
4	11.10	0.37	0.38	929.20	80.66	80.66	67.73	67.42	72.59	72.59	96.79	96.79	81.27	80.90	87.11	87.11	112.92	112.92	94.82	94.39	101.63	101.63							
5	13.80	0.46	0.48	1153.72	87.65	83.44	73.97	69.88	78.89	75.10	120.18	120.18	99.87	99.46	108.16	108.16	140.21	140.21	116.51	116.04	126.19	126.19							
Factor de Corrección que Multiplica la Aceleración		N° de Pisos		Suelo S1		Suelo S2		Suelo S3		FCX		FCY		FCX		FCY		FCX		FCY		FCX		FCY					
		1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00					
		2	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02			
		3	1.05	1.06	1.05	1.06	1.05	1.06	1.05	1.06	1.05	1.06	1.05	1.06	1.05	1.06	1.05	1.06	1.05	1.06	1.05	1.06	1.05	1.06	1.05	1.06			
		4	1.07	1.08	1.07	1.08	1.07	1.08	1.07	1.08	1.07	1.08	1.07	1.08	1.07	1.08	1.07	1.08	1.07	1.08	1.07	1.08	1.07	1.08	1.07	1.08			
		5	1.07	1.07	1.07	1.08	1.09	1.08	1.09	1.08	1.09	1.08	1.09	1.08	1.09	1.08	1.09	1.08	1.09	1.08	1.09	1.08	1.09	1.08	1.09	1.08	1.09		

c. Deriva de entrepiso: La edificación existente en forma de T de 16 paños optimizada cumple los parámetros de distorsión de entrepiso.

Tabla 119. Derivas de entrepiso máximas en los ejes "X" y "Y" de la edificación propuesta optimizada en forma de cruz - 16 paños

		ANÁLISIS DE DERIVAS DE ENTREPISO DE EDIFICACIÓN EN FORMA DE CRUZ DE 16 PAÑOS											
e(+)		Excentricidad positiva											
		Suelo tipo S1				Suelo tipo S2				Suelo tipo S3			
		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R	
Niveles de la Edificación	Alturas (m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)
1	3.00	0.23	0.24	0.0005	0.0005	0.27	0.29	0.0006	0.0006	0.32	0.33	0.0006	0.0007
	2.70	0.94	1.02	0.0011	0.0013	1.13	1.22	0.0014	0.0015	1.32	1.42	0.0016	0.0018
2	3.00	0.44	0.46	0.0009	0.0009	0.52	0.56	0.0011	0.0011	0.61	0.65	0.0012	0.0013
	2.70	2.22	2.42	0.0014	0.0015	2.66	2.91	0.0016	0.0018	3.11	3.39	0.0019	0.0021
3	2.70	1.62	1.75	0.0021	0.0023	1.95	2.10	0.0025	0.0027	2.27	2.45	0.0029	0.0032
	3.00	0.70	0.74	0.0014	0.0015	0.84	0.89	0.0017	0.0018	0.98	1.04	0.0020	0.0021
4	2.70	4.05	4.45	0.0015	0.0017	4.86	5.34	0.0018	0.0021	5.67	6.23	0.0022	0.0024
	2.70	3.39	3.70	0.0024	0.0027	4.06	4.44	0.0029	0.0032	4.74	5.18	0.0034	0.0038
5	2.70	2.33	2.52	0.0031	0.0034	2.79	3.03	0.0037	0.0041	3.26	3.53	0.0044	0.0048
	3.00	0.95	1.02	0.0019	0.0021	1.14	1.22	0.0023	0.0025	1.34	1.43	0.0027	0.0029
5	2.70	5.67	5.91	0.0014	0.0015	7.68	8.45	0.0019	0.0022	8.96	9.86	0.0023	0.0025
	2.70	5.06	5.25	0.0024	0.0025	6.85	7.52	0.0032	0.0035	7.99	8.77	0.0037	0.0041
5	2.70	4.03	4.17	0.0031	0.0033	5.46	5.97	0.0042	0.0047	6.37	6.96	0.0049	0.0055
	2.70	2.66	2.74	0.0036	0.0037	3.61	3.91	0.0049	0.0054	4.21	4.56	0.0057	0.0063
5	3.00	1.07	1.09	0.0022	0.0022	1.45	1.55	0.0029	0.0032	1.69	1.81	0.0034	0.0037



**4.6.5 Edificación propuesta en forma de U de 13 paños optimizada:** A través del análisis de las características relevantes del edificio para el comportamiento sísmico, se ha determinado que la edificación cumple las relaciones de límite de esbeltez.

**a. Irregularidad:** La edificación propuesta en forma de U de 13 paños optimizada presenta irregularidad de esquina entrante.

Tabla 120. Análisis por irregularidad y tipo de suelo edificación propuesta optimizada en forma de U – 13 paños

ANÁLISIS POR IRREGULARIDAD, TIPO DE SUELO Y NIVELES DE U DE 13 PAÑOS									
Análisis con Excentricidad Positiva en el eje X									
		Ia (Altura)			Ip (Planta)				
Factor de Irregularidad		0.75	0.5	0.75	0.5	0.9	0.75	0.6	0.9
Límite del FR		<0.7	<0.6	<0.8	<0.65	>1.5	>1.3	>1.5	>0.2
Tipo de Suelo	Análisis por Nivel	Rigidez-Piso Blando Y Extrema Rigidez	Resistencia-Piso Debil y Extrema de Resistencia	Masa o Peso	Torsional y Torsional Extrema	Esquina Entrante			
S1	5	1.13	1.03	1.00	1.061	0.79			
	4	1.14	1.03	1.14	1.007	0.79			
	3	1.10	1.03	1.00	1.008	0.79			
	2	1.70	1.03	1.00	1.007	0.79			
	1	1.00	1.03	1.09	1.005	0.79			
S2	5	1.14	1.03	1.00	1.008	0.79			
	4	1.14	1.03	1.14	1.008	0.79			
	3	1.10	1.03	1.00	1.008	0.79			
	2	1.70	1.03	1.00	1.007	0.79			
	1	1.00	1.03	1.09	1.006	0.79			
S3	5	1.14	1.03	1.00	1.008	0.79			
	4	1.14	1.03	1.14	1.008	0.79			
	3	1.10	1.03	1.00	1.008	0.79			
	2	1.71	1.03	1.00	1.009	0.79			
	1	1.00	1.03	1.09	1.007	0.79			
Análisis con Excentricidad Positiva en el eje Y									
S1	5	1.18	1.03	1.00	0.979	0.59			
	4	1.19	1.03	1.14	1.024	0.59			
	3	1.17	1.03	1.00	1.070	0.59			
	2	1.78	1.03	1.00	1.123	0.59			
	1	1.00	1.02	1.09	1.269	0.59			
S2	5	1.20	1.03	1.00	0.980	0.59			
	4	1.19	1.03	1.14	1.024	0.59			
	3	1.17	1.03	1.00	1.069	0.59			
	2	1.78	1.03	1.00	1.123	0.59			
	1	1.00	1.02	1.09	1.268	0.59			
S3	5	1.20	1.03	1.00	0.980	0.59			
	4	1.19	1.03	1.14	1.024	0.59			
	3	1.17	1.03	1.00	1.070	0.59			
	2	1.78	1.03	1.00	1.124	0.59			
	1	1.00	1.02	1.09	1.270	0.59			

**b. Cortante basal:** Considerando que la Norma Técnica E.030 del año 2018 establece que la fuerza cortante dinámica no puede ser menor que el 90% del valor calculado de la cortante estática para estructuras irregulares, se ha observado que, la edificación estudiada no cumple con lo establecido en la norma. Se hace el uso de los factores de corrección (FC) para cumplir con los mínimos señalados en este caso se amplifica este factor hasta un 9%, a fin de escalar todos los otros resultados obtenidos (cortantes dinámicas), excepto los desplazamientos.



Tabla 121. Cortante estática y cortante dinámica en los ejes X y Y de la edificación propuesta optimizada en forma de U - 13 paños

ELEVACIÓN		PLANTA		ANÁLISIS ESTÁTICO Y DINÁMICO DE LA EDIFICACIÓN EN FORMA DE U DE 13 PAÑOS POR NIVEL																		
		Factor Cortante	Z=	0.25	Ia=	1	Factor Cortante	Z=	0.25	Ia=	1	Factor Cortante	Z=	0.25	Ia=	1						
		Mínima(0.80 o 0.90)	U=	1	Ip=	0.9	Mínima(0.80 o 0.90)	U=	1	Ip=	0.9	Mínima(0.80 o 0.90)	U=	1	Ip=	0.9						
			S=	1	R=	7.2		S=	1.2	R=	7.2		S=	1.4	R=	7.2						
		0.9	C=	2.32	Tp=	0.4	0.9	C=	2.5	Tp=	0.6	0.9	C=	2.5	Tp=	1						
		Ro=	8	Tl=	2.5		Ro=	8	Tl=	2		Ro=	8	Tl=	1.6							
				SUELO TIPO S1				SUELO TIPO 2				SUELO TIPO 3										
Nº de Pisos	h Total de la Edif. (m)	T en el Eje X (s)	T en el Eje Y (s)	Peso Total (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)
1	3.00	0.10	0.10	201.90	17.53	17.53	17.53	16.20	15.77	15.77	21.03	21.03	21.03	19.44	18.93	18.93	24.54	24.54	24.54	22.69	22.08	22.08
2	5.70	0.17	0.18	404.92	35.15	35.15	31.33	30.31	31.63	31.63	42.18	42.18	37.60	36.38	37.96	37.96	49.21	49.21	43.86	42.44	44.29	44.29
3	8.40	0.26	0.28	607.94	52.77	52.77	45.38	44.32	47.50	47.50	63.33	63.33	54.46	53.18	56.99	56.99	73.88	73.88	63.54	62.04	66.49	66.49
4	11.10	0.35	0.38	810.96	70.40	70.40	59.44	58.41	63.36	63.36	84.48	84.48	71.32	70.10	76.03	76.03	98.55	98.55	83.21	81.78	88.70	88.70
5	13.80	0.43	0.48	1008.24	81.22	73.69	68.66	61.39	73.10	66.32	105.03	105.03	87.71	86.48	94.52	94.52	122.53	122.53	102.33	100.90	110.28	110.28

Factor de Corrección que Multiplica la Aceleración Espectral	Nº de Pisos	Suelo S1		Suelo S2		Suelo S3	
		FC X	FC Y	FC X	FC Y	FC X	FC Y
		1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	1.01	1.04	1.01	1.04	1.01	1.04	
3	1.05	1.07	1.05	1.07	1.05	1.07	
4	1.07	1.08	1.07	1.08	1.07	1.08	
5	1.06	1.08	1.08	1.09	1.08	1.09	

c. Deriva de entrepiso: La edificación propuesta en forma de U de 13 paños optimizada cumple los parámetros de distorsión de entrepiso.

Tabla 122. Derivas de entrepiso máximas en los ejes "X" y "Y" de la edificación propuesta optimizada en forma de U - 13 paños

		ANÁLISIS DE DERIVAS DE ENTREPISO DE EDIFICACIÓN EN FORMA DE U DE 13 PAÑOS											
e (+)		Excentricidad positiva											
		Suelo tipo S1				Suelo tipo S2				Suelo tipo S3			
		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R	
Niveles de la Edificación	Alturas (m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)
1	3.00	0.20	0.25	0.0004	0.0005	0.24	0.30	0.0005	0.0006	0.28	0.35	0.0006	0.0007
2	2.70	0.81	1.02	0.0010	0.0012	0.97	1.23	0.0012	0.0015	1.13	1.43	0.0013	0.0017
	3.00	0.39	0.48	0.0008	0.0010	0.46	0.58	0.0009	0.0012	0.54	0.68	0.0011	0.0014
3	2.70	1.89	2.39	0.0011	0.0015	2.26	2.87	0.0014	0.0018	2.64	3.34	0.0016	0.0021
	2.70	1.39	1.74	0.0018	0.0022	1.67	2.09	0.0021	0.0027	1.95	2.44	0.0025	0.0031
	3.00	0.61	0.76	0.0012	0.0016	0.74	0.91	0.0015	0.0019	0.86	1.07	0.0018	0.0022
4	2.70	3.42	4.31	0.0013	0.0017	4.11	5.17	0.0015	0.0020	4.79	6.03	0.0018	0.0023
	2.70	2.88	3.59	0.0020	0.0026	3.45	4.31	0.0024	0.0031	4.03	5.03	0.0028	0.0036
	2.70	1.99	2.47	0.0026	0.0033	2.39	2.96	0.0032	0.0039	2.79	3.45	0.0037	0.0046
	3.00	0.84	1.03	0.0017	0.0021	1.00	1.23	0.0020	0.0025	1.17	1.44	0.0024	0.0029
5	2.70	5.05	5.71	0.0012	0.0015	6.46	8.09	0.0016	0.0021	7.53	9.43	0.0018	0.0025
	2.70	4.52	5.08	0.0021	0.0024	5.78	7.19	0.0026	0.0034	6.74	8.39	0.0031	0.0039
	2.70	3.61	4.04	0.0028	0.0031	4.62	5.72	0.0035	0.0044	5.39	6.68	0.0041	0.0052
	2.70	2.41	2.67	0.0032	0.0036	3.08	3.77	0.0041	0.0051	3.59	4.40	0.0048	0.0059
	3.00	0.99	1.09	0.0020	0.0022	1.26	1.54	0.0026	0.0031	1.47	1.79	0.0030	0.0037

**4.6.6 Edificación propuesta en forma de U de 12 paños optimizada:** A través del análisis de las características relevantes del edificio para el comportamiento sísmico, se ha determinado que la edificación cumple la relación de límite de esbeltez.

**a. Irregularidad:** La edificación propuesta en forma de U de 12 paños optimizada presenta irregularidad de esquina entrante.

Tabla 123. Análisis por irregularidad y tipo de suelo edificación propuesta optimizada en forma de U – 12 paños

		ANÁLISIS POR IRREGULARIDAD, TIPO DE SUELO Y NIVELES DE U DE 12 PAÑOS							
		Análisis con Excentricidad Positiva en el eje X							
		Ia (Altura)			Ip (Planta)				
Factor de Irregularidad		0.75	0.5	0.75	0.5	0.9	0.75	0.6	0.9
Límite del FR		<0.7	<0.6	<0.8	<0.65	>1.5	>1.3	>1.5	>0.2
Tipo de Suelo	Análisis por Nivel	Rigidez-Piso Blando y Extrema de Rigidez	Resistencia-Piso Debil y Extrema de Resistencia	Masa o Peso	Torsional y Torsional Extrema	Esquina Entrante			
S1	5	1.14	1.03	1.00	1.011	0.33			
	4	1.15	1.03	1.13	1.012	0.33			
	3	1.12	1.03	1.00	1.010	0.33			
	2	1.77	1.03	1.00	1.011	0.33			
	1	1.00	1.03	1.09	1.007	0.33			
S2	5	1.15	1.03	1.00	1.010	0.33			
	4	1.15	1.03	1.13	1.011	0.33			
	3	1.12	1.03	1.00	1.010	0.33			
	2	1.78	1.03	1.00	1.010	0.33			
	1	1.00	1.03	1.09	1.008	0.33			
S3	5	1.15	1.03	1.00	1.011	0.33			
	4	1.15	1.03	1.13	1.012	0.33			
	3	1.12	1.03	1.00	1.010	0.33			
	2	1.78	1.03	1.00	1.010	0.33			
	1	1.00	1.03	1.09	1.007	0.33			
		Análisis con Excentricidad Positiva en el eje Y							
S1	5	1.15	1.03	1.00	1.046	0.59			
	4	1.16	1.03	1.13	1.067	0.59			
	3	1.14	1.03	1.00	1.087	0.59			
	2	1.80	1.03	1.00	1.104	0.59			
	1	1.00	1.03	1.09	1.172	0.59			
S2	5	1.17	1.03	1.00	1.046	0.59			
	4	1.16	1.03	1.13	1.067	0.59			
	3	1.14	1.03	1.00	1.086	0.59			
	2	1.80	1.03	1.00	1.103	0.59			
	1	1.00	1.03	1.09	1.175	0.59			
S3	5	1.17	1.03	1.00	1.047	0.59			
	4	1.16	1.03	1.13	1.067	0.59			
	3	1.14	1.03	1.00	1.087	0.59			
	2	1.80	1.03	1.00	1.104	0.59			
	1	1.00	1.03	1.09	1.173	0.59			

**b. Cortante basal:** Considerando que la Norma Técnica E.030 del año 2018 establece que la fuerza cortante dinámica no puede ser menor que el 90% del valor calculado de la cortante estática para estructuras irregulares, se ha observado que, la edificación estudiada no cumple con lo establecido en la norma. Se hace el uso de los factores de corrección (FC) para cumplir con los mínimos señalados en este caso se amplifica este factor hasta un 10%, a fin de escalar todos los otros resultados obtenidos (cortantes dinámicas), excepto los desplazamientos.



Tabla 124. Cortante estática y cortante dinámica en los ejes X y Y de la edificación propuesta optimizada en forma de U – 12 paños

ELEVACIÓN		PLANTA		ANÁLISIS ESTÁTICO Y DINÁMICO DE LA EDIFICACIÓN EN FORMA DE U DE 12 PAÑOS POR NIVEL																							
				Factor Cortante				Z= 0.25				la= 1				Factor Cortante				Z= 0.25				la= 1			
				Mínima(0.80 o 0.90)				U= 1				Ip= 0.9				Mínima(0.80 o 0.90)				U= 1				Ip= 0.9			
				0.9				S= 1				R= 7.2				0.9				S= 1.4				R= 7.2			
				Ro= 8				Tp= 0.4				Ti= 2.5				0.9				C= 2.5				Tp= 1			
				SUELO TIPO S1				SUELO TIPO 2				SUELO TIPO 3															
N° de Pisos	h Total de la Edif. (m)	T en el Eje X (s)	T en el Eje Y (s)	Peso Total (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)					
1	3.00	0.10	0.10	178.95	15.53	15.53	15.53	14.84	13.98	13.98	18.64	18.64	18.64	17.81	16.78	16.78	21.75	21.75	21.75	20.78	19.57	19.57					
2	5.70	0.18	0.18	356.74	30.97	30.97	27.41	26.80	27.87	27.87	37.16	37.16	32.90	32.16	33.44	33.44	43.35	43.35	38.38	37.52	39.02	39.02					
3	8.40	0.27	0.27	534.54	46.40	46.40	39.64	38.92	41.76	41.76	55.68	55.68	47.57	46.70	50.11	50.11	64.96	64.96	55.50	54.48	58.47	58.47					
4	11.10	0.36	0.37	712.34	61.84	61.84	51.90	51.14	55.65	55.65	74.20	74.20	62.28	61.36	66.78	66.78	86.57	86.57	72.66	71.59	77.91	77.91					
5	13.80	0.46	0.46	884.85	67.53	66.21	56.87	54.94	60.78	59.59	92.17	92.17	76.55	75.64	82.95	82.95	107.53	107.53	89.31	88.25	96.78	96.78					

Factor de Corrección que Multiplica la Aceleración Espectral	N° de Pisos	Suelo S1		Suelo S2		Suelo S3	
		FC X	FC Y	FC X	FC Y	FC X	FC Y
		1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	1.02	1.04	1.02	1.04	1.02	1.04	
3	1.05	1.07	1.05	1.07	1.05	1.07	
4	1.07	1.09	1.07	1.09	1.07	1.09	
5	1.07	1.08	1.08	1.10	1.08	1.10	

c. Deriva de entrepiso: La edificación propuesta en forma de U de 12 paños optimizada cumple los parámetros de distorsión de entrepiso.

Tabla 125. Derivas de entrepiso máximas en los ejes X y Y de la edificación propuesta optimizada en forma de U – 12 paños

		ANÁLISIS DE DERIVAS DE ENTREPISO DE EDIFICACIÓN EN FORMA DE U DE 12 PAÑOS											
e (+)		Excentricidad positiva											
		Suelo tipo S1				Suelo tipo S2				Suelo tipo S3			
		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R	
Niveles de la Edificación	Alturas (m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)
1	3.00	0.22	0.23	0.0004	0.0005	0.26	0.28	0.0005	0.0006	0.30	0.33	0.0006	0.0007
	2.70	0.90	0.97	0.0011	0.0012	1.08	1.16	0.0013	0.0014	1.26	1.35	0.0015	0.0016
2	3.00	0.42	0.45	0.0009	0.0009	0.50	0.54	0.0010	0.0011	0.58	0.63	0.0012	0.0013
	2.70	2.12	2.28	0.0013	0.0014	2.54	2.73	0.0016	0.0017	2.97	3.19	0.0018	0.0020
3	2.70	1.55	1.66	0.0020	0.0021	1.86	1.99	0.0024	0.0026	2.17	2.32	0.0028	0.0030
	3.00	0.67	0.71	0.0014	0.0015	0.80	0.86	0.0016	0.0017	0.93	1.00	0.0019	0.0020
4	2.70	3.87	4.13	0.0015	0.0016	4.64	4.96	0.0018	0.0019	5.42	5.79	0.0021	0.0022
	2.70	3.23	3.45	0.0023	0.0025	3.88	4.14	0.0028	0.0030	4.52	4.83	0.0032	0.0035
5	2.70	2.22	2.37	0.0030	0.0032	2.66	2.84	0.0036	0.0038	3.11	3.31	0.0042	0.0044
	3.00	0.91	0.97	0.0019	0.0020	1.09	1.17	0.0022	0.0024	1.27	1.36	0.0026	0.0028
5	2.70	5.43	5.63	0.0014	0.0014	7.33	7.79	0.0019	0.0020	8.56	9.09	0.0022	0.0023
	2.70	4.84	5.02	0.0023	0.0024	6.53	6.94	0.0031	0.0032	7.62	8.10	0.0036	0.0038
	2.70	3.85	4.00	0.0030	0.0031	5.20	5.53	0.0040	0.0043	6.07	6.45	0.0047	0.0050
	2.70	2.55	2.64	0.0035	0.0036	3.43	3.64	0.0047	0.0049	4.00	4.25	0.0054	0.0058
	3.00	1.02	1.06	0.0021	0.0022	1.38	1.46	0.0028	0.0030	1.61	1.71	0.0033	0.0035

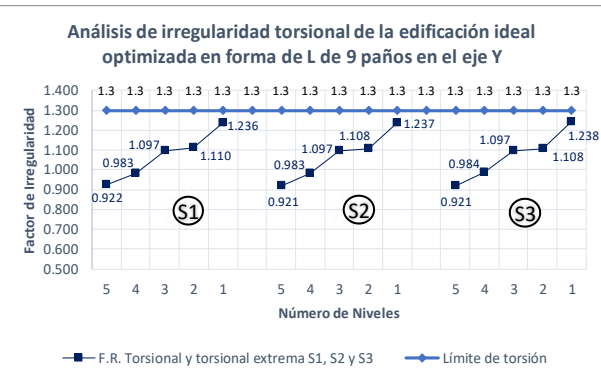
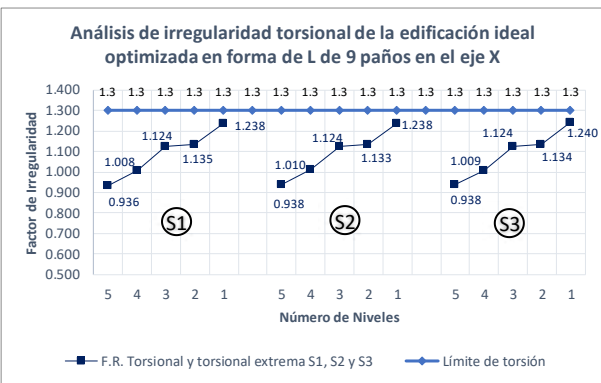


**4.6.7 Edificación propuesta en forma de L de 9 paños optimizada:** A través del análisis de las características relevantes del edificio para el comportamiento sísmico, se ha determinado que la edificación no cumple las relaciones de límite de lado y esbeltez.

**a. Irregularidad:** La edificación propuesta en forma de L de 9 paños optimizada presenta irregularidad de esquina entrante.

Tabla 126. Análisis por irregularidad y tipo de suelo edificación propuesta optimizada en forma de L – 9 paños

ANÁLISIS POR IRREGULARIDAD, TIPO DE SUELO Y NIVELES DE L DE 9 PAÑOS						
Análisis con Excentricidad Positiva en el eje X						
		Ia (Altura)			Ip (Planta)	
Factor de Irregularidad		0.75	0.5	0.75	0.5	0.9
Límite del FR		<0.7	<0.6	<0.8	<0.65	>1.5
Tipo de Suelo	Análisis por Nivel	Rigidez-Piso Blando y Extrema de Rigidez	Resistencia-Piso Debil y Extrema de Resistencia	Masa o Peso	Torsional y Torsional Extrema	Esquina Entrante
S1	5	1.17	1.03	1.00	0.936	0.80
	4	1.15	1.03	1.14	1.008	0.80
	3	1.09	1.03	1.00	1.124	0.80
	2	1.61	1.03	1.00	1.135	0.80
	1	1.00	1.03	1.09	1.238	0.80
S2	5	1.17	1.03	1.00	0.938	0.80
	4	1.15	1.03	1.14	1.010	0.80
	3	1.09	1.03	1.00	1.124	0.80
	2	1.61	1.03	1.00	1.133	0.80
	1	1.00	1.03	1.09	1.238	0.80
S3	5	1.17	1.03	1.00	0.938	0.80
	4	1.15	1.03	1.14	1.009	0.80
	3	1.09	1.03	1.00	1.124	0.80
	2	1.61	1.03	1.00	1.134	0.80
	1	1.00	1.03	1.09	1.240	0.80
Análisis con Excentricidad Positiva en el eje Y						
S1	5	1.16	1.03	1.00	0.922	0.80
	4	1.16	1.03	1.14	0.983	0.80
	3	1.11	1.03	1.00	1.097	0.80
	2	1.64	1.03	1.00	1.110	0.80
	1	1.00	1.03	1.09	1.236	0.80
S2	5	1.17	1.03	1.00	0.921	0.80
	4	1.16	1.03	1.14	0.983	0.80
	3	1.11	1.03	1.00	1.097	0.80
	2	1.65	1.03	1.00	1.108	0.80
	1	1.00	1.03	1.09	1.237	0.80
S3	5	1.17	1.03	1.00	0.921	0.80
	4	1.16	1.03	1.14	0.984	0.80
	3	1.11	1.03	1.00	1.097	0.80
	2	1.65	1.03	1.00	1.108	0.80
	1	1.00	1.03	1.09	1.238	0.80



**b. Cortante basal:** Considerando que la Norma Técnica E.030 del año 2018 establece que la fuerza cortante dinámica no puede ser menor que el 90% del valor calculado de la cortante estática para estructuras irregulares, se ha observado que, la edificación estudiada no cumple con lo establecido en la norma. Se hace el uso de los factores de corrección (FC) para cumplir con los mínimos señalados en este caso se amplifica este factor hasta un 8%, a fin de escalar todos los otros resultados obtenidos (cortantes dinámicas), excepto los desplazamientos.



Tabla 127. Cortante estática y cortante dinámica en los ejes X y Y de la edificación propuesta optimizada en forma de L – 9 paños

ELEVACIÓN		PLANTA		ANÁLISIS ESTÁTICO Y DINÁMICO DE LA EDIFICACIÓN EN FORMA DE L DE 9 PAÑOS POR NIVEL																		
		Factor Cortante Mínima(0.80 o 0.90)	Z=	0.25	la=	1	Factor Cortante Mínima(0.80 o 0.90)	Z=	0.25	la=	1	Factor Cortante Mínima(0.80 o 0.90)	Z=	0.25	la=	1						
			U=	1	lp=	0.9		U=	1	lp=	0.9		U=	1	lp=	0.9						
			S=	1	R=	7.2		S=	1.2	R=	7.2		S=	1.4	R=	7.2						
			C=	2.451	Tp=	0.4		C=	2.5	Tp=	0.6		C=	2.5	Tp=	1						
0.9		Ro=	8	Tl=	2.5	0.9		Ro=	8	Tl=	2	0.9		Ro=	8	Tl=	1.6					
				SUELO TIPO S1				SUELO TIPO 2				SUELO TIPO 3										
N° de Pisos	h Total de la Edif. (m)	T en el Eje X (s)	T en el Eje Y (s)	Peso Total (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)
1	3.00	0.09	0.09	144.40	12.53	12.53	11.38	11.45	11.28	11.28	15.04	15.04	13.65	13.74	13.54	13.54	17.55	17.55	15.93	16.03	15.79	15.79
2	5.70	0.16	0.17	289.90	25.16	25.16	21.79	21.91	22.65	22.65	30.20	30.20	26.15	26.29	27.18	27.18	35.23	35.23	30.50	30.67	31.71	31.71
3	8.40	0.26	0.27	435.41	37.80	37.80	31.39	31.58	34.02	34.02	45.36	45.36	37.67	37.89	40.82	40.82	52.91	52.91	43.95	44.21	47.62	47.62
4	11.10	0.33	0.34	580.92	50.43	50.43	42.39	42.45	45.38	45.38	60.51	60.51	50.87	50.94	54.46	54.46	70.60	70.60	59.35	59.43	63.54	63.54
5	13.80	0.41	0.42	722.46	61.48	59.30	51.41	49.86	55.34	53.37	75.26	75.26	62.82	62.78	67.73	67.73	87.80	87.80	73.29	73.24	79.02	79.02

Factor de Corrección que Multiplica la Aceleración Espectral	N° de Pisos	Suelo S1		Suelo S2		Suelo S3	
		FC X	FC Y	FC X	FC Y	FC X	FC Y
		1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	1.04	1.03	1.04	1.03	1.04	1.03	
3	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	
4	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	
5	1.08	1.07	1.08	1.08	1.08	1.08	

c. **Deriva de entrepiso:** La edificación propuesta en forma de L de 9 paños optimizada cumple los parámetros de distorsión de entrepiso.

Tabla 128. Derivas de entrepiso máximas en los ejes X y Y de la edificación propuesta optimizada en forma de L – 9 paños

ANÁLISIS DE DERIVAS DE ENTREPISO DE EDIFICACIÓN EN FORMA DE L DE 9 PAÑOS													
e (+)		Excentricidad positiva											
Niveles de la Edificación	Alturas (m)	Suelo tipo S1				Suelo tipo S2				Suelo tipo S3			
		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R	
		Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)
1	3.00	0.20	0.20	0.0004	0.0004	0.23	0.25	0.0005	0.0005	0.27	0.29	0.0006	0.0006
2	2.70	0.79	0.83	0.0009	0.0010	0.95	1.00	0.0011	0.0011	1.11	1.16	0.0013	0.0013
	3.00	0.40	0.41	0.0008	0.0008	0.48	0.49	0.0010	0.0010	0.56	0.58	0.0011	0.0012
3	2.70	2.08	2.21	0.0012	0.0013	2.50	2.65	0.0014	0.0016	2.92	3.09	0.0017	0.0018
	2.70	1.56	1.65	0.0020	0.0021	1.87	1.97	0.0023	0.0025	2.19	2.30	0.0027	0.0029
	3.00	0.70	0.73	0.0014	0.0015	0.84	0.88	0.0017	0.0018	0.98	1.02	0.0020	0.0021
4	2.70	3.20	3.38	0.0011	0.0012	3.84	4.05	0.0014	0.0015	4.48	4.73	0.0016	0.0017
	2.70	2.71	2.85	0.0018	0.0020	3.26	3.43	0.0022	0.0023	3.80	4.00	0.0026	0.0027
	2.70	1.91	2.00	0.0024	0.0026	2.29	2.40	0.0029	0.0031	2.68	2.80	0.0034	0.0036
	3.00	0.83	0.86	0.0017	0.0018	1.00	1.04	0.0020	0.0021	1.17	1.21	0.0024	0.0025
5	2.70	4.85	4.97	0.0013	0.0014	5.92	6.26	0.0016	0.0017	6.91	7.31	0.0018	0.0020
	2.70	4.35	4.46	0.0020	0.0021	5.32	5.62	0.0024	0.0027	6.21	6.55	0.0028	0.0031
	2.70	3.51	3.58	0.0026	0.0027	4.29	4.51	0.0032	0.0034	5.00	5.27	0.0037	0.0040
	2.70	2.37	2.41	0.0031	0.0032	2.90	3.04	0.0038	0.0040	3.38	3.55	0.0044	0.0046
3.00	1.01	1.02	0.0021	0.0021	1.24	1.28	0.0025	0.0026	1.44	1.50	0.0029	0.0031	



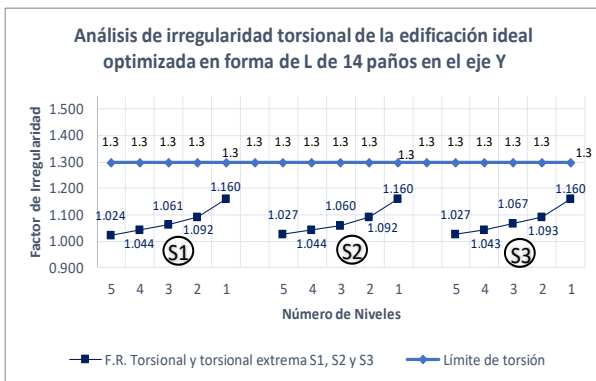
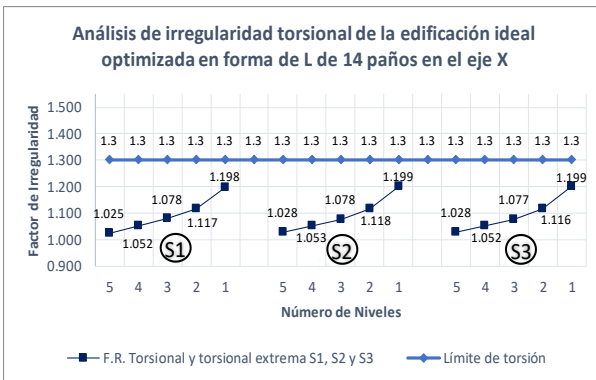


**4.6.8 Edificación propuesta en forma de L de 14 paños optimizada:** A través del análisis de las características relevantes del edificio para el comportamiento sísmico, se ha determinado que la edificación no cumple la relación de límite de lado, sin embargo, cumple el de esbeltez.

**a. Irregularidad:** La edificación propuesta en forma de L de 14 paños optimizada presenta irregularidad de esquina entrante.

Tabla 129. Análisis por irregularidad y tipo de suelo edificación propuesta optimizada en forma de L – 14 paños

ANÁLISIS POR IRREGULARIDAD, TIPO DE SUELO Y NIVELES DE L DE 14 PAÑOS						
Análisis con Excentricidad Positiva en el eje X						
		la (Altura)			lp (Planta)	
Factor de Irregularidad		0.75	0.5	0.75	0.5	0.9
Límite del FR		<0.7	<0.60	<0.80	<0.65	>1.5
Tipo de Suelo	Análisis por Nivel	Rigidez-Piso Blando y Extrema de Rigidez	Resistencia-Piso Debil y Extrema de Resistencia	Masa o Peso	Torsional y Torsional Extrema	Esquina Entrante
S1	5	1.12	1.03	1.00	1.025	0.40
	4	1.14	1.03	1.13	1.052	0.40
	3	1.09	1.03	1.00	1.078	0.40
	2	1.62	1.03	1.00	1.117	0.40
S2	1	1.00	1.03	1.09	1.198	0.40
	5	1.13	1.03	1.00	1.028	0.40
	4	1.14	1.03	1.13	1.053	0.40
	3	1.09	1.03	1.00	1.078	0.40
S3	2	1.62	1.03	1.00	1.116	0.40
	1	1.00	1.03	1.09	1.199	0.40
	5	1.13	1.03	1.00	1.028	0.40
	4	1.14	1.03	1.13	1.052	0.40
S3	3	1.09	1.03	1.00	1.077	0.40
	2	1.62	1.03	1.00	1.116	0.40
	1	1.00	1.03	1.09	1.199	0.40
	5	1.13	1.03	1.00	1.028	0.40
Análisis con Excentricidad Positiva en el eje Y						
S1	5	1.11	1.03	1.00	1.024	0.60
	4	1.14	1.03	1.13	1.044	0.60
	3	1.11	1.03	1.00	1.061	0.60
	2	1.66	1.03	1.00	1.092	0.60
S2	1	1.00	1.03	1.09	1.160	0.60
	5	1.13	1.03	1.00	1.027	0.60
	4	1.14	1.03	1.13	1.044	0.60
	3	1.11	1.03	1.00	1.060	0.60
S3	2	1.66	1.03	1.00	1.092	0.60
	1	1.00	1.03	1.09	1.160	0.60
	5	1.13	1.03	1.00	1.027	0.60
	4	1.14	1.03	1.13	1.043	0.60
S3	3	1.11	1.03	1.00	1.067	0.60
	2	1.66	1.03	1.00	1.093	0.60
	1	1.00	1.03	1.09	1.160	0.60



**b. Cortante basal:** Considerando que la Norma Técnica E.030 del año 2018 establece que la fuerza cortante dinámica no puede ser menor que el 90% del valor calculado de la cortante estática para estructuras irregulares, se ha observado que, la edificación estudiada no cumple con lo establecido en la norma. Se hace el uso de los factores de corrección (FC) para cumplir con los mínimos señalados en este caso se amplifica este factor hasta un 8%, a fin de escalar todos los otros resultados obtenidos (cortantes dinámicas), excepto los desplazamientos.



Tabla 130. Cortante estática y cortante dinámica en los ejes X y Y de la edificación propuesta optimizada en forma de L – 14 paños

ELEVACIÓN		PLANTA		ANÁLISIS ESTÁTICO Y DINÁMICO DE LA EDIFICACIÓN EN FORMA DE L DE 14 PAÑOS POR NIVEL																		
		Factor Cortante	Z=	0.25	la=	1	Factor Cortante	Z=	0.25	la=	1	Factor Cortante	Z=	0.25	la=	1						
		Mínima(0.80 o 0.90)	U=	1	lp=	0.9	Mínima(0.80 o 0.90)	U=	1	lp=	0.9	Mínima(0.80 o 0.90)	U=	1	lp=	0.9						
		0.9	S=	1	R=	7.2	S=	1.2	R=	7.2	S=	1.4	R=	7.2								
			C=	2.11	Tp=	0.4	C=	2.5	Tp=	0.6	C=	2.5	Tp=	1								
Ro=	8	Ti=	2.5	Ro=	8	Ti=	2	Ro=	8	Ti=	1.6											
				SUELO TIPO S1				SUELO TIPO 2				SUELO TIPO 3										
N° de Pisos	h Total de la Edif. (m)	T en el Eje X (s)	T en el Eje Y (s)	Peso Total (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)
1	3.00	0.11	0.11	204.78	17.78	17.78	17.15	17.20	16.00	16.00	21.33	21.33	20.58	20.64	19.20	19.20	24.89	24.89	24.01	24.08	22.40	22.40
2	5.70	0.19	0.20	406.84	35.32	35.32	31.07	31.02	31.78	31.78	42.38	42.38	37.28	37.23	38.14	38.14	49.44	49.44	43.50	43.43	44.50	44.50
3	8.40	0.28	0.29	608.90	52.86	52.86	45.15	45.06	47.57	47.57	63.43	63.43	54.18	54.07	57.08	57.08	74.00	74.00	63.21	63.08	66.60	66.60
4	11.10	0.38	0.39	810.96	70.40	70.40	59.22	59.09	63.36	63.36	84.48	84.48	71.07	70.91	76.03	76.03	98.55	98.55	82.91	82.73	88.70	88.70
5	13.80	0.47	0.49	1006.85	73.77	71.21	62.16	59.62	66.39	64.09	104.88	104.88	87.43	87.24	94.39	94.39	122.36	122.36	102.00	101.78	110.12	110.12

Factor de Corrección que Multiplica la Aceleración Espectral	N° de Pisos	Suelo S1		Suelo S2		Suelo S3	
		FC X	FC Y	FC X	FC Y	FC X	FC Y
1	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	2	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02
3	3	1.05	1.06	1.05	1.06	1.05	1.06
4	4	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07
5	5	1.07	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08

c. Deriva de entrepiso: La edificación propuesta en forma de L de 14 paños optimizada cumple los parámetros de distorsión de entrepiso.

Tabla 131. Derivas de entrepiso máximas en los ejes X y Y de la edificación propuesta optimizada en forma de L – 14 paños

ANÁLISIS DE DERIVAS DE ENTREPISO DE EDIFICACION EN FORMA DE L DE 14 PAÑOS													
e (+)		Excentricidad positiva											
		Suelo tipo S1				Suelo tipo S2				Suelo tipo S3			
		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R	
Niveles de la Edificación	Alturas (m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)
1	3.00	0.29	0.29	0.0006	0.0006	0.35	0.35	0.0007	0.0007	0.41	0.41	0.0008	0.0008
2	2.70	1.12	1.14	0.0013	0.0013	1.35	1.37	0.0015	0.0016	1.57	1.60	0.0018	0.0018
	3.00	0.56	0.56	0.0011	0.0011	0.67	0.67	0.0014	0.0014	0.79	0.79	0.0016	0.0016
3	2.70	2.54	2.61	0.0015	0.0015	3.05	3.13	0.0018	0.0018	3.56	3.65	0.0020	0.0021
	2.70	1.91	1.94	0.0024	0.0024	2.29	2.33	0.0028	0.0029	2.67	2.71	0.0033	0.0034
	3.00	0.87	0.88	0.0018	0.0018	1.05	1.05	0.0021	0.0021	1.22	1.22	0.0025	0.0025
4	2.70	4.51	4.66	0.0016	0.0017	5.41	5.59	0.0019	0.0020	6.31	6.52	0.0022	0.0024
	2.70	3.82	3.93	0.0026	0.0027	4.58	4.72	0.0031	0.0033	5.34	5.50	0.0036	0.0038
	2.70	2.68	2.74	0.0034	0.0035	3.22	3.29	0.0041	0.0043	3.75	3.84	0.0048	0.0050
	3.00	1.17	1.18	0.0024	0.0024	1.40	1.41	0.0029	0.0029	1.63	1.65	0.0033	0.0034
5	2.70	5.91	5.90	0.0014	0.0014	8.37	8.69	0.0020	0.0021	9.76	10.14	0.0023	0.0024
	2.70	5.32	5.30	0.0024	0.0024	7.52	7.80	0.0034	0.0035	8.78	9.10	0.0039	0.0041
	2.70	4.28	4.25	0.0032	0.0032	6.06	6.26	0.0045	0.0047	7.07	7.31	0.0052	0.0055
	2.70	2.89	2.86	0.0038	0.0038	4.09	4.20	0.0053	0.0055	4.77	4.90	0.0062	0.0064
	3.00	1.23	1.20	0.0025	0.0024	1.74	1.77	0.0035	0.0036	2.03	2.06	0.0041	0.0042

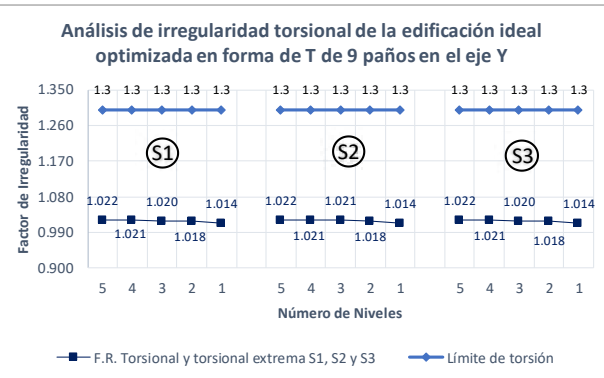
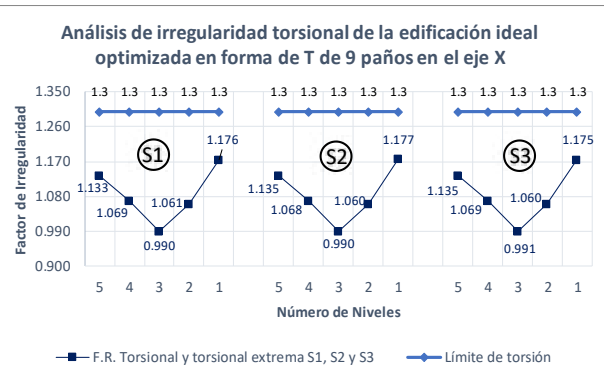


**4.6.9 Edificación propuesta en forma de T de 9 paños optimizada:** A través del análisis de las características relevantes del edificio para el comportamiento sísmico, se ha determinado que la edificación no cumple las relaciones de límite de lado y esbeltez.

**a. Irregularidad:** La edificación propuesta en forma de T de 9 paños optimizada presenta irregularidad de esquina entrante.

Tabla 132. Análisis por irregularidad y tipo de suelo edificación propuesta optimizada en forma de T – 9 paños

ANÁLISIS POR IRREGULARIDAD, TIPO DE SUELO Y NIVELES DE T DE 9 PAÑOS						
Análisis con Excentricidad Positiva en el eje X						
		Ia (Altura)			Ip (Planta)	
Factor de Irregularidad		0.75	0.5	0.75	0.5	0.9
Límite del FR		<0.7	<0.6	<0.8	<0.65	>1.3
Tipo de Suelo	Análisis por Nivel	Rigidez-Piso Blando y Extrema de Rigidez	Resistencia-Piso Debil y Extrema de Resistencia	Masa o Peso	Torsional y Torsional Extrema	Esquina Entrante
S1	5	1.18	1.02	1.00	1.133	0.40
	4	1.17	1.02	1.14	1.069	0.40
	3	1.14	1.02	1.00	0.990	0.40
	2	1.81	1.02	1.00	1.061	0.40
	1	1.00	1.02	1.09	1.176	0.40
S2	5	1.18	1.02	1.00	1.135	0.40
	4	1.17	1.02	1.14	1.068	0.40
	3	1.14	1.02	1.00	0.990	0.40
	2	1.80	1.02	1.00	1.060	0.40
	1	1.00	1.02	1.09	1.177	0.40
S3	5	1.18	1.02	1.00	1.135	0.40
	4	1.17	1.02	1.14	1.069	0.40
	3	1.14	1.02	1.00	0.991	0.40
	2	1.81	1.02	1.00	1.060	0.40
	1	1.00	1.02	1.09	1.175	0.40
Análisis con Excentricidad Positiva en el eje Y						
S1	5	1.18	1.03	1.00	1.022	0.79
	4	1.18	1.03	1.14	1.021	0.79
	3	1.16	1.03	1.00	1.020	0.79
	2	1.86	1.03	1.00	1.018	0.79
	1	1.00	1.03	1.09	1.014	0.79
S2	5	1.19	1.03	1.00	1.022	0.79
	4	1.18	1.03	1.14	1.021	0.79
	3	1.16	1.03	1.00	1.021	0.79
	2	1.86	1.03	1.00	1.018	0.79
	1	1.00	1.03	1.09	1.014	0.79
S3	5	1.19	1.03	1.00	1.022	0.79
	4	1.18	1.03	1.14	1.021	0.79
	3	1.16	1.03	1.00	1.020	0.79
	2	1.86	1.03	1.00	1.018	0.79
	1	1.00	1.03	1.09	1.014	0.79



**b. Cortante basal:** Considerando que la Norma Técnica E.030 del año 2018 establece que la fuerza cortante dinámica no puede ser menor que el 90% del valor calculado de la cortante estática para estructuras irregulares, se ha observado que, la edificación estudiada no cumple con lo establecido en la norma. Se hace el uso de los factores de corrección (FC) para cumplir con los mínimos señalados en este caso se amplifica este factor hasta un 9%, a fin de escalar todos los otros resultados obtenidos (cortantes dinámicas), excepto los desplazamientos.



Tabla 133. Cortante estática y cortante dinámica en los ejes X y Y de la edificación propuesta optimizada en forma de T – 9 paños

ELEVACIÓN		PLANTA		ANÁLISIS ESTÁTICO Y DINÁMICO DE LA EDIFICACIÓN EN FORMA DE T DE 9 PAÑOS POR NIVEL																												
		Factor Cortante				Z=	0.25	Ia=	1	Factor Cortante				Z=	0.25	Ia=	1	Factor Cortante				Z=	0.25	Ia=	1							
		Mínima(0.80 o 0.90)				U=	1	Ip=	0.9	Mínima(0.80 o 0.90)				U=	1	Ip=	0.9	Mínima(0.80 o 0.90)				U=	1	Ip=	0.9							
		0.9				S=	1	R=	7.2	0.9				S=	1.2	R=	7.2	0.9				S=	1.4	R=	7.2							
		0.9				C=	2.336	Tp=	0.4	0.9				C=	2.5	Tp=	0.6	0.9				C=	2.5	Tp=	1							
				Ro=				8	Ti=	2.5					Ro=				8	Ti=	2					Ro=				8	Ti=	1.6
				SUELO TIPO S1								SUELO TIPO 2								SUELO TIPO 3												
N° de Pisos	h Total de la Edif. (m)	T en el Eje X (s)	T en el Eje Y (s)	Peso Total (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)				
1	3.00	0.09	0.09	141.18	12.26	12.26	12.00	12.26	11.03	11.03	14.71	14.71	14.40	14.71	13.24	13.24	17.16	17.16	16.80	17.16	15.44	15.44	15.44	15.44	15.44	15.44	15.44	15.44				
2	5.70	0.17	0.17	283.76	24.63	24.63	21.62	21.64	22.17	22.17	29.56	29.56	25.94	25.97	26.60	26.60	34.48	34.48	30.27	30.29	31.04	31.04	31.04	31.04	31.04	31.04	31.04	31.04				
3	8.40	0.25	0.26	426.33	37.01	37.01	31.45	31.34	33.31	33.31	44.41	44.41	37.75	37.61	39.97	39.97	51.81	51.81	44.04	43.88	46.63	46.63	46.63	46.63	46.63	46.63	46.63	46.63				
4	11.10	0.34	0.35	568.90	49.38	49.38	41.28	41.09	44.45	44.45	59.26	59.26	49.54	49.30	53.33	53.33	69.14	69.14	57.80	57.52	62.22	62.22	62.22	62.22	62.22	62.22	62.22	62.22				
5	13.80	0.43	0.45	707.50	57.39	55.08	47.92	46.07	51.65	49.57	73.70	73.70	60.89	60.68	66.33	66.33	85.98	85.98	71.03	70.80	77.38	77.38	77.38	77.38	77.38	77.38	77.38	77.38				

Factor de Corrección que Multiplica la Aceleración Espectral	N° de Pisos	Suelo S1		Suelo S2		Suelo S3	
		FC X	FC Y	FC X	FC Y	FC X	FC Y
		1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	1.03	1.02	1.03	1.02	1.03	1.02	
3	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	
4	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	
5	1.08	1.08	1.09	1.09	1.09	1.09	

c. Deriva de entrepiso: La edificación propuesta en forma de T de 9 paños optimizada cumple los parámetros de distorsión de entrepiso.

Tabla 134. Derivas de entrepiso máximas en los ejes X y Y de la edificación propuesta optimizada en forma de T – 9 paños

ANÁLISIS DE DERIVAS DE ENTREPISO DE EDIFICACION EN FORMA DE T DE 9 PAÑOS													
e (+)		Excentricidad positiva											
Niveles de la Edificación	Alturas (m)	Suelo tipo S1				Suelo tipo S2				Suelo tipo S3			
		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R	
		Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)
1	3.00	0.19	0.18	0.0004	0.0004	0.23	0.21	0.0005	0.0004	0.27	0.25	0.0006	0.0005
2	2.70	0.80	0.81	0.0010	0.0010	0.96	0.98	0.0012	0.0012	1.12	1.14	0.0014	0.0014
	3.00	0.37	0.37	0.0008	0.0007	0.45	0.44	0.0009	0.0009	0.52	0.51	0.0011	0.0010
3	2.70	1.86	1.97	0.0012	0.0013	2.24	2.37	0.0014	0.0015	2.61	2.76	0.0016	0.0018
	2.70	1.37	1.42	0.0018	0.0019	1.64	1.70	0.0021	0.0022	1.91	1.98	0.0025	0.0026
	3.00	0.59	0.59	0.0012	0.0012	0.71	0.71	0.0014	0.0015	0.82	0.83	0.0017	0.0017
4	2.70	3.48	3.67	0.0014	0.0015	4.17	4.40	0.0017	0.0018	4.87	5.13	0.0020	0.0021
	2.70	2.85	3.03	0.0022	0.0022	3.42	3.64	0.0026	0.0027	3.99	4.24	0.0030	0.0031
	2.70	1.93	2.05	0.0026	0.0028	2.31	2.46	0.0031	0.0033	2.70	2.87	0.0037	0.0039
	3.00	0.79	0.82	0.0016	0.0017	0.95	0.98	0.0019	0.0020	1.11	1.15	0.0023	0.0023
5	2.70	5.51	5.33	0.0016	0.0014	7.02	7.04	0.0020	0.0019	8.19	8.21	0.0024	0.0022
	2.70	4.83	4.71	0.0024	0.0023	6.14	6.22	0.0031	0.0030	7.17	7.26	0.0036	0.0035
	2.70	3.77	3.72	0.0031	0.0030	4.80	4.91	0.0039	0.0039	5.60	5.73	0.0046	0.0046
	2.70	2.42	2.41	0.0034	0.0033	3.08	3.19	0.0043	0.0044	3.59	3.72	0.0050	0.0051
3.00	0.93	0.94	0.0019	0.0019	1.18	1.24	0.0024	0.0025	1.38	1.45	0.0028	0.0030	

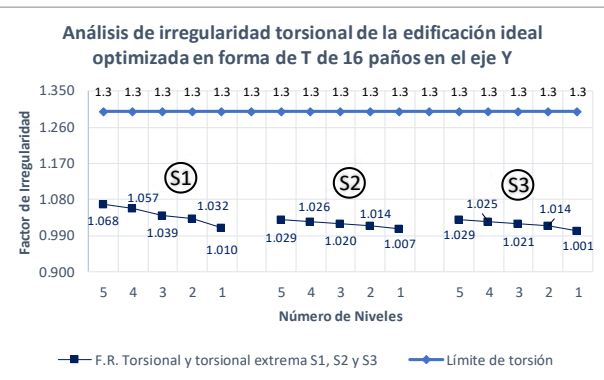
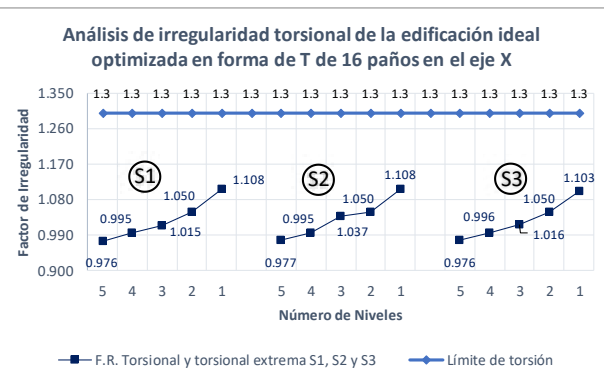


**4.6.10 Edificación propuesta en forma de T de 16 paños optimizada:** A través del análisis de las características relevantes del edificio para el comportamiento sísmico, se ha determinado que la edificación cumple las relaciones de límite de lado y esbeltez.

**a. Irregularidad:** La edificación propuesta en forma de T de 16 paños optimizada presenta irregularidad de esquina entrante.

Tabla 135. Análisis por irregularidad y tipo de suelo edificación propuesta optimizada en forma de T - 16 paños

ANÁLISIS POR IRREGULARIDAD, TIPO DE SUELO Y NIVELES DE T DE 16 PAÑOS						
Análisis con Excentricidad Positiva en el eje X						
		Ia (Altura)			Ip (Planta)	
Factor de Irregularidad		0.75	0.5	0.75	0.5	0.9
Límite del FR		<0.7	<0.6	<0.8	<0.65	>1.5
Tipo de Suelo		Rigidez-Piso Blando y Extrema de Rigidez		Masa o Peso	Torsional y Torsional Extrema	Esquina Entrante
Análisis por Nivel		Resistencia-Piso Debil y Extrema de Resistencia				
S1	5	1.12	1.03	1.00	0.976	0.40
	4	1.14	1.03	1.13	0.995	0.40
	3	1.09	1.03	1.00	1.015	0.40
	2	1.70	1.03	1.00	1.050	0.40
	1	1.00	1.03	1.09	1.108	0.40
S2	5	1.13	1.03	1.00	0.977	0.40
	4	1.14	1.03	1.13	0.995	0.40
	3	1.09	1.03	1.00	1.037	0.40
	2	1.69	1.03	1.00	1.050	0.40
	1	1.00	1.03	1.09	1.108	0.40
S3	5	1.13	1.03	1.00	0.976	0.40
	4	1.14	1.03	1.13	0.996	0.40
	3	1.09	1.03	1.00	1.016	0.40
	2	1.69	1.03	1.00	1.050	0.40
	1	1.00	1.03	1.09	1.103	0.40
Análisis con Excentricidad Positiva en el eje Y						
S1	5	1.12	1.03	1.00	1.068	0.60
	4	1.15	1.03	1.13	1.057	0.60
	3	1.12	1.03	1.00	1.039	0.60
	2	1.75	1.03	1.00	1.032	0.60
	1	1.00	1.03	1.09	1.010	0.60
S2	5	1.14	1.03	1.00	1.029	0.60
	4	1.15	1.03	1.13	1.026	0.60
	3	1.12	1.03	1.00	1.020	0.60
	2	1.75	1.03	1.00	1.014	0.60
	1	1.00	1.03	1.09	1.007	0.60
S3	5	1.14	1.03	1.00	1.029	0.60
	4	1.15	1.03	1.13	1.025	0.60
	3	1.12	1.03	1.00	1.021	0.60
	2	1.75	1.03	1.00	1.014	0.60
	1	1.00	1.03	1.09	1.001	0.60



**b. Cortante basal:** Considerando que la Norma Técnica E.030 del año 2018 establece que la fuerza cortante dinámica no puede ser menor que el 90% del valor calculado de la cortante estática para estructuras irregulares, se ha observado que, la edificación estudiada no cumple con lo establecido en la norma. Se hace el uso de los factores de corrección (FC) para cumplir con los mínimos señalados en este caso se amplifica este factor hasta un 8%, a fin de escalar todos los otros resultados obtenidos (cortantes dinámicas), excepto los desplazamientos.



Tabla 136 Cortante estática y cortante dinámica en los ejes X y Y de la edificación propuesta optimizada en forma de T – 16 paños

ELEVACIÓN		PLANTA		ANÁLISIS ESTÁTICO Y DINÁMICO DE LA EDIFICACIÓN EN FORMA DE CRUZ DE 16 PAÑOS POR NIVEL																		
		Factor Cortante	Z=	0.25	la=	1	Factor Cortante	Z=	0.25	la=	1	Factor Cortante	Z=	0.25	la=	1						
		Mínima(0.80 o 0.90)	U=	1	lp=	0.9	Mínima(0.80 o 0.90)	U=	1	lp=	0.9	Mínima(0.80 o 0.90)	U=	1	lp=	0.9						
		0.9	S=	1	R=	7.2	S=	1.2	R=	7.2	S=	1.4	R=	7.2								
			C=	2.041	Tp=	0.4	C=	2.5	Tp=	0.6	C=	2.5	Tp=	1								
Ro=	8	Tl=	2.5	Ro=	8	Tl=	2	Ro=	8	Tl=	1.6											
				SUELO TIPO S1				SUELO TIPO 2				SUELO TIPO 3										
N° de Pisos	h Total de la Edif. (m)	T en el Eje X (s)	T en el Eje Y (s)	Peso Total (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)
1	3.00	0.10	0.11	233.83	20.30	20.30	20.13	20.30	18.27	18.27	24.36	24.36	24.15	24.36	21.92	21.92	28.42	28.42	28.18	28.42	25.58	25.58
2	5.70	0.19	0.19	464.50	40.32	40.32	35.81	35.76	36.29	36.29	48.39	48.39	42.97	42.92	43.55	43.55	56.45	56.45	50.14	50.07	50.80	50.80
3	8.40	0.28	0.29	695.17	60.34	60.34	51.80	51.61	54.31	54.31	72.41	72.41	62.16	61.94	65.17	65.17	84.48	84.48	72.51	72.26	76.03	76.03
4	11.10	0.37	0.39	925.84	80.37	80.37	67.80	67.51	72.33	72.33	96.44	96.44	81.36	81.02	86.80	86.80	112.52	112.52	94.92	94.52	101.26	101.26
5	13.80	0.47	0.49	1149.45	85.85	81.46	72.67	68.43	77.26	73.31	119.73	119.73	99.97	99.54	107.76	107.76	139.69	139.69	116.63	116.13	125.72	125.72

Factor de Corrección que Multiplica la Aceleración	N° de Pisos	Suelo S1		Suelo S2		Suelo S3	
		FC X	FC Y	FC X	FC Y	FC X	FC Y
		1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	
3	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	
4	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	
5	1.06	1.07	1.08	1.08	1.08	1.08	

c. Deriva de entrepiso: La edificación propuesta en forma de T de 16 paños optimizada cumple con los parámetros de distorsión de entrepiso.

Tabla 137. Derivas de entrepiso máximas en los ejes X y Y de la edificación propuesta en forma de T - 16 paños

		ANÁLISIS DE DERIVAS DE ENTREPISO DE EDIFICACION EN FORMA DE T DE 16 PAÑOS											
e (+)		Excentricidad positiva											
		Suelo tipo S1				Suelo tipo S2				Suelo tipo S3			
		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R	
Niveles de la Edificación	Alturas (m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)
1	3.00	0.26	0.25	0.0005	0.0005	0.31	0.30	0.0006	0.0006	0.36	0.35	0.0007	0.0007
	2.70	1.00	1.05	0.0012	0.0013	1.20	1.26	0.0014	0.0015	1.40	1.47	0.0017	0.0018
2	3.00	0.48	0.49	0.0010	0.0010	0.58	0.59	0.0012	0.0012	0.68	0.69	0.0014	0.0014
	2.70	2.29	2.48	0.0014	0.0015	2.75	2.98	0.0016	0.0018	3.21	3.47	0.0019	0.0022
3	2.70	1.70	1.81	0.0022	0.0023	2.04	2.17	0.0026	0.0028	2.39	2.53	0.0030	0.0033
	3.00	0.76	0.78	0.0015	0.0016	0.91	0.94	0.0018	0.0019	1.06	1.09	0.0022	0.0022
4	2.70	4.09	4.53	0.0015	0.0017	4.91	5.44	0.0018	0.0021	5.73	6.35	0.0021	0.0024
	2.70	3.45	3.78	0.0024	0.0027	4.14	4.54	0.0029	0.0032	4.83	5.30	0.0033	0.0038
5	2.70	2.41	2.60	0.0032	0.0035	2.89	3.12	0.0038	0.0042	3.37	3.63	0.0044	0.0049
	3.00	1.02	1.07	0.0021	0.0022	1.22	1.28	0.0025	0.0026	1.42	1.50	0.0029	0.0031
5	2.70	5.52	5.87	0.0014	0.0015	7.61	8.59	0.0019	0.0022	8.88	10.02	0.0022	0.0025
	2.70	4.95	5.23	0.0023	0.0025	6.83	7.65	0.0031	0.0036	7.97	8.93	0.0036	0.0042
	2.70	3.97	4.17	0.0030	0.0032	5.48	6.10	0.0041	0.0047	6.40	7.11	0.0048	0.0055
	2.70	2.66	2.75	0.0035	0.0037	3.68	4.02	0.0049	0.0054	4.29	4.69	0.0057	0.0064
3.00	1.10	1.11	0.0023	0.0023	1.52	1.62	0.0031	0.0033	1.78	1.89	0.0036	0.0038	

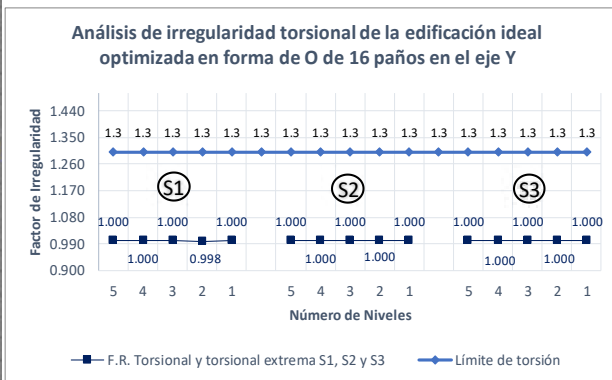
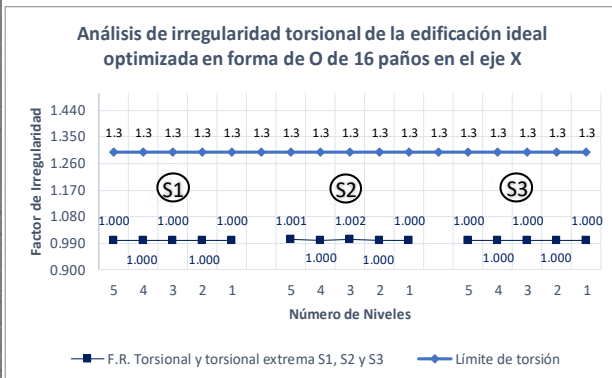


**4.6.11 Edificación propuesta en forma de O de 16 paños optimizada:** A través del análisis de las características relevantes del edificio para el comportamiento sísmico, se ha determinado que la edificación cumple las relaciones de límite de lado y esbeltez.

**a. Irregularidad:** La edificación propuesta en forma de O de 16 paños optimizada no presenta irregularidades.

Tabla 138. Análisis por irregularidad y tipo de suelo edificación propuesta optimizada en forma de O - 16 paños

Factor de Irregularidad		ANÁLISIS POR IRREGULARIDAD, TIPO DE SUELO Y NIVELES DE O DE 16 PAÑOS							
		Análisis con Excentricidad Positiva en el eje X				Análisis con Excentricidad Positiva en el eje Y			
Límite del FR		Ia (Albura)				Ip (Planta)			
		0.75	0.5	0.75	0.5	0.9	0.75	0.5	0.85
		<0.7	<0.6	<0.8	<0.65	>1.5	>1.3	>1.5	>0.5
Tipo de Suelo	Análisis por Nivel	Rigidez Piso Blando y Extrema de Rigidez	Resistencia Piso Débil y Extrema de Resistencia	Masa o Peso	Torsional Y Torsional Extrema	Discontinuidad de Diafragma			
S1	5	1.12	1.03	1.00	1.000	0.35			
	4	1.14	1.03	1.13	1.000	0.35			
	3	1.09	1.03	1.00	1.000	0.35			
	2	1.59	1.03	1.00	1.000	0.35			
	1	1.00	1.03	1.09	1.000	0.35			
S2	5	1.13	1.03	1.00	1.001	0.35			
	4	1.14	1.03	1.13	1.000	0.35			
	3	1.09	1.03	1.00	1.002	0.35			
	2	1.60	1.03	1.00	1.000	0.35			
	1	1.00	1.03	1.09	1.000	0.35			
S3	5	1.13	1.03	1.00	1.000	0.35			
	4	1.14	1.03	1.13	1.000	0.35			
	3	1.09	1.03	1.00	1.000	0.35			
	2	1.60	1.03	1.00	1.000	0.35			
	1	1.00	1.03	1.09	1.000	0.35			



**b. Cortante basal:** Considerando que la Norma Técnica E.030 establece que la fuerza cortante dinámica no puede ser menor que el 80% del valor calculado de la cortante estática para estructuras regulares, se ha observado que, la edificación estudiada sí cumple con lo establecido en la norma y no es necesario aplicar los factores de corrección.



Tabla 139. Cortante estática y cortante dinámica en los ejes X y Y de la edificación propuesta en forma de O – 16 paños

ELEVACIÓN		PLANTA		ANÁLISIS ESTÁTICO Y DINÁMICO DE LA EDIFICACIÓN EN FORMA DE O DE 16 PAÑOS POR NIVEL																		
		Factor Cortante	Z=	0.25	Ia=	1	Factor Cortante	Z=	0.25	Ia=	1	Factor Cortante	Z=	0.25	Ia=	1						
		Mínima(0.80 o 0.90)	U=	1	Ip=	1	Mínima(0.80 o 0.90)	U=	1	Ip=	1	Mínima(0.80 o 0.90)	U=	1	Ip=	1						
			S=	1	R=	8		S=	1.2	R=	8		S=	1.4	R=	8						
		0.8	C=	2.183	Tp=	0.4	0.8	C=	2.5	Tp=	0.6	0.8	C=	2.5	Tp=	1						
		Ro=	8	Tl=	2.5			Ro=	8	Tl=	2			Ro=	8	Tl=	1.6					
				SUELO TIPO S1				SUELO TIPO 2				SUELO TIPO 3										
N° de Pisos	h Total de la Edif. (m)	T en el Eje X (s)	T en el Eje Y (s)	Peso Total (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)
1	3.00	0.10	0.11	244.13	19.07	19.07	19.07	19.07	15.26	15.26	22.89	22.89	22.89	22.89	18.31	18.31	26.70	26.70	26.70	26.70	21.36	21.36
2	5.70	0.19	0.19	487.74	38.10	38.10	34.31	34.14	30.48	30.48	45.73	45.73	41.17	40.96	36.58	36.58	53.35	53.35	48.03	47.79	42.68	42.68
3	8.40	0.28	0.29	731.35	57.14	57.14	49.53	49.27	45.71	45.71	68.56	68.56	59.44	59.13	54.85	54.85	79.99	79.99	69.34	68.98	63.99	63.99
4	11.10	0.39	0.41	974.96	76.17	73.58	64.48	62.38	60.94	58.86	91.40	91.40	77.37	76.95	73.12	73.12	106.64	106.64	90.61	90.19	85.31	85.31
5	13.80	0.46	0.48	1211.51	82.65	78.56	70.39	66.51	66.12	62.85	113.58	113.58	95.34	94.96	90.86	90.86	132.51	132.51	111.23	110.78	106.01	106.01

c. Deriva de entrepiso: La edificación propuesta en forma de O de 16 paños optimizada cumple con los parámetros de distorsión de entrepiso.

Tabla 140. Derivas de entrepiso máximas en los ejes X y Y de la edificación propuesta optimizada en forma de O - 16 paños

e (+)		ANÁLISIS DE DERIVAS DE ENTREPISO DE EDIFICACION EN FORMA DE O DE 16 PAÑOS											
		Excentricidad positiva											
		Suelo tipo S1				Suelo tipo S2				Suelo tipo S3			
		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R	
Niveles de la Edificación	Alturas (m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)
1	3.00	0.21	0.23	0.0004	0.0005	0.26	0.27	0.0005	0.0005	0.30	0.32	0.0006	0.0006
	2.70	0.84	0.91	0.0009	0.0010	1.01	1.09	0.0011	0.0012	1.18	1.27	0.0013	0.0015
2	3.00	0.42	0.44	0.0008	0.0009	0.50	0.53	0.0010	0.0011	0.58	0.62	0.0012	0.0012
	2.70	1.93	2.12	0.0011	0.0012	2.32	2.54	0.0013	0.0015	2.71	2.96	0.0016	0.0017
3	2.70	1.44	1.56	0.0018	0.0019	1.73	1.87	0.0021	0.0023	2.02	2.18	0.0025	0.0027
	3.00	0.65	0.70	0.0013	0.0014	0.79	0.84	0.0016	0.0017	0.92	0.98	0.0018	0.0020
4	2.70	3.99	4.30	0.0014	0.0016	4.79	5.31	0.0017	0.0020	4.88	5.36	0.0017	0.0020
	2.70	3.36	3.60	0.0023	0.0025	4.03	4.44	0.0028	0.0031	4.11	4.50	0.0028	0.0031
5	2.70	2.33	2.48	0.0030	0.0032	2.80	3.06	0.0036	0.0040	2.87	3.12	0.0036	0.0040
	3.00	0.99	1.03	0.0020	0.0021	1.19	1.28	0.0024	0.0026	1.24	1.33	0.0025	0.0027
5	2.70	4.82	5.04	0.0012	0.0012	6.55	7.22	0.0016	0.0017	7.64	8.42	0.0018	0.0020
	2.70	4.32	4.50	0.0019	0.0020	5.87	6.45	0.0026	0.0029	6.85	7.53	0.0031	0.0034
5	2.70	3.47	3.60	0.0026	0.0027	4.71	5.16	0.0035	0.0039	5.49	6.02	0.0040	0.0045
	2.70	2.33	2.40	0.0030	0.0031	3.16	3.44	0.0041	0.0045	3.68	4.01	0.0047	0.0052
5	3.00	0.98	1.00	0.0020	0.0020	1.33	1.43	0.0027	0.0029	1.56	1.67	0.0031	0.0033



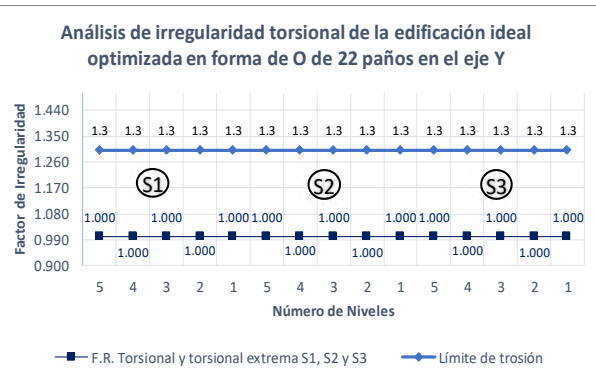
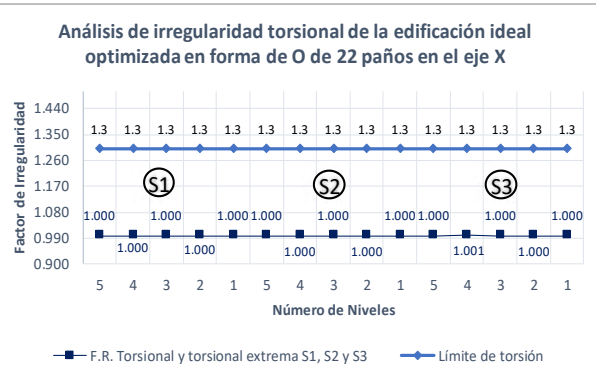


**4.6.12 Edificación propuesta en forma de O de 22 paños optimizada:** A través del análisis de las características relevantes del edificio para el comportamiento sísmico, se ha determinado que la edificación cumple las relaciones de límite de lado y esbeltez.

**a. Irregularidad:** La edificación propuesta en forma de O de 22 paños optimizada no presenta irregularidades.

Tabla 141. Análisis por irregularidad y tipo de suelo edificación propuesta optimizada en forma de O - 22 paños

ANÁLISIS POR IRREGULARIDAD, TIPO DE SUELO Y NIVELES DE O DE 22 PAÑOS						
Análisis con Excentricidad Positiva en el eje X						
		Ia (Altura)			Ip (Planta)	
Factor de Irregularidad		0.75	0.5	0.75	0.5	0.9
Límite del FR		<0.7	<0.6	<0.8	<0.65	>1.5
Tipo de Suelo	Análisis por Nivel	Rigidez-Piso Blando y Extrema de Rigidez	Resistencia Piso Debil y Extrema de Resistencia	Masa o Peso	Torsional y Torsional Extrema	Distontinuidad de Diafragma
S1	5	1.10	1.03	1.00	1.000	0.12
	4	1.12	1.03	1.12	1.000	0.12
	3	1.08	1.03	1.00	1.000	0.12
	2	1.55	1.03	1.00	1.000	0.12
	1	1.00	1.03	1.09	1.000	0.12
S2	5	1.11	1.03	1.00	1.000	0.12
	4	1.12	1.03	1.12	1.000	0.12
	3	1.08	1.03	1.00	1.000	0.12
	2	1.55	1.03	1.00	1.000	0.12
	1	1.00	1.03	1.09	1.000	0.12
S3	5	1.11	1.03	1.00	1.000	0.12
	4	1.12	1.03	1.12	1.001	0.12
	3	1.08	1.03	1.00	1.000	0.12
	2	1.56	1.03	1.00	1.000	0.12
	1	1.00	1.03	1.09	1.000	0.12
Análisis con Excentricidad Positiva en el eje Y						
S1	5	1.09	1.03	1.00	1.000	0.12
	4	1.12	1.03	1.12	1.000	0.12
	3	1.09	1.03	1.00	1.000	0.12
	2	1.58	1.03	1.00	1.000	0.12
	1	1.00	1.03	1.09	1.000	0.12
S2	5	1.11	1.03	1.00	1.000	0.12
	4	1.12	1.03	1.12	1.000	0.12
	3	1.09	1.03	1.00	1.000	0.12
	2	1.59	1.03	1.00	1.000	0.12
	1	1.00	1.03	1.09	1.000	0.12
S3	5	1.11	1.03	1.00	1.000	0.12
	4	1.12	1.03	1.12	1.000	0.12
	3	1.09	1.03	1.00	1.000	0.12
	2	1.59	1.03	1.00	1.000	0.12
	1	1.00	1.03	1.09	1.000	0.12



**b. Cortante basal:** Considerando que la Norma Técnica E.030 establece que la fuerza cortante dinámica no puede ser menor que el 80% del valor calculado de la cortante estática para estructuras regulares, se ha observado que, la edificación estudiada sí cumple con lo establecido en la norma y no es necesario aplicar los factores de corrección.



Tabla 142. Cortante estática y cortante dinámica en los ejes X y Y de la edificación propuesta optimizada en forma de O – 22 paños

ELEVACIÓN		PLANTA		ANÁLISIS ESTÁTICO Y DINÁMICO DE LA EDIFICACIÓN EN FORMA DE O DE 22 PAÑOS POR NIVEL																											
		Factor Cortante		Z=	0.25	la=	1	Factor Cortante		Z=	0.25	la=	1	Factor Cortante		Z=	0.25	la=	1												
		Mínima(0.80 o 0.90)		U=	1	lp=	0.9	Mínima(0.80 o 0.90)		U=	1	lp=	0.9	Mínima(0.80 o 0.90)		U=	1	lp=	0.9												
		0.8		S=	1	R=	7.2	0.8		S=	1.2	R=	7.2	0.8		S=	1.4	R=	7.2												
		0.8		C=	2.062	Tp=	0.4	0.8		C=	2.5	Tp=	0.6	0.8		C=	2.5	Tp=	1												
				Ro=				8				TI=				2.5				8				TI=				1.6			
				SUELO TIPO S1										SUELO TIPO 2										SUELO TIPO 3							
N° de Pisos	h Total de la Edif. (m)	T en el Eje X (s)	T en el Eje Y (s)	Peso Total (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)	Vs Est. Eje X (Tn)	Vs Est. Eje Y (Tn)	Vs Din. Eje X (Tn)	Vs Din. Eje Y (Tn)	Vs Mínima X (Tn)	Vs Mínima Y (Tn)									
1	3.00	0.11	0.11	319.65	24.97	24.97	24.97	24.97	19.98	19.98	29.97	29.97	29.97	29.97	23.97	23.97	34.96	34.96	34.96	34.96	27.97	27.97									
2	5.70	0.20	0.20	633.72	49.51	49.51	44.74	44.61	39.61	39.61	59.41	59.41	53.69	53.53	47.53	47.53	69.31	69.31	62.64	62.45	55.45	55.45									
3	8.40	0.29	0.30	947.79	74.05	74.05	64.42	64.22	59.24	59.24	88.86	88.86	77.30	77.06	71.08	71.08	103.66	103.66	90.19	89.91	82.93	82.93									
4	11.10	0.39	0.40	1261.86	98.58	98.11	84.05	83.57	78.87	78.49	118.30	118.30	100.86	100.59	94.64	94.64	138.02	138.02	117.67	117.35	110.41	110.41									
5	13.80	0.49	0.50	1566.23	100.92	97.89	85.93	82.73	80.74	78.31	146.83	146.83	123.66	123.41	117.47	117.47	171.31	171.31	144.27	143.98	137.05	137.05									

c. Deriva de entrepiso: La edificación propuesta en forma de O de 22 paños optimizada cumple con los parámetros de distorsión de entrepiso.

Tabla 143. Derivas de entrepiso máximas en los ejes X y Y de la edificación propuesta optimizada en forma de O - 22 paños

		ANÁLISIS DE DERIVAS DE ENTREPISO DE EDIFICACION EN FORMA DE O DE 22 PAÑOS											
e (+)		Excentricidad positiva											
		Suelo tipo S1				Suelo tipo S2				Suelo tipo S3			
		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R	
Niveles de la Edificación	Alturas (m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)
1	3.00	0.25	0.26	0.0005	0.0005	0.30	0.31	0.0006	0.0006	0.35	0.36	0.0007	0.0007
2	2.70	0.96	1.01	0.0011	0.0011	1.16	1.22	0.0013	0.0014	1.35	1.42	0.0015	0.0016
	3.00	0.49	0.50	0.0010	0.0010	0.58	0.60	0.0012	0.0012	0.68	0.71	0.0014	0.0014
3	2.70	2.19	2.32	0.0012	0.0013	2.63	2.78	0.0015	0.0016	3.07	3.25	0.0017	0.0019
	2.70	1.64	1.73	0.0020	0.0021	1.97	2.07	0.0024	0.0025	2.30	2.42	0.0028	0.0029
	3.00	0.75	0.79	0.0015	0.0016	0.91	0.94	0.0018	0.0019	1.06	1.10	0.0021	0.0022
4	2.70	3.92	4.15	0.0014	0.0015	4.70	4.99	0.0016	0.0018	5.49	5.82	0.0019	0.0021
	2.70	3.32	3.50	0.0022	0.0024	3.98	4.21	0.0027	0.0028	4.64	4.91	0.0031	0.0033
	2.70	2.33	2.45	0.0029	0.0031	2.79	2.94	0.0035	0.0037	3.26	3.43	0.0041	0.0043
	3.00	1.02	1.06	0.0020	0.0021	1.22	1.27	0.0024	0.0026	1.42	1.49	0.0028	0.0030
5	2.70	5.07	5.19	0.0012	0.0012	7.33	7.77	0.0017	0.0018	8.55	9.07	0.0020	0.0021
	2.70	4.56	4.66	0.0020	0.0021	6.59	6.98	0.0029	0.0031	7.68	8.15	0.0034	0.0036
	2.70	3.67	3.74	0.0027	0.0027	5.30	5.61	0.0039	0.0041	6.18	6.55	0.0045	0.0048
	2.70	2.48	2.52	0.0032	0.0032	3.57	3.77	0.0045	0.0048	4.17	4.40	0.0053	0.0056
	3.00	1.06	1.07	0.0021	0.0021	1.53	1.60	0.0031	0.0032	1.78	1.86	0.0036	0.0037

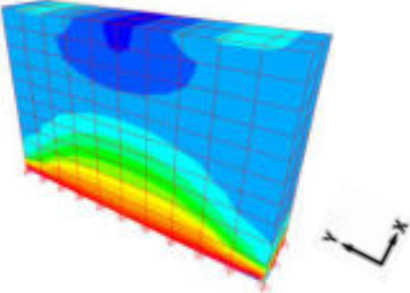
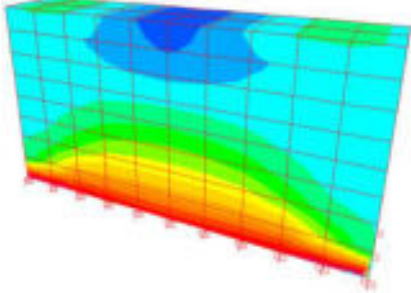
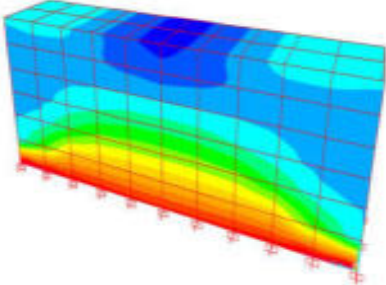
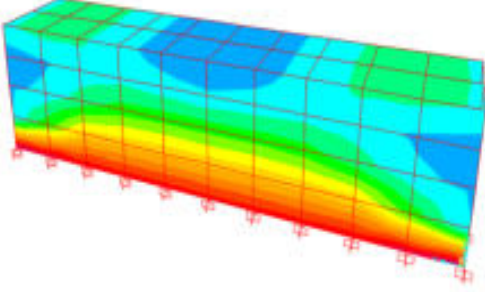
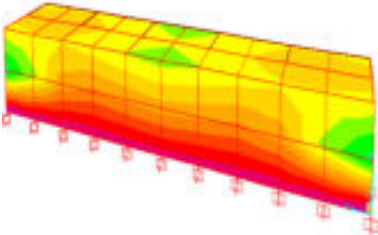


#### 4.7 Resultados de análisis por el método de elementos finitos

En la presente investigación se ha desarrollado modelos para 60 plantas: 2 rectangulares, 2 en forma de C, 2 en forma de L, 2 en forma de cruz, 2 en forma de T y 2 en forma de O, los cuales a su vez se han modelado por nivel (del 1er al 5to), cuyo análisis, en relación a su aplicación de la aceleración espectral para el suelo de tipo S3 (Suelos blandos), indicada en la norma E.030 de Diseño Sismorresistente del año 2018, nos permite presentar los siguientes resultados.

**4.7.1 Edificación en forma rectangular de 5 paños:** El siguiente esquema muestra que la edificación de forma rectangular de diferentes niveles opera como una viga de gran peralte, a consecuencia de la aplicación de la aceleración espectral en dirección horizontal en el eje X.

Tabla 144. Distribución, concentración y variación de esfuerzos de edificación en forma rectangular de 5 paños

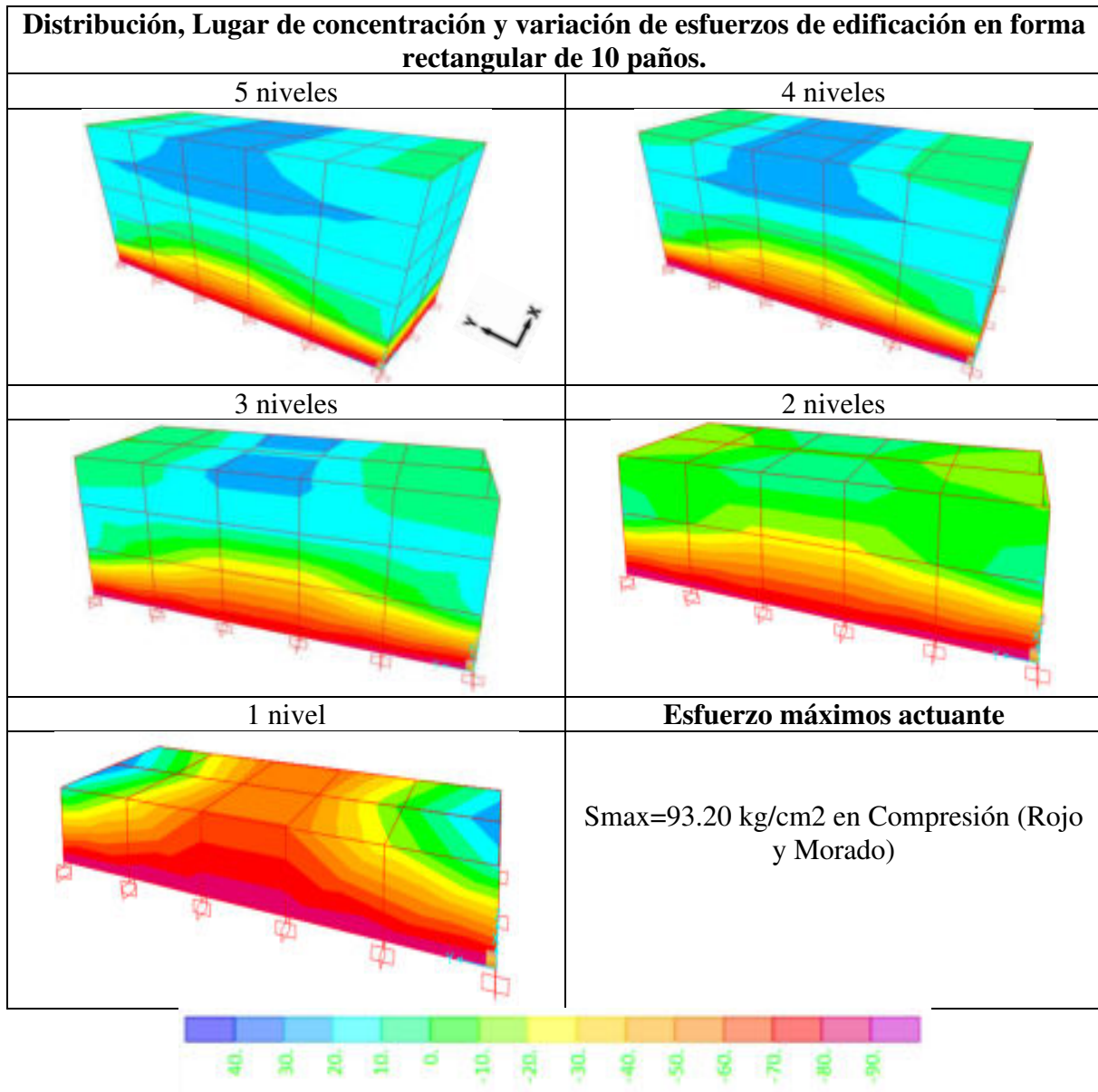
Distribución, lugar de concentración y variación de esfuerzos de edificación en forma rectangular de 5 paños.	
5 niveles	4 niveles
	
3 niveles	2 niveles
	
1 nivel	<b>Esfuerzo máximos actuante</b>
	S <sub>max</sub> =52.16 kg/cm <sup>2</sup> en Compresión (Rojo y Morado)





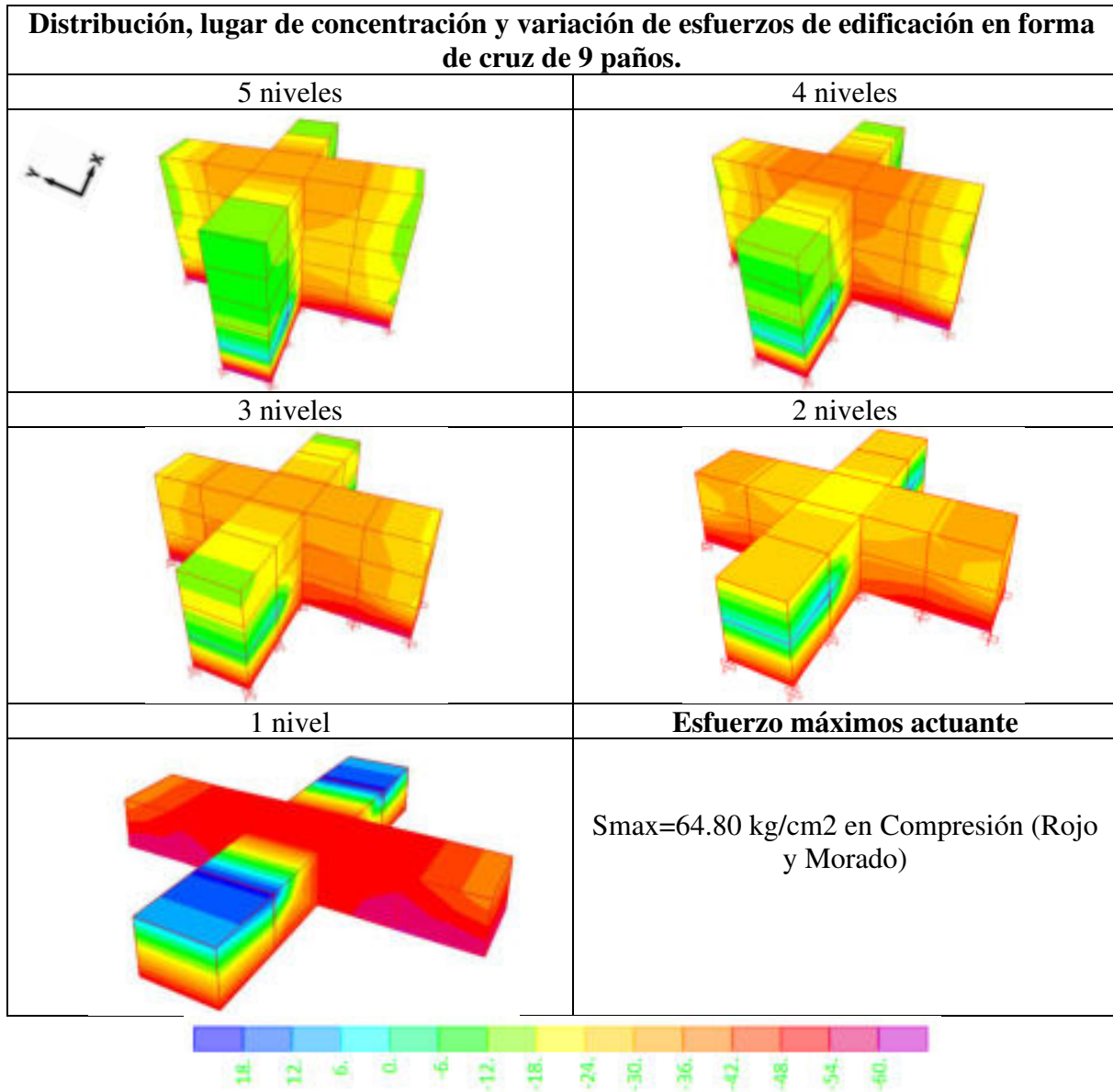
**4.7.2 Edificación en forma rectangular de 10 paños:** El siguiente esquema muestra que la edificación de forma rectangular de diferentes niveles opera como una viga de gran peralte, a consecuencia de la aplicación de la aceleración espectral en dirección horizontal en el eje X.

Tabla 145. Distribución, concentración y variación de esfuerzos de edificación en forma rectangular de 10 paños



**4.7.3 Edificación en forma de Cruz de 9 paños:** El siguiente esquema muestra que la edificación en forma de cruz muestra concentraciones de esfuerzos en las esquinas entrantes interiores de la edificación, a consecuencia de la aplicación de la aceleración espectral en dirección horizontal en el eje X.

Tabla 146. Distribución, concentración y variación de esfuerzos de edificación en forma de U de 12 paños

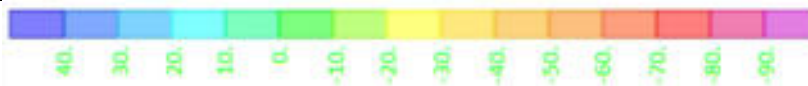




**4.7.4 Edificación en forma de U de 12 paños:** El siguiente esquema muestra que la edificación en forma de U muestra concentraciones de esfuerzos en las esquinas entrantes interiores de la edificación, a consecuencia de la aplicación de la aceleración espectral en dirección horizontal en el eje X.

Tabla 147. Distribución, concentración y variación de esfuerzos de edificación en forma de U de 12 paños

Distribución, lugar de concentración y variación de esfuerzos de edificación en forma de U de 12 paños.	
5 niveles	4 niveles
3 niveles	2 niveles
1 nivel	<b>Esfuerzo máximos actuante</b>
	Smax=93.16 kg/cm <sup>2</sup> en Compresión (Rojo y Morado)

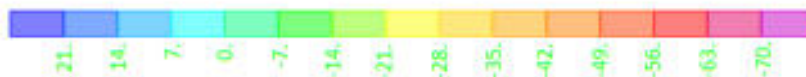




**4.7.5 Edificación en forma de U de 13 paños:** El siguiente esquema muestra que la edificación en forma de U muestra concentraciones de esfuerzos en las esquinas entrantes interiores de la edificación, a consecuencia de la aplicación de la aceleración espectral en dirección horizontal en el eje X.

Tabla 148. Distribución, concentración y variación de esfuerzos de edificación en forma de U de 13 paños

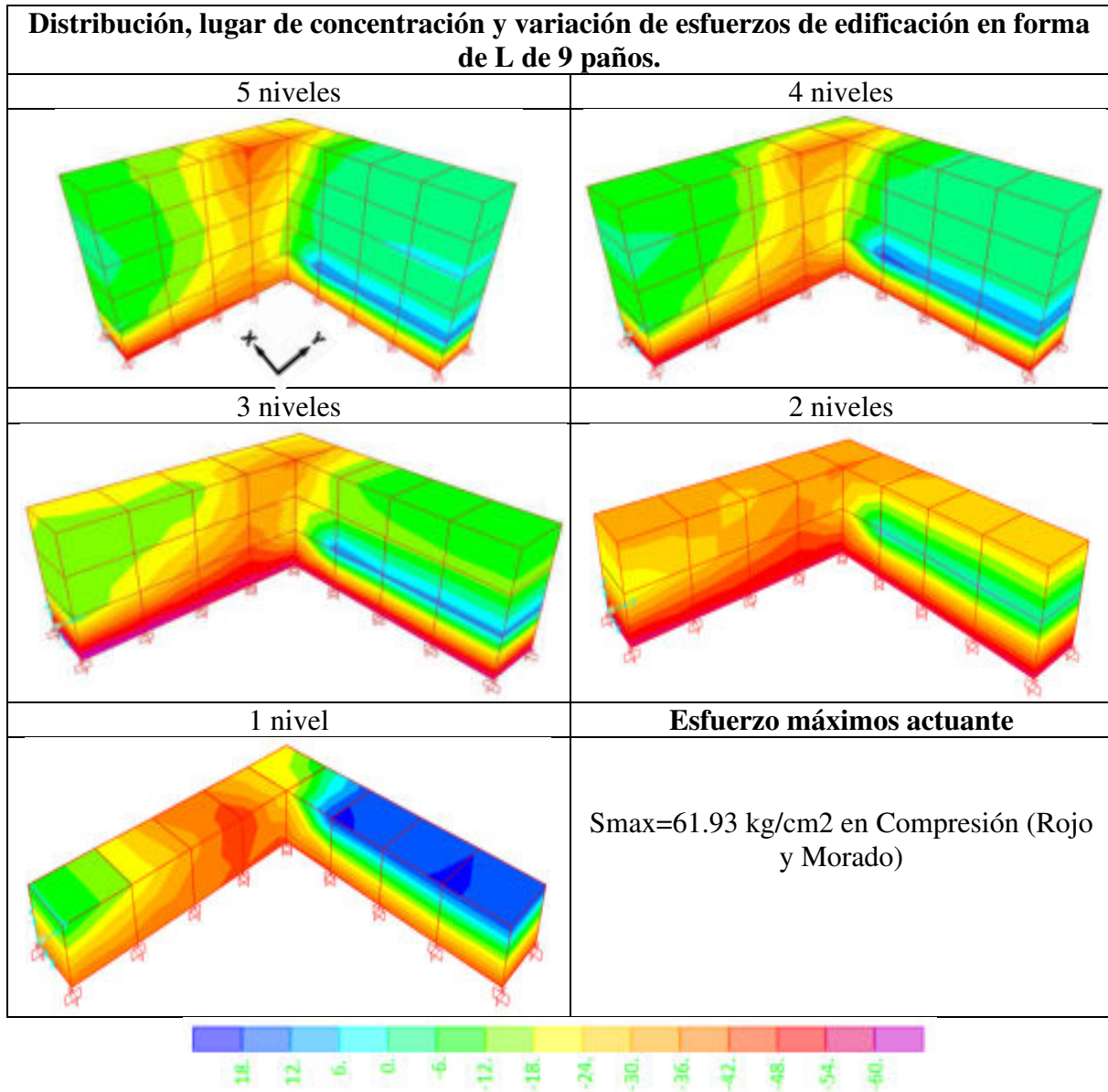
Distribución, lugar de concentración y variación de esfuerzos de edificación en forma de U de 13 paños.	
5 niveles	4 niveles
3 niveles	2 niveles
1 nivel	<b>Esfuerzo máximos actuante</b>
	Smax=70.90 kg/cm2 en Compresión (Rojo y Morado)





**4.7.6 Edificación en forma de L de 9 paños:** El siguiente esquema muestra que la edificación en forma de L muestra concentraciones de esfuerzos en las esquinas entrantes interiores de la edificación, a consecuencia de la aplicación de la aceleración espectral en dirección horizontal en el eje X.

Tabla 149. Distribución, concentración y variación de esfuerzos de edificación en forma de L de 9 paños







**4.7.7 Edificación en forma de L de 14 paños:** El siguiente esquema muestra que la edificación en forma de L muestra concentraciones de esfuerzos en las esquinas entrantes interiores de la edificación, a consecuencia de la aplicación de la aceleración espectral en dirección horizontal en el eje X.

Tabla 150. Distribución, concentración y variación de esfuerzos de edificación en forma de L de 14 paños

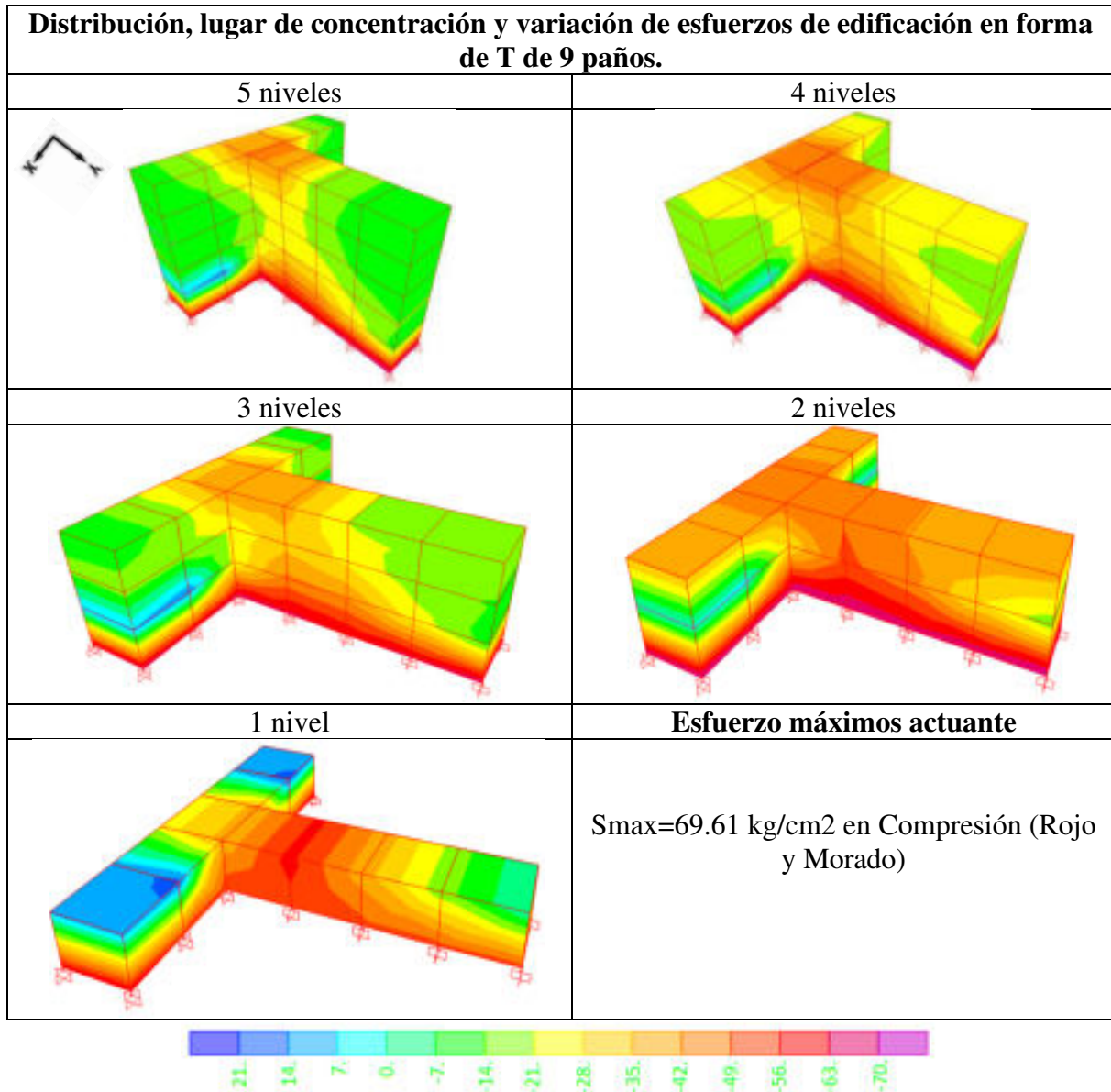
<b>Distribución, lugar de concentración y variación de esfuerzos de edificación en forma de L de 14 paños.</b>	
5 niveles	4 niveles
3 niveles	2 niveles
1 nivel	<b>Esfuerzo máximos actuante</b>
	<p><math>S_{max}=93.15 \text{ kg/cm}^2</math> en Compresión (Rojo y Morado)</p>





**4.7.8 Edificación en forma de T de 9 paños:** El siguiente esquema muestra que la edificación en forma de T muestra concentraciones de esfuerzos en las esquinas entrantes interiores de la edificación, a consecuencia de la aplicación de la aceleración espectral en dirección horizontal en el eje X.

Tabla 151. Distribución, concentración y variación de esfuerzos de edificación en forma de T de 9 paños



**4.7.9 Edificación en forma de T de 16 paños:** El siguiente esquema muestra que la edificación en forma de T muestra concentraciones de esfuerzos en las esquinas entrantes interiores de la edificación, a consecuencia de la aplicación de la aceleración espectral en dirección horizontal en el eje X.

Tabla 152. Distribución, concentración y variación de esfuerzos de edificación en forma de T de 16 paños

<b>Distribución, Lugar de concentración y variación de esfuerzos de edificación en forma de T de 16 paños.</b>	
5 niveles	4 niveles
3 niveles	2 niveles
1 nivel	<b>Esfuerzo máximos actuante</b>





**4.7.10 Edificación en forma de O de 16 paños:** El siguiente esquema muestra que la edificación en forma de O muestra concentraciones de esfuerzos en las esquinas entrantes interiores de la edificación, a consecuencia de la aplicación de la aceleración espectral en dirección horizontal en el eje X.

Tabla 153. Distribución, concentración y variación de esfuerzos de edificación en forma de O de 16 paños

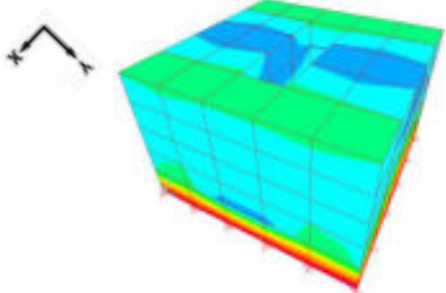
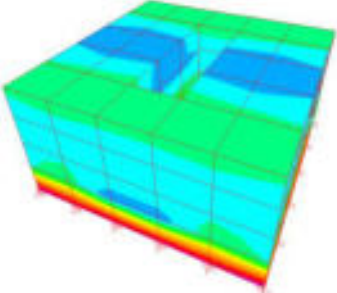
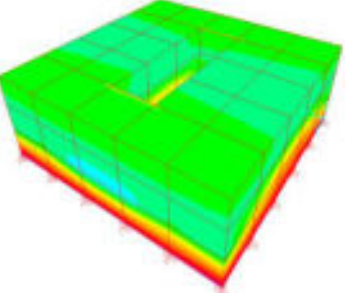
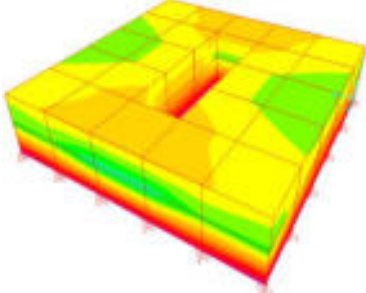
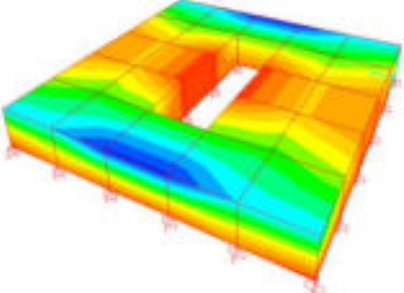
Distribución, Lugar de concentración y variación de esfuerzos de edificación en forma de O de 16 paños.	
5 niveles	4 niveles
3 niveles	2 niveles
1 nivel	<b>Esfuerzo máximos actuante</b>
	S <sub>max</sub> =70.91 kg/cm <sup>2</sup> en Compresión (Rojo y Morado)

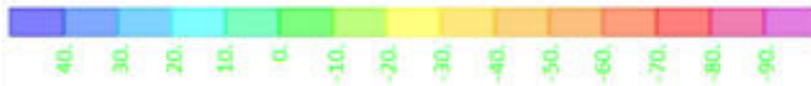




**4.7.11 Edificación en forma de O de 22 paños:** El siguiente esquema muestra que la edificación en forma de O muestra concentraciones de esfuerzos en las esquinas entrantes interiores de la edificación, a consecuencia de la aplicación de la aceleración espectral en dirección horizontal en el eje X.

Tabla 154. Distribución, concentración y variación de esfuerzos de edificación en forma de O de 22 paños

<b>Distribución, Lugar de concentración y variación de esfuerzos de edificación en forma de O de 22 paños.</b>	
5 niveles	4 niveles
	
3 niveles	2 niveles
	
1 nivel	<b>Esfuerzo máximos actuante</b>
	<p><math>S_{max}=93.14 \text{ kg/cm}^2</math> en Compresión (Rojo y Morado)</p>





#### 4.8 Resumen de resultados

##### 4.8.1 Resumen del análisis de irregularidad para edificaciones existentes.

Tabla 155. Irregularidades en las edificaciones existentes

IRREGULARIDADES PRESENTES EN LAS EDIFICACIONES EXISTENTES					
Forma de la edificación	Total de niveles de la edificación	Presencia de irregularidad (altura/planta)	Nivel donde presenta la irregularidad	Tipo de suelo donde presenta la irregularidad	Factores de irregularidad
Rectangular	5	No presenta	Ninguno	Ninguno	No presenta
L	5	Torsional	5 y 4	S2 y S3	0.75
		Esquina entrante	1,2,3,4 y 5	S1, S2 y S3	0.90
U	5	Esquina Entrante	1,2,3,4 y 5	S1, S2 y S3	0.90

##### 4.8.2 Resumen del análisis de irregularidad para edificaciones existentes optimizadas.

Tabla 156. Irregularidades en las edificaciones existentes optimizadas

IRREGULARIDADES PRESENTES EN LAS EDIFICACIONES EXISTENTES OPTIMIZADAS					
Forma de la edificación	Total de niveles de la edificación	Presencia de irregularidad (altura/planta)	Nivel donde presenta la irregularidad	Tipo de suelo donde presenta la irregularidad	Factores de irregularidad
Rectangular	5	No presenta	Ninguno	Ninguno	No presenta
L	5	Esquina entrante	1,2,3,4 y 5	S1, S2 y S3	0.9
U	5	Esquina Entrante	1,2,3,4 y 5	S1, S2 y S3	0.9

##### 4.8.3 Resumen del análisis de irregularidad para edificaciones propuestas con medidas existentes.

Tabla 157. Análisis de irregularidad para edificaciones propuestas con medidas existentes

IRREGULARIDADES PRESENTES EN LAS EDIFICACIONES IDEALES CON MEDIDAS EXISTENTES					
Forma de la edificación	Total de niveles de la edificación	Presencia de irregularidad (altura/planta)	Nivel donde presenta la irregularidad	Tipo de suelo donde presenta la irregularidad	Factores de irregularidad
Rectangular de 5 paños	5	No presenta	Ninguno	Ninguno	No presenta
Rectangular de 10 paños	5	No presenta	Ninguno	Ninguno	No presenta
Cruz de 9 paños	5	Esquina entrante	1,2,3,4 y 5	S1, S2 y S3	0.90
Cruz de 16 paños	5	Esquina entrante	1,2,3,4 y 5	S1, S2 y S3	0.90
U de 13 paños	5	Esquina entrante	1,2,3,4 y 5	S1, S2 y S3	0.90
U de 12 paños	5	Esquina entrante	1,2,3,4 y 5	S1, S2 y S3	0.90
L de 9 paños	5	Torsional	5 y 4	S1, S2 y S3	0.75
		Esquina entrante	1,2,3,4 y 5	S1, S2 y S3	0.90
L de 14 paños	5	Esquina entrante	1,2,3,4 y 5	S1, S2 y S3	0.90
T de 9 paños	5	Torsional	5	S1, S2 y S3	0.75
		Esquina entrante	1,2,3,4 y 5	S1, S2 y S3	0.90
T de 16 paños	5	Esquina entrante	1,2,3,4 y 5	S1, S2 y S3	0.90
O de 16 paños	5	No presenta	Ninguno	Ninguno	No presenta
O de 22 paños	5	No presenta	Ninguno	Ninguno	No presenta



#### 4.8.4 Resumen del análisis de irregularidad para edificaciones propuestas con medidas propuestas optimizadas.

Tabla 158. Análisis de irregularidad para edificaciones propuestas optimizadas

IRREGULARIDADES PRESENTES EN LAS EDIFICACIONES PROPUESTAS OPTIMIZADAS					
Forma de la edificación	Total de niveles de la edificación	Presencia de irregularidad (altura/planta)	Nivel donde presenta la irregularidad	Tipo de suelo donde presenta la irregularidad	Factores de irregularidad
Rectangular de 5 paños	5	No presenta	Ninguno	Ninguno	No presenta
Rectangular de 10 paños	5	No presenta	Ninguno	Ninguno	No presenta
Cruz de 9 paños	5	Esquina entrante	1,2,3,4 y 5	S1, S2 y S3	0.9
Cruz de 16 paños	5	Esquina entrante	1,2,3,4 y 5	S1, S2 y S3	0.9
U de 13 paños	5	Esquina entrante	1,2,3,4 y 5	S1, S2 y S3	0.9
U de 12 paños	5	Esquina entrante	1,2,3,4 y 5	S1, S2 y S3	0.9
L de 9 paños	5	Esquina entrante	1,2,3,4 y 5	S1, S2 y S3	0.9
L de 14 paños	5	Esquina entrante	1,2,3,4 y 5	S1, S2 y S3	0.9
T de 9 paños	5	Esquina entrante	1,2,3,4 y 5	S1, S2 y S3	0.9
T de 16 paños	5	Esquina entrante	1,2,3,4 y 5	S1, S2 y S3	0.9
O de 16 paños	5	No presenta	Ninguno	Ninguno	No presenta
O de 22 paños	5	No presenta	Ninguno	Ninguno	No presenta

#### 4.8.5 Resumen del análisis de límite de distorsión de entrepiso de edificaciones existentes

Tabla 159. Análisis de límite de distorsión de entrepiso de edificaciones existentes

EDIFICACIONES EXISTENTES QUE NO CUMPLEN EL LÍMITE DE DISTORSIÓN DE ENTREPISO				
Forma de la edificación	Total de niveles de la edificación	Nivel donde no cumple el límite	Tipo de suelo donde no cumple el límite	Eje en el que no cumple el límite "X" o "Y"
Rectangular	5	3, 4 y 5	S2 y S3	X
L	5	3, 4 y 5	S2 y S3	X - Y
U	5	2, 3, 4 y 5	S2 y S3	X - Y



#### 4.8.6 Resumen del análisis de límite de distorsión de entrepiso de edificaciones propuestas con medidas existentes.

Tabla 160. Análisis de límite de distorsión de entrepiso de edificaciones propuestas

EDIFICACIONES IDEALES CON MEDIDAS EXISTENTES QUE NO CUMPLEN EL LÍMITE DE DISTORSIÓN DE ENTREPISO				
Forma de la edificación	Total de niveles de la edificación	Nivel donde no cumple el límite	Tipo de suelo donde no cumple el límite	Eje en el que no cumple el límite "X" o "Y"
Rectangular de 5 paños	5	3, 4 y 5	S2 y S3	X
Rectangular de 10 paños	5	3, 4 y 5	S2 y S3	X - Y
Cruz de 9 paños	5	3, 4 y 5	S2 y S3	X - Y
Cruz de 16 paños	5	2, 3, 4 y 5	S2 y S3	X - Y
U de 13 paños	5	3, 4 y 5	S2 y S3	X - Y
U de 12 paños	5	2, 3, 4 y 5	S2 y S3	X - Y
L de 9 paños	5	3, 4 y 5	S2 y S3	X - Y
L de 14 paños	5	2, 3, 4 y 5	S2 y S3	X - Y
T de 9 paños	5	3, 4 y 5	S2 y S3	X - Y
T de 16 paños	5	2, 3, 4 y 5	S2 y S3	X - Y
O de 16 paños	5	3, 4 y 5	S2 y S3	X - Y
O de 22 paños	5	3, 4 y 5	S2 y S3	X - Y





## 5 Capítulo V: Discusión

### a) Contraste de los resultados con referentes del marco teórico e interpretación de los resultados encontrados en la investigación

En el Perú, se cuenta con el Reglamento Nacional de Edificaciones, específicamente la Norma Técnica E.030 del año 2018, donde se dan parámetros para un Diseño Sismorresistente, es en atención a la norma antes indicada que se desarrolla la irregularidad y procedimientos de análisis sísmico (contenidos en el Capítulo IV del presente trabajo), por lo que con los datos obtenidos se hace una comparación entre las edificaciones existentes con medidas tomadas en campo (las cuales son edificaciones autoconstruidas o sin supervisión técnica), frente a una propuesta dada por nosotros para que estas edificaciones cumplan los límites de distorsión de entrepiso.

Del análisis descrito también se ha observado que, tanto en las edificaciones existentes como en las propuestas con las medidas tomadas en campo, a mayor presencia de esquina entrante, mayor es la posibilidad de que exista irregularidad torsional, lo que también implica que la edificación presente desplazamientos absolutos mayores. por lo que no se cumple con el límite de deriva de entrepiso que es de 0.007, es por ello que se proponen edificaciones propuestas optimizadas a través del incremento del área de las columnas (cuadradas) y vigas, así como la implementación de columnas en forma de L en las esquinas de la edificación donde se producen los desplazamientos máximos absolutos en los ejes X y Y, las cuales sí cumplen el límite de distorsión de entrepiso.



## 5.1 Edificaciones existentes

### 5.1.1 Edificación de forma rectangular: Cuya comparación se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 161. Comparación de edificaciones existentes vs edificaciones existentes optimizadas de forma rectangular

Comparación de edificaciones existentes y edificaciones existentes optimizadas	
Columnas (25x45cm), Vigas (25x40cm) y Losa (20cm)	Columnas en L (25x50cm), Columnas (45x45cm), Vigas (30x45cm) y Losa (20cm)
Vista en Planta	Vista en Planta
5 Niveles – Vista 3d	5 Niveles – Vista 3d

Las siguientes tablas muestran derivas o distorsiones de entrepiso producto de la aplicación de la aceleración espectral definido en la Norma Técnica E.030-2018, artículo 29.2.1. De color rojo se muestran los resultados que exceden al límite de distorsión de entrepiso.

Edificación existente rectangular, no cumple el límite de distorsión de entrepiso en el eje X.

Tabla 162. Derivas de entrepiso en los ejes “X” y “Y” de la edificación existente en forma rectangular-10 paños

		ANÁLISIS DE DERIVAS DE ENTREPISO DE EDIFICACIÓN REAL DE FORMA RECTANGULAR											
e (+)		Excentricidad positiva											
		Suelo tipo S1				Suelo tipo S2				Suelo tipo S3			
		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R	
Niveles de la Edificación	Alturas (m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)
1	3.00	1.14	0.37	0.0022	0.0007	1.37	0.44	0.0027	0.0009	1.60	0.52	0.0031	0.0010
	2.70	3.58	1.26	0.0030	0.0011	4.29	1.51	0.0036	0.0014	5.01	1.76	0.0042	0.0016
2	3.00	2.27	0.75	0.0044	0.0014	2.73	0.90	0.0053	0.0017	3.18	1.05	0.0062	0.0020
	2.70	5.93	2.68	0.0025	0.0012	8.84	3.21	0.0040	0.0016	10.31	3.75	0.0047	0.0018
3	2.70	4.74	2.09	0.0042	0.0019	7.07	2.51	0.0069	0.0026	8.25	2.93	0.0080	0.0030
	3.00	2.72	1.13	0.0047	0.0020	4.05	1.35	0.0078	0.0026	4.73	1.58	0.0092	0.0030
4	2.70	7.86	4.48	0.0024	0.0014	14.13	5.55	0.0042	0.0017	17.57	6.48	0.0052	0.0020
	2.70	6.85	3.88	0.0041	0.0023	12.34	4.81	0.0072	0.0029	15.34	5.61	0.0090	0.0034
	2.70	5.09	2.82	0.0052	0.0030	9.15	3.49	0.0094	0.0038	11.38	4.07	0.0117	0.0044
	3.00	2.79	1.45	0.0054	0.0028	5.01	1.79	0.0097	0.0035	6.22	2.09	0.0120	0.0041
5	2.70	9.66	5.50	0.0021	0.0011	17.34	8.41	0.0036	0.0017	26.45	9.81	0.0053	0.0020
	2.70	8.83	5.03	0.0036	0.0020	15.86	7.69	0.0063	0.0030	24.21	8.96	0.0096	0.0036
	2.70	7.31	4.14	0.0048	0.0027	13.13	6.32	0.0085	0.0042	20.04	7.37	0.0130	0.0049
	2.70	5.24	2.89	0.0055	0.0032	9.38	4.42	0.0099	0.0049	14.31	5.15	0.0152	0.0057
	3.00	2.82	1.45	0.0055	0.0028	5.02	2.22	0.0097	0.0043	7.64	2.58	0.0148	0.0050



Se cumple el límite de distorsión de entrepiso al optimizar las áreas de vigas y columnas.

Tabla 163. Derivas de entrepiso en los ejes "X" y "Y" de la edificación existente optimizada en forma rectangular-10 paños

ANÁLISIS DE DERIVAS DE ENTREPISO DE EDIFICACION EN FORMA RECTANGULAR DE 10 PAÑOS													
e (+)		Excentricidad positiva											
Niveles de la Edificación	Alturas (m)	Suelo tipo S1				Suelo tipo S2				Suelo tipo S3			
		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R	
		$\Delta X$ (mm)	$\Delta Y$ (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	$\Delta X$ (mm)	$\Delta Y$ (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	$\Delta X$ (mm)	$\Delta Y$ (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)
1	3.00	0.15	0.16	0.0003	0.0003	0.18	0.19	0.0004	0.0004	0.21	0.22	0.0004	0.0004
	2.70	0.61	0.61	0.0007	0.0007	0.73	0.73	0.0008	0.0008	0.85	0.85	0.0010	0.0010
2	3.00	0.30	0.30	0.0006	0.0006	0.36	0.36	0.0007	0.0007	0.42	0.42	0.0008	0.0008
	2.70	1.44	1.41	0.0008	0.0008	1.72	1.69	0.0010	0.0010	2.01	1.97	0.0012	0.0011
3	2.70	1.06	1.05	0.0013	0.0013	1.27	1.26	0.0015	0.0015	1.48	1.47	0.0018	0.0018
	3.00	0.47	0.47	0.0009	0.0009	0.57	0.57	0.0011	0.0011	0.66	0.66	0.0013	0.0013
4	2.70	2.67	2.55	0.0010	0.0009	3.21	3.05	0.0012	0.0011	3.74	3.56	0.0014	0.0013
	2.70	2.21	2.15	0.0015	0.0014	2.65	2.58	0.0018	0.0017	3.10	3.01	0.0021	0.0020
5	2.70	1.52	1.50	0.0019	0.0019	1.82	1.80	0.0023	0.0023	2.12	2.10	0.0027	0.0026
	3.00	0.65	0.64	0.0012	0.0012	0.78	0.77	0.0015	0.0015	0.90	0.90	0.0017	0.0017
5	2.70	4.29	3.97	0.0012	0.0009	5.15	4.76	0.0014	0.0011	6.01	5.56	0.0017	0.0013
	2.70	3.78	3.57	0.0018	0.0016	4.54	4.29	0.0021	0.0019	5.29	5.00	0.0025	0.0022
5	2.70	2.98	2.87	0.0022	0.0021	3.57	3.45	0.0027	0.0025	4.17	4.02	0.0031	0.0029
	2.70	1.96	1.93	0.0025	0.0025	2.35	2.31	0.0030	0.0030	2.74	2.70	0.0035	0.0035
5	3.00	0.81	0.81	0.0016	0.0016	0.98	0.97	0.0019	0.0019	1.14	1.13	0.0022	0.0022

Incremento de los desplazamientos en porcentajes de nivel a nivel para cada tipo de suelo, de la edificación existente en forma rectangular de 5 niveles.

Tabla 164. Incremento de los desplazamientos en función del nivel, tipo de suelo y de edificación existente de forma rectangular

INCREMENTO DE LOS DESPLAZAMIENTOS EN FUNCIÓN DEL NIVEL, TIPO DE SUELO Y LA IRREGULARIDAD "EDIF. REAL DE FORMA RECTANGULAR"						
EJE	EJE X			EJE Y		
NIVEL	S1	S2	S3	S1	S2	S3
4-5	19%	18%	34%	19%	34%	34%
3-4	25%	37%	37%	40%	42%	42%
2-3	40%	51%	51%	53%	53%	53%
1-2	68%	68%	68%	71%	71%	71%

En las siguientes representaciones gráficas, a través de la línea continua, se muestra los desplazamientos máximos absolutos en los ejes X y Y de la edificación aportada existente de forma rectangular de 5 niveles en los tipos de suelos S1 (roca o suelos muy rígidos), S2 (suelos intermedios) y S3 (suelos blandos), cuyo desplazamiento ha sido reducido mediante la optimización de dicha edificación (línea entrecortada).



Figura 35. Desplazamientos máximos por nivel en el eje "X" edificación existente en forma rectangular



Figura 36. Desplazamientos máximos por nivel en el eje "Y" edificación existente en forma rectangular

La siguiente tabla muestra en porcentajes la reducción de estos desplazamientos para cada tipo de suelo S1, S2 y S3 cuando se optimiza las áreas de columnas y vigas.

Tabla 165. Reducción de los desplazamientos en función del nivel, tipo de suelo y la irregularidad de edificación existente de forma rectangular

REDUCCIÓN DE DESPLAZAMIENTOS "EDIF. REAL DE FORMA RECTANGULAR"						
EJE	EJE X			EJE Y		
NIVEL	S1	S2	S3	S1	S2	S3
5	56%	70%	77%	19%	35%	35%
4	57%	71%	78%	22%	39%	39%
3	59%	73%	79%	24%	40%	40%
2	63%	75%	81%	23%	39%	39%
1	71%	81%	85%	44%	56%	56%

### 5.1.2 Edificación en forma de L

Tabla 166. Comparación de edificaciones existentes vs edificaciones existentes optimizadas en forma de L

Comparación de edificaciones existentes vs edificaciones existentes optimizadas	
Columnas (25x45 cm), Vigas (25x40 cm) y Losa (20cm)	Columnas en L (25x50cm), Columnas (45x45cm), Vigas (30x45cm) y Losa (20cm)
Vista en Planta	Vista en Planta
5 Niveles – Vista 3d	5 Niveles – Vista 3d

Las siguientes tablas muestran derivas o distorsiones de entrepiso producto de la aplicación de la aceleración espectral definido en la norma E.030-2018, artículo 29.2.1. De color rojo se muestran los resultados que exceden al límite de distorsión de entrepiso.

Edificación existente en forma de L, no cumple el límite de distorsión de entrepiso en el eje X y Y.

Tabla 167. Derivas de entrepiso máximas en los ejes “X” y “Y” de la edificación existente en forma de L-5 paños

		ANÁLISIS DE DERIVAS DE ENTREPISO DE EDIFICACIÓN REAL EN FORMA DE L											
e (+)		Excentricidad positiva											
		Suelo tipo S1				Suelo tipo S2				Suelo tipo S3			
		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R	
Niveles de la Edificación	Alturas (m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)
1	3.00	1.04	0.54	0.0023	0.0012	1.24	0.65	0.0027	0.0014	1.45	0.76	0.0032	0.0017
	2.70	3.34	2.04	0.0031	0.0022	4.01	2.45	0.0037	0.0026	4.67	2.86	0.0044	0.0030
2	3.00	2.05	1.14	0.0045	0.0025	2.46	1.37	0.0054	0.0030	2.87	1.59	0.0063	0.0035
	2.70	5.84	4.53	0.0024	0.0021	9.99	6.53	0.0041	0.0031	11.66	7.61	0.0048	0.0036
3	2.70	4.64	3.48	0.0042	0.0035	7.95	5.01	<b>0.0072</b>	0.0050	9.28	5.84	<b>0.0084</b>	0.0058
	3.00	2.56	1.75	0.0047	0.0032	4.38	2.53	<b>0.0080</b>	0.0046	5.11	2.95	<b>0.0093</b>	0.0054
4	2.70	7.66	6.34	0.0024	0.0022	16.52	11.48	0.0042	0.0033	19.82	13.39	0.0051	0.0039
	2.70	6.71	5.46	0.0043	0.0038	14.49	9.90	<b>0.0077</b>	0.0057	17.38	11.55	<b>0.0092</b>	0.0067
	2.70	4.96	3.91	0.0057	0.0049	10.70	7.07	<b>0.0102</b>	<b>0.0073</b>	12.83	8.25	<b>0.0122</b>	<b>0.0086</b>
5	3.00	2.62	1.88	0.0057	0.0041	5.63	3.41	<b>0.0102</b>	0.0062	6.75	3.97	<b>0.0123</b>	<b>0.0072</b>
	2.70	9.47	7.91	0.0021	0.0019	20.40	17.13	0.0036	0.0033	29.77	20.49	0.0052	0.0039
	2.70	8.69	7.20	0.0038	0.0033	18.73	15.60	0.0065	0.0028	27.35	18.66	<b>0.0095</b>	0.0069
	2.70	7.23	5.91	0.0051	0.0045	15.60	12.80	<b>0.0091</b>	0.0058	22.78	15.31	<b>0.0133</b>	<b>0.0096</b>
5	2.70	5.16	4.07	0.0060	0.0052	11.10	8.80	<b>0.0108</b>	0.0040	16.19	10.53	<b>0.0158</b>	<b>0.0112</b>
	3.00	2.67	1.92	0.0058	0.0042	5.71	4.14	<b>0.0104</b>	<b>0.0080</b>	8.32	4.95	<b>0.0151</b>	<b>0.0090</b>



Se cumple el límite de distorsión de entrepiso al optimizar las áreas de vigas y columnas.

Tabla 168. Derivas de entrepiso máximas en los ejes "X" y "Y" de la edificación existente optimizada en forma de L-5 paños

e (+)		ANÁLISIS DE DERIVAS DE ENTREPISO DE EDIFICACIÓN EN FORMA DE L DE 5 PAÑOS											
		Excentricidad positiva											
		Suelo tipo S1				Suelo tipo S2				Suelo tipo S3			
		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R	
Niveles de la Edificación	Alturas (m)	$\Delta X$ (mm)	$\Delta Y$ (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	$\Delta X$ (mm)	$\Delta Y$ (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	$\Delta X$ (mm)	$\Delta Y$ (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)
1	3.00	0.14	0.13	0.0003	0.0003	0.17	0.15	0.0004	0.0003	0.20	0.18	0.0004	0.0004
	2.70	0.64	0.57	0.0009	0.0008	0.76	0.69	0.0010	0.0009	0.89	0.80	0.0012	0.0011
2	3.00	0.28	0.25	0.0006	0.0006	0.34	0.30	0.0007	0.0007	0.39	0.35	0.0009	0.0008
	2.70	1.54	1.41	0.0011	0.0010	1.85	1.69	0.0013	0.0012	2.16	1.97	0.0015	0.0014
3	2.70	1.10	1.00	0.0016	0.0014	1.32	1.20	0.0019	0.0017	1.54	1.40	0.0022	0.0020
	3.00	0.45	0.41	0.0010	0.0009	0.55	0.49	0.0012	0.0011	0.64	0.57	0.0014	0.0013
4	2.70	2.83	2.60	0.0012	0.0011	3.40	3.12	0.0014	0.0013	3.97	3.64	0.0017	0.0016
	2.70	2.35	2.15	0.0019	0.0017	2.82	2.59	0.0022	0.0021	3.29	3.02	0.0026	0.0024
5	2.70	1.58	1.45	0.0023	0.0021	1.90	1.74	0.0028	0.0025	2.22	2.03	0.0032	0.0030
	3.00	0.62	0.57	0.0014	0.0012	0.75	0.68	0.0016	0.0015	0.87	0.79	0.0019	0.0017
5	2.70	4.46	4.12	0.0012	0.0012	5.35	4.95	0.0015	0.0014	6.24	5.77	0.0018	0.0016
	2.70	3.97	3.66	0.0020	0.0019	4.76	4.40	0.0024	0.0023	5.55	5.13	0.0028	0.0026
5	2.70	3.15	2.91	0.0027	0.0025	3.79	3.49	0.0032	0.0030	4.42	4.07	0.0037	0.0035
	2.70	2.04	1.88	0.0030	0.0028	2.45	2.25	0.0036	0.0033	2.86	2.63	0.0042	0.0039
5	3.00	0.79	0.72	0.0017	0.0016	0.95	0.86	0.0021	0.0019	1.10	1.01	0.0024	0.0022

La siguiente tabla muestra el incremento de los desplazamientos en porcentajes de nivel a nivel para cada tipo de suelo, de la edificación existente en forma de L de 5 niveles.

Tabla 169. Incremento de los desplazamientos en función del nivel, tipo de suelo y la irregularidad de edificación existente en forma de L

INCREMENTO DE LOS DESPLAZAMIENTOS EN FUNCIÓN DEL NIVEL, TIPO DE SUELO Y LA IRREGULARIDAD "EDIFICACIÓN REAL EN FORMA DE L"						
EJE		EJE X			EJE Y	
NIVEL	S1	S2	S3	S1	S2	S3
4-5	19%	19%	33%	20%	33%	35%
3-4	24%	40%	40%	29%	43%	43%
2-3	43%	60%	60%	55%	62%	62%
1-2	69%	69%	69%	74%	73%	73%

En las siguientes representaciones gráficas se muestra la reducción de desplazamientos máximos absolutos en el eje X y Y, la edificación existente en forma de L con línea continua y línea entrecortada la edificación existente en forma de L optimizada, ambos de 5 niveles para los suelos S1 (roca o suelos muy rígidos), S2 (suelos intermedios) y S3 (suelos blandos).





Figura 37. Desplazamientos máximos por nivel en el eje "X" edificación existente en forma de L



Figura 38. Desplazamientos máximos por nivel en el eje "Y" edificación existente en forma de L

La siguiente tabla muestra en porcentajes la reducción de estos desplazamientos para cada tipo de suelo S1, S2 y S3 cuando se optimiza las áreas de columnas y vigas.

Tabla 170. Reducción de los desplazamientos en función del nivel, tipo de suelo y la irregularidad de edificación existente en forma de L

REDUCCIÓN DE DESPLAZAMIENTOS "REAL EN FORMA DE L"						
EJE	EJE X			EJE Y		
NIVEL	S1	S2	S3	S1	S2	S3
5	53%	74%	79%	38%	57%	58%
4	54%	75%	80%	43%	20%	62%
3	56%	76%	81%	44%	49%	64%
2	60%	78%	82%	46%	15%	65%
1	70%	83%	87%	63%	77%	76%

### 5.1.3 Edificación en forma de U

Tabla 171. Comparación de edificaciones existentes vs edificaciones existentes optimizadas en forma de U

Comparación de edificaciones existentes vs edificaciones existentes optimizadas	
Columnas (25x45 cm), Vigas (25x40 cm) y Losa (20cm)	Columnas en L (25x50cm), Columnas (45x45cm), Vigas (30x45cm) y Losa (20cm)
Vista en Planta	Vista en Planta
5 Niveles – Vista 3d	5 Niveles – Vista 3d

Las siguientes tablas muestran derivas o distorsiones de entrepiso producto de la aplicación de la aceleración espectral definido en la norma E.030-2018, artículo 29.2.1. De color rojo se muestran los resultados que exceden al límite de distorsión de entrepiso.

La edificación existente en forma de U, no cumple el límite de distorsión de entrepiso en el eje X e Y.

Tabla 172. Derivas de entrepiso máximas en los ejes “X” y “Y” de la edificación existente en forma de U-5 paños

		ANÁLISIS DE DERIVAS DE ENTREPISO DE EDIFICACIÓN REAL EN FORMA DE U											
e (+)		Excentricidad positiva											
		Suelo tipo S1				Suelo tipo S2				Suelo tipo S3			
		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R	
Niveles de la Edificación	Alturas (m)	$\Delta X$ (mm)	$\Delta Y$ (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	$\Delta X$ (mm)	$\Delta Y$ (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	$\Delta X$ (mm)	$\Delta Y$ (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)
1	3.00	1.40	0.74	0.0029	0.0015	1.68	0.89	0.0035	0.0018	1.96	1.04	0.0041	0.0022
	2.70	4.42	2.87	0.0039	0.0032	5.36	3.44	0.0048	0.0038	6.25	4.02	0.0056	0.0044
2	3.00	2.74	1.50	0.0057	0.0031	3.33	1.80	0.0069	0.0037	3.88	2.10	<b>0.0081</b>	0.0044
	2.70	6.51	5.79	0.0032	0.0035	11.01	7.75	0.0053	0.0047	12.85	9.04	0.0061	0.0054
3	2.70	5.20	4.30	0.0054	0.0052	8.79	5.76	<b>0.0091</b>	0.0070	10.26	6.71	<b>0.0106</b>	<b>0.0081</b>
	3.00	2.91	2.06	0.0060	0.0043	4.92	2.75	<b>0.0102</b>	0.0057	5.74	3.21	<b>0.0119</b>	0.0067
4	2.70	8.54	7.69	0.0027	0.0029	15.34	13.82	0.0047	0.0051	21.82	16.13	0.0066	0.0060
	2.70	7.44	6.47	0.0046	0.0046	13.39	11.64	<b>0.0082</b>	<b>0.0082</b>	19.05	13.58	<b>0.0116</b>	<b>0.0096</b>
5	2.70	5.53	4.51	0.0060	0.0057	9.93	8.10	<b>0.0108</b>	<b>0.0102</b>	14.12	9.45	<b>0.0154</b>	<b>0.0119</b>
	3.00	2.97	2.07	0.0062	0.0043	5.31	3.70	<b>0.0110</b>	<b>0.0077</b>	7.54	4.32	<b>0.0156</b>	<b>0.0090</b>
5	2.70	10.51	9.66	0.0025	0.0026	18.86	17.33	0.0041	0.0044	32.87	25.03	0.0069	0.0062
	2.70	9.56	8.62	0.0042	0.0041	17.20	15.49	<b>0.0072</b>	<b>0.0072</b>	29.99	22.39	<b>0.0123</b>	<b>0.0103</b>
5	2.70	7.92	6.93	0.0054	0.0053	14.24	12.44	<b>0.0096</b>	<b>0.0095</b>	24.82	17.98	<b>0.0167</b>	<b>0.0138</b>
	2.70	5.70	4.66	0.0063	0.0060	10.19	8.35	<b>0.0114</b>	<b>0.0107</b>	17.72	12.05	<b>0.0198</b>	<b>0.0154</b>
5	3.00	3.01	2.10	0.0062	0.0043	5.33	3.73	<b>0.0111</b>	<b>0.0077</b>	9.24	5.37	<b>0.0192</b>	<b>0.0112</b>



Se cumple el límite de distorsión de entrepiso al optimizar las áreas de vigas y columnas.

Tabla 173. Derivas de entrepiso máximas en los ejes "X" y "Y" de la edificación existente optimizada en forma de U-5 paños

		ANÁLISIS DE DERIVAS DE ENTREPISO DE EDIFICACION EN FORMA DE U DE 5 PAÑOS											
e (+)		Excentricidad positiva											
		Suelo tipo S1				Suelo tipo S2				Suelo tipo S3			
		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R	
Niveles de la Edificación	Alturas (m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)
1	3.00	0.18	0.18	0.0004	0.0004	0.22	0.21	0.0004	0.0004	0.25	0.25	0.0005	0.0005
	2.70	0.85	0.82	0.0011	0.0011	1.02	0.98	0.0013	0.0013	1.19	1.15	0.0016	0.0015
2	3.00	0.37	0.35	0.0008	0.0007	0.44	0.42	0.0009	0.0009	0.52	0.49	0.0011	0.0010
	2.70	2.09	2.01	0.0015	0.0014	2.51	2.41	0.0017	0.0017	2.93	2.81	0.0020	0.0019
3	2.70	1.47	1.42	0.0020	0.0019	1.77	1.70	0.0024	0.0023	2.06	1.98	0.0028	0.0027
	3.00	0.60	0.58	0.0012	0.0012	0.72	0.69	0.0015	0.0014	0.84	0.80	0.0017	0.0017
4	2.70	3.93	3.75	0.0017	0.0016	4.72	4.50	0.0020	0.0019	5.51	5.25	0.0024	0.0022
	2.70	3.21	3.08	0.0025	0.0024	3.85	3.69	0.0030	0.0029	4.50	4.31	0.0035	0.0033
5	2.70	2.13	2.05	0.0030	0.0029	2.56	2.46	0.0036	0.0035	2.99	2.87	0.0042	0.0041
	3.00	0.83	0.80	0.0017	0.0017	1.00	0.96	0.0021	0.0020	1.16	1.12	0.0024	0.0023
5	2.70	5.73	5.41	0.0017	0.0015	7.61	7.19	0.0022	0.0020	8.88	8.39	0.0026	0.0023
	2.70	5.02	4.77	0.0026	0.0024	6.67	6.34	0.0034	0.0032	7.78	7.40	0.0040	0.0037
5	2.70	3.92	3.75	0.0033	0.0031	5.21	4.98	0.0044	0.0041	6.08	5.82	0.0051	0.0048
	2.70	2.51	2.41	0.0036	0.0035	3.33	3.20	0.0048	0.0046	3.88	3.74	0.0056	0.0053
5	3.00	0.95	0.92	0.0020	0.0019	1.27	1.22	0.0026	0.0025	1.48	1.42	0.0031	0.0029

La siguiente tabla muestra el incremento de los desplazamientos en porcentajes de nivel a nivel para cada tipo de suelo, de la edificación existente en forma de U de 5 niveles.

Tabla 174. Incremento de los desplazamientos en función del nivel, tipo de suelo y la irregularidad de edificación existente en forma de U

INCREMENTO DE LOS DESPLAZAMIENTOS EN FUNCIÓN DEL NIVEL, TIPO DE SUELO Y LA IRREGULARIDAD "EDIF. REAL EN FORMA DE U"						
EJE	EJE X			EJE Y		
NIVEL	S1	S2	S3	S1	S2	S3
4-5	19%	19%	34%	20%	20%	36%
3-4	24%	28%	28%	25%	44%	44%
2-3	32%	51%	51%	50%	56%	56%
1-2	68%	69%	69%	74%	74%	74%

En las siguientes representaciones gráficas se muestra la reducción de desplazamientos máximos absolutos en el eje X y Y.



Figura 39. Desplazamientos máximos por nivel en el eje "X" edificación existente en forma de U



Figura 40. Desplazamientos máximos por nivel en el eje "Y" edificación existente en forma de U

La siguiente tabla muestra en porcentajes la reducción de estos desplazamientos para cada tipo de suelo S1, S2 y S3 cuando se optimiza las áreas de columnas y vigas.

Tabla 175. Reducción de los desplazamientos en función del nivel, tipo de suelo y la irregularidad de edificación existente en forma de U

REDUCCIÓN DE DESPLAZAMIENTOS "EDIF. REAL EN FORMA DE U"						
EJE	EJE X			EJE Y		
NIVEL	S1	S2	S3	S1	S2	S3
5	45%	60%	73%	41%	54%	62%
4	48%	61%	74%	42%	56%	64%
3	51%	63%	76%	41%	57%	65%
2	56%	67%	78%	42%	57%	65%
1	68%	76%	84%	56%	67%	74%

## 5.2 Edificaciones propuestas

### 5.2.1 Edificación rectangular de 5 paños

Tabla 176. Comparación de edificaciones propuestas con medidas existentes vs edificaciones propuestas optimizadas de forma rectangular de 5 paños

Comparación de edificaciones propuestas con medidas existentes obtenidas en campo vs edificaciones propuestas optimizadas de forma rectangular de 5 paños	
Columnas (25x45 cm), Vigas (25x40 cm) y Losa (20cm)	Columnas en L (25x50cm), Columnas (45x45cm), Vigas (30x45cm) y Losa (20cm)
Vista en Planta	Vista en Planta
5 Niveles – Vista 3d	5 Niveles – Vista 3d

Las siguientes tablas muestran derivas o distorsiones de entrepiso producto de la aplicación de la aceleración espectral definido en la norma E.030-2018, artículo 29.2.1. De color rojo se muestran los resultados que exceden al límite de distorsión de entrepiso.

Edificación propuesta rectangular, no cumple el límite de distorsión de entrepiso en el eje X.

Tabla 177. Derivas de entrepiso en los ejes “X” y “Y” de la edificación propuesta con medidas existentes rectangular-5 paños

		ANÁLISIS DE DERIVAS DE ENTREPISO DE EDIFICACIÓN EN FORMA RECTANGULAR DE 5 PAÑOS											
e (+)		Excentricidad positiva											
		Suelo tipo S1				Suelo tipo S2				Suelo tipo S3			
		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R	
Niveles de la Edificación	Alturas (m)	$\Delta X$ (mm)	$\Delta Y$ (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	$\Delta X$ (mm)	$\Delta Y$ (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	$\Delta X$ (mm)	$\Delta Y$ (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)
1	3.00	1.00	0.35	0.0020	0.0007	1.20	0.42	0.0024	0.0008	1.40	0.49	0.0025	0.0009
	2.70	3.29	1.31	0.0029	0.0013	3.95	1.57	0.0034	0.0016	4.61	1.83	0.0036	0.0017
2	3.00	2.01	0.72	0.0040	0.0014	2.41	0.86	0.0048	0.0017	2.82	1.00	0.0051	0.0018
	2.70	5.64	2.88	0.0027	0.0015	8.28	3.45	0.0039	0.0019	9.66	4.03	0.0041	0.0019
3	2.70	4.47	2.19	0.0045	0.0024	6.56	2.63	0.0066	0.0029	7.66	3.07	0.0069	0.0031
	3.00	2.45	1.09	0.0049	0.0022	3.60	1.31	<b>0.0072</b>	0.0026	4.20	1.53	<b>0.0076</b>	0.0028
4	2.70	7.49	4.57	0.0023	0.0015	13.46	6.07	0.0040	0.0020	16.63	7.08	0.0045	0.0021
	2.70	6.50	3.91	0.0039	0.0025	11.69	5.19	0.0070	0.0034	14.45	6.06	<b>0.0078</b>	0.0035
4	2.70	4.78	2.78	0.0051	0.0032	8.58	3.69	<b>0.0091</b>	0.0043	10.60	4.30	<b>0.0102</b>	0.0045
	3.00	2.51	1.32	0.0050	0.0026	4.48	1.75	<b>0.0090</b>	0.0035	5.54	2.05	<b>0.0100</b>	0.0037
5	2.70	9.31	5.66	0.0021	0.0013	16.68	9.33	0.0036	0.0020	25.41	10.89	0.0048	0.0021
	2.70	8.43	5.11	0.0035	0.0022	15.13	8.44	0.0061	0.0036	23.06	9.85	<b>0.0083</b>	0.0037
5	2.70	6.92	4.16	0.0046	0.0029	12.43	6.86	<b>0.0082</b>	0.0049	18.95	8.01	<b>0.0112</b>	0.0051
	2.70	4.91	2.85	0.0053	0.0034	8.79	4.69	<b>0.0096</b>	0.0056	13.38	5.47	<b>0.0131</b>	0.0059
5	3.00	2.52	1.33	0.0050	0.0027	4.49	2.18	<b>0.0090</b>	0.0044	6.82	2.54	<b>0.0123</b>	0.0046



Edificación propuesta rectangular optimizada, cumple el límite de distorsión de entrepiso.

Tabla 178. Derivas de entrepiso en los ejes "X" y "Y" de la edificación propuesta optimizada de forma rectangular-5 paños

e (+)		ANÁLISIS DE DERIVAS DE ENTREPISO DE EDIFICACIÓN EN FORMA RECTANGULAR DE 5 PAÑOS											
		Eccentricidad positiva											
Niveles de la Edificación	Alturas (m)	Suelo tipo S1				Suelo tipo S2				Suelo tipo S3			
		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R	
		Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)
1	3.00	0.14	0.15	0.0003	0.0003	0.17	0.18	0.0003	0.0004	0.20	0.21	0.0004	0.0004
	2.70	0.69	0.62	0.0008	0.0008	0.82	0.75	0.0010	0.0009	0.96	0.87	0.0012	0.0011
2	3.00	0.31	0.29	0.0006	0.0006	0.37	0.34	0.0007	0.0007	0.43	0.40	0.0009	0.0008
	2.70	1.70	1.49	0.0011	0.0009	2.04	1.78	0.0013	0.0011	2.39	2.08	0.0016	0.0013
3	2.70	1.21	1.08	0.0016	0.0014	1.45	1.30	0.0019	0.0017	1.69	1.51	0.0022	0.0019
	3.00	0.50	0.46	0.0010	0.0009	0.59	0.55	0.0012	0.0011	0.69	0.64	0.0014	0.0013
4	2.70	3.24	2.72	0.0013	0.0010	3.89	3.26	0.0016	0.0012	4.54	3.80	0.0019	0.0014
	2.70	2.65	2.27	0.0020	0.0016	3.18	2.72	0.0024	0.0019	3.71	3.18	0.0028	0.0022
5	2.70	1.76	1.55	0.0024	0.0021	2.11	1.86	0.0029	0.0025	2.46	2.18	0.0033	0.0029
	3.00	0.69	0.63	0.0014	0.0013	0.83	0.76	0.0017	0.0015	0.97	0.88	0.0019	0.0018
5	2.70	4.88	4.18	0.0014	0.0010	6.38	5.15	0.0018	0.0013	7.44	6.00	0.0022	0.0015
	2.70	4.25	3.73	0.0021	0.0017	5.56	4.59	0.0028	0.0021	6.48	5.36	0.0032	0.0024
5	2.70	3.31	2.97	0.0027	0.0023	4.32	3.66	0.0035	0.0028	5.04	4.27	0.0041	0.0033
	2.70	2.11	1.96	0.0029	0.0026	2.76	2.41	0.0038	0.0032	3.22	2.81	0.0044	0.0038
5	3.00	0.81	0.78	0.0016	0.0016	1.05	0.96	0.0021	0.0019	1.23	1.11	0.0025	0.0022

La siguiente tabla muestra el incremento de los desplazamientos en porcentajes de nivel a nivel para cada tipo de suelo, de la edificación rectangular propuesta con medidas existentes de 5 niveles.

Tabla 179. Incremento de los desplazamientos en función del nivel, tipo de suelo y la irregularidad de edificación existente de forma rectangular-5 paños

INCREMENTO DE LOS DESPLAZAMIENTOS EN FUNCIÓN DEL NIVEL, TIPO DE SUELO Y LA IRREGULARIDAD "RECTANGULAR DE 5 PAÑOS"						
EJE	EJE X			EJE Y		
NIVEL	S1	S2	S3	S1	S2	S3
4-5	19%	19%	35%	19%	35%	35%
3-4	25%	38%	38%	37%	43%	43%
2-3	42%	52%	52%	55%	55%	55%
1-2	70%	70%	70%	73%	73%	73%

En las siguientes representaciones gráficas se muestra la reducción de desplazamientos máximos absolutos en el eje X y Y, la edificación propuesta con medidas existentes de forma rectangular con línea continua y línea entrecortada la edificación propuesta de forma rectangular optimizada, ambos de 5 niveles para los suelos S1 (roca o suelos muy rígidos), S2 (suelos intermedios) y S3 (suelos blandos).



Figura 41. Desplazamientos máximos por nivel en el eje "X" edificación propuesta en forma rectangular de 5 paños



Figura 42. Desplazamientos máximos por nivel en el eje "Y" edificación propuesta en forma rectangular de 5 paños

La siguiente tabla muestra en porcentajes la reducción de estos desplazamientos para cada tipo de suelo S1, S2 y S3 cuando se optimiza las áreas de columnas y vigas.

Tabla 180. Reducción de los desplazamientos en función del nivel, tipo de suelo y la irregularidad de edificación propuesta optimizada de forma rectangular-5 paños

REDUCCIÓN DE DESPLAZAMIENTOS "RECTANGULAR DE 5 PAÑOS"						
EJE	EJE X			EJE Y		
NIVEL	S1	S2	S3	S1	S2	S3
5	48%	62%	71%	19%	38%	31%
4	50%	63%	72%	22%	41%	35%
3	52%	65%	73%	23%	42%	36%
2	57%	69%	76%	22%	42%	36%
1	68%	77%	82%	41%	56%	51%

### 5.2.2 Edificación rectangular de 10 paños

Tabla 181. Comparación de edificaciones propuestas con medidas existentes vs edificaciones propuestas optimizadas de forma rectangular de 10 paños

Comparación de edificaciones propuestas con medidas existentes obtenidas en campo vs edificaciones propuestas optimizadas de forma rectangular de 10 paños	
Columnas (25x45 cm), Vigas (25x40 cm) y Losa (20cm)	Columnas en L (25x50cm), Columnas (45x45cm), Vigas (30x45cm) y Losa (20cm)
Vista en Planta	Vista en Planta
5 Niveles – Vista 3d	5 Niveles – Vista 3d

Las siguientes tablas muestran derivas o distorsiones de entrepiso producto de la aplicación de la aceleración espectral definido en la norma E.030-2018, artículo 29.2.1. De color rojo se muestran los resultados que exceden al límite de distorsión de entrepiso.

Edificación propuesta rectangular, no cumple el límite de distorsión de entrepiso en el eje X y Y.

Tabla 182. Derivas de entrepiso en los ejes "X" y "Y" de la edificación propuesta con medidas existentes rectangular-10 paños

ANÁLISIS DE DERIVAS DE ENTREPISO DE EDIFICACIÓN DE FORMA RECTANGULAR DE 10 PAÑOS													
e (+)		Excentricidad positiva											
		Suelo tipo S1				Suelo tipo S2				Suelo tipo S3			
		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R	
Niveles de la Edificación	Alturas (m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)
1	3.00	1.20	0.46	0.0024	0.0009	1.44	0.55	0.0029	0.0011	1.67	0.65	0.0030	0.0012
	2.70	3.81	1.69	0.0032	0.0017	4.57	2.03	0.0039	0.0020	5.33	2.37	0.0041	0.0021
2	3.00	2.36	0.93	0.0047	0.0019	2.84	1.12	0.0057	0.0022	3.31	1.30	0.0060	0.0023
	2.70	5.93	3.71	0.0027	0.0020	9.39	4.45	0.0042	0.0024	10.95	5.19	0.0044	0.0025
3	2.70	4.74	2.83	0.0047	0.0032	7.51	3.39	<b>0.0074</b>	0.0038	8.77	3.96	<b>0.0078</b>	0.0040
	3.00	2.65	1.41	0.0053	0.0028	4.20	1.69	<b>0.0084</b>	0.0034	4.90	1.98	<b>0.0088</b>	0.0036
4	2.70	7.76	5.19	0.0023	0.0017	13.93	7.81	0.0040	0.0026	18.55	9.11	0.0047	0.0027
	2.70	6.79	4.44	0.0040	0.0029	12.20	6.68	<b>0.0071</b>	0.0043	16.25	7.79	<b>0.0084</b>	0.0046
	2.70	5.05	3.16	0.0052	0.0037	9.07	4.75	<b>0.0094</b>	0.0055	12.07	5.54	<b>0.0113</b>	0.0058
	3.00	2.71	1.51	0.0054	0.0030	4.84	2.26	<b>0.0097</b>	0.0045	6.44	2.64	<b>0.0116</b>	0.0047
5	2.70	9.59	6.47	0.0021	0.0015	17.20	11.63	0.0034	0.0026	27.89	13.97	0.0048	0.0028
	2.70	8.76	5.85	0.0035	0.0025	15.74	10.52	0.0061	0.0044	25.54	12.63	<b>0.0088</b>	0.0048
	2.70	7.27	4.76	0.0047	0.0034	13.06	8.55	<b>0.0083</b>	0.0060	21.20	10.27	<b>0.0121</b>	0.0065
	2.70	5.23	3.26	0.0055	0.0039	9.36	5.85	<b>0.0100</b>	0.0070	15.17	7.03	<b>0.0145</b>	<b>0.0075</b>
	3.00	2.75	1.53	0.0055	0.0030	4.89	2.72	<b>0.0098</b>	0.0054	7.91	3.27	<b>0.0142</b>	0.0059



Edificación propuesta rectangular optimizada, cumple el límite de distorsión de entrepiso.

Tabla 183. Derivas de entrepiso en los ejes "X" y "Y" de la edificación propuesta optimizada de forma rectangular-10 paños

		ANÁLISIS DE DERIVAS DE ENTREPISO DE EDIFICACION EN FORMA RECTANGULAR DE 10 PAÑOS											
e (+)		Excentricidad positiva											
		Suelo tipo S1				Suelo tipo S2				Suelo tipo S3			
		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R	
Niveles de la Edificación	Alturas (m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)
1	3.00	0.21	0.20	0.0004	0.0004	0.26	0.25	0.0005	0.0005	0.30	0.29	0.0006	0.0006
	2.70	0.88	0.83	0.0010	0.0010	1.06	1.00	0.0013	0.0012	1.24	1.16	0.0015	0.0014
2	3.00	0.41	0.39	0.0008	0.0008	0.50	0.47	0.0010	0.0009	0.58	0.55	0.0012	0.0011
	2.70	2.91	2.72	0.0018	0.0016	2.49	2.33	0.0015	0.0014	2.91	2.72	0.0018	0.0016
3	2.70	2.13	2.00	0.0027	0.0025	1.82	1.72	0.0023	0.0022	2.13	2.00	0.0027	0.0025
	3.00	0.92	0.87	0.0018	0.0017	0.79	0.75	0.0016	0.0015	0.92	0.87	0.0018	0.0017
4	2.70	3.80	3.52	0.0014	0.0013	4.56	4.23	0.0017	0.0015	5.31	4.93	0.0020	0.0018
	2.70	3.17	2.95	0.0022	0.0020	3.80	3.54	0.0027	0.0025	4.43	4.14	0.0031	0.0029
5	2.70	2.18	2.04	0.0028	0.0027	2.61	2.45	0.0034	0.0032	3.05	2.86	0.0040	0.0037
	3.00	0.90	0.85	0.0018	0.0017	1.08	1.02	0.0022	0.0020	1.26	1.19	0.0025	0.0024
5	2.70	5.12	4.78	0.0013	0.0012	7.21	6.63	0.0018	0.0016	8.41	7.73	0.0021	0.0019
	2.70	4.55	4.28	0.0021	0.0019	6.41	5.93	0.0030	0.0027	7.48	6.92	0.0034	0.0031
5	2.70	3.62	3.42	0.0027	0.0026	5.10	4.74	0.0039	0.0036	5.95	5.53	0.0045	0.0041
	2.70	2.39	2.27	0.0032	0.0030	3.37	3.15	0.0045	0.0042	3.93	3.67	0.0052	0.0048
5	3.00	0.97	0.93	0.0019	0.0019	1.36	1.28	0.0027	0.0026	1.59	1.49	0.0032	0.0030

La siguiente tabla muestra el incremento de los desplazamientos en porcentajes de nivel a nivel para cada tipo de suelo, de la edificación rectangular propuesta con medidas existentes de 5 niveles.

Tabla 184. Incremento de los desplazamientos en función del nivel, tipo de suelo y la irregularidad de edificación propuesta con medidas propuestas de forma rectangular-10 paños

INCREMENTO DE LOS DESPLAZAMIENTOS EN FUNCIÓN DEL NIVEL, TIPO DE SUELO Y LA IRREGULARIDAD "RECTANGULAR DE 10 PAÑOS"						
EJE	EJE X			EJE Y		
NIVEL	S1	S2	S3	S1	S2	S3
4-5	19%	19%	33%	20%	33%	35%
3-4	24%	33%	33%	29%	43%	43%
2-3	36%	51%	51%	54%	54%	54%
1-2	69%	69%	69%	73%	73%	73%

En las siguientes representaciones gráficas se muestra la reducción de desplazamientos máximos absolutos en el eje X y Y, la edificación propuesta con medidas existentes de forma rectangular con línea continua y línea entrecortada la edificación propuesta de forma rectangular optimizada, ambos de 5 niveles para los suelos S1 (roca o suelos muy rígidos), S2 (suelos intermedios) y S3 (suelos blandos).



Figura 43. Desplazamientos máximos por nivel en el eje "X" edificación propuesta en forma rectangular de 10 paños



Figura 44. Desplazamientos máximos por nivel en el eje "Y" edificación propuesta en forma rectangular de 10 paños

La siguiente tabla muestra en porcentajes la reducción de estos desplazamientos para cada tipo de suelo S1, S2 y S3 cuando se optimiza las áreas de columnas y vigas.

Tabla 185. Reducción de los desplazamientos en función del nivel, tipo de suelo y la irregularidad de edificación propuesta con medidas propuestas de forma rectangular-10 paños

REDUCCIÓN DE DESPLAZAMIENTOS "RECTANGULAR DE 10 PAÑOS"						
EJE	EJE X			EJE Y		
NIVEL	S1	S2	S3	S1	S2	S3
5	47%	58%	70%	21%	38%	32%
4	48%	59%	71%	23%	40%	35%
3	50%	61%	72%	24%	41%	36%
2	54%	64%	74%	22%	40%	36%
1	65%	72%	80%	39%	53%	49%



### 5.2.3 Edificación en forma de cruz de 9 paños

Tabla 186. Comparación de edificaciones propuestas con medidas existentes vs edificaciones propuestas optimizadas en forma de cruz de 9-paños

Comparación de edificaciones propuestas con medidas existentes obtenidas en campo vs edificaciones propuestas optimizadas en forma de cruz de 9 paños.	
Columnas (25x45 cm), Vigas (25x40 cm) y Losa (20cm)	Columnas en L (25x50cm), Columnas (45x45cm), Vigas (30x45cm) y Losa (20cm)
Vista en Planta	Vista en Planta
5 Niveles – Vista 3d	5 Niveles – Vista 3d

Las siguientes tablas muestran derivas o distorsiones de entrepiso producto de la aplicación de la aceleración espectral definido en la norma E.030-2018, artículo 29.2.1. De color rojo se muestran los resultados que exceden al límite de distorsión de entrepiso.

Edificación propuesta en forma de cruz, no cumple el límite de distorsión de entrepiso en el eje X y Y.

Tabla 187. Derivas de entrepiso en los ejes “X” y “Y” de la edificación propuesta con medidas existentes en forma de cruz-9 paños

ANÁLISIS DE DERIVAS DE ENTREPISO DE EDIFICACIÓN EN FORMA DE CRUZ DE 9 PAÑOS													
e (+)		Excentricidad positiva											
		Suelo tipo S1				Suelo tipo S2				Suelo tipo S3			
		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R	
Niveles de la Edificación	Alturas (m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)
1	3.00	1.09	0.54	0.0022	0.0011	1.30	0.65	0.0027	0.0013	1.52	0.76	0.0031	0.0015
	2.70	3.52	2.07	0.0031	0.0022	4.23	2.48	0.0037	0.0026	4.93	2.90	0.0043	0.0031
2	3.00	2.17	1.11	0.0044	0.0023	2.61	1.33	0.0053	0.0027	3.04	1.55	0.0062	0.0032
	2.70	6.00	4.63	0.0028	0.0026	8.76	5.55	0.0041	0.0032	10.22	6.48	0.0048	0.0037
3	2.70	4.78	3.47	0.0048	0.0040	6.98	4.17	0.0071	0.0049	8.15	4.86	0.0083	0.0057
	3.00	2.66	1.69	0.0054	0.0035	3.87	2.03	0.0079	0.0041	4.52	2.37	0.0092	0.0048
4	2.70	7.93	6.75	0.0024	0.0024	14.25	9.88	0.0042	0.0035	17.42	11.52	0.0051	0.0041
	2.70	6.92	5.71	0.0042	0.0039	12.45	8.36	0.0074	0.0057	15.22	9.76	0.0091	0.0067
5	2.70	5.13	4.01	0.0055	0.0049	9.21	5.87	0.0098	0.0071	11.26	6.85	0.0120	0.0083
	3.00	2.72	1.87	0.0056	0.0038	4.87	2.73	0.0099	0.0056	5.96	3.18	0.0122	0.0065
5	2.70	9.83	8.44	0.0022	0.0021	17.63	15.14	0.0036	0.0036	26.33	17.90	0.0053	0.0043
	2.70	8.96	7.56	0.0037	0.0034	16.09	13.57	0.0065	0.0061	24.05	16.04	0.0095	0.0072
	2.70	7.41	6.09	0.0049	0.0045	13.32	10.93	0.0088	0.0081	19.91	12.93	0.0131	0.0096
	2.70	5.30	4.12	0.0058	0.0051	9.50	7.38	0.0104	0.0091	14.18	8.73	0.0156	0.0108
	3.00	2.76	1.88	0.0056	0.0038	4.92	3.35	0.0100	0.0068	7.33	3.96	0.0150	0.0081



Edificación propuesta en forma de cruz optimizada, cumple el límite de distorsión de entrepiso.

Tabla 188. Derivas de entrepiso en los ejes "X" y "Y" de la edificación propuesta optimizadas en forma de cruz-9 paños

ANÁLISIS DE DERIVAS DE ENTREPISO DE EDIFICACION EN FORMA DE CRUZ DE 9 PAÑOS													
e(+)		Excentricidad positiva											
		Suelo tipo S1				Suelo tipo S2				Suelo tipo S3			
		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R	
Niveles de la Edificación	Alturas (m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)
1	3.00	0.16	0.16	0.0003	0.0003	0.19	0.20	0.0004	0.0004	0.22	0.23	0.0004	0.0005
	2.70	0.72	0.77	0.0009	0.0010	0.86	0.93	0.0011	0.0012	1.00	1.08	0.0013	0.0014
2	3.00	0.32	0.34	0.0007	0.0007	0.39	0.41	0.0008	0.0008	0.45	0.48	0.0009	0.0010
	2.70	1.74	1.89	0.0011	0.0012	2.09	2.27	0.0014	0.0015	2.44	2.65	0.0016	0.0017
3	2.70	1.25	1.35	0.0017	0.0018	1.50	1.62	0.0020	0.0022	1.75	1.88	0.0023	0.0025
	3.00	0.52	0.55	0.0011	0.0011	0.62	0.66	0.0013	0.0014	0.73	0.77	0.0015	0.0016
4	2.70	3.25	3.54	0.0013	0.0014	3.90	4.24	0.0016	0.0017	4.55	4.95	0.0018	0.0020
	2.70	2.69	2.91	0.0020	0.0022	3.22	3.49	0.0024	0.0026	3.76	4.08	0.0028	0.0031
5	2.70	1.81	1.95	0.0025	0.0027	2.17	2.34	0.0030	0.0032	2.54	2.73	0.0035	0.0038
	3.00	0.72	0.77	0.0015	0.0016	0.86	0.92	0.0018	0.0019	1.01	1.07	0.0021	0.0022
5	2.70	5.05	5.28	0.0014	0.0015	6.25	6.82	0.0017	0.0019	7.30	7.96	0.0020	0.0022
	2.70	4.46	4.65	0.0022	0.0023	5.52	6.01	0.0027	0.0029	6.44	7.01	0.0031	0.0034
5	2.70	3.51	3.66	0.0028	0.0030	4.35	4.73	0.0035	0.0038	5.08	5.51	0.0041	0.0045
	2.70	2.28	2.36	0.0032	0.0033	2.82	3.04	0.0039	0.0043	3.29	3.55	0.0046	0.0050
5	3.00	0.88	0.91	0.0018	0.0018	1.09	1.17	0.0022	0.0024	1.28	1.36	0.0026	0.0028

La siguiente tabla muestra el incremento de los desplazamientos en porcentajes de nivel a nivel para cada tipo de suelo, de la edificación propuesta con medidas existentes en forma de cruz de 5 niveles.

Tabla 189. Incremento de los desplazamientos en función del nivel, tipo de suelo y la irregularidad de edificación propuesta con medidas existentes en forma de cruz-9 paños

INCREMENTO DE LOS DESPLAZAMIENTOS EN FUNCIÓN DEL NIVEL, TIPO DE SUELO Y LA IRREGULARIDAD "CRUZ 9 PAÑOS"						
EJE	EJE X			EJE Y		
NIVEL	S1	S2	S3	S1	S2	S3
4-5	19%	19%	34%	20%	35%	36%
3-4	24%	39%	39%	32%	44%	44%
2-3	41%	52%	52%	55%	55%	55%
1-2	69%	69%	69%	74%	74%	74%

En las siguientes representaciones gráficas se muestra la reducción de desplazamientos máximos absolutos en el eje X y Y, la edificación propuesta con medidas existentes en forma de cruz de 9 paños con línea continua y línea entrecortada la edificación propuesta en forma de cruz de 9 paños optimizada, ambos de 5 niveles para los suelos S1 (roca o suelos muy rígidos), S2 (suelos intermedios) y S3 (suelos blandos).



Figura 45. Desplazamientos máximos por nivel en el eje "X" edificación propuesta en forma de cruz de 9 paños



Figura 46. Desplazamientos máximos por nivel en el eje "Y" edificación propuesta en forma de cruz de 9 paños

La siguiente tabla muestra en porcentajes la reducción de estos desplazamientos para cada tipo de suelo S1, S2 y S3 cuando se optimiza las áreas de columnas y vigas.

Tabla 190. Reducción de los desplazamientos en función del nivel, tipo de suelo y la irregularidad de edificación propuesta con medidas propuestas en forma cruz -9 paños

REDUCCIÓN DE DESPLAZAMIENTOS "CRUZ 9 PAÑOS"						
EJE	EJE X			EJE Y		
NIVEL	S1	S2	S3	S1	S2	S3
5	40%	49%	60%	34%	41%	42%
4	40%	49%	61%	32%	40%	41%
3	40%	49%	61%	33%	41%	42%
2	39%	48%	60%	22%	32%	33%
1	43%	52%	62%	19%	29%	30%

### 5.2.4 Edificación en forma de cruz de 16 paños

Tabla 191. Comparación de edificaciones propuestas con medidas existentes vs edificaciones propuestas optimizadas en forma de cruz de 16 - paños

Comparación de edificaciones propuestas con medidas existentes obtenidas en campo vs edificaciones propuestas optimizadas en forma de cruz de 16 paños	
Columnas (25x45 cm), Vigas (25x40 cm) y Losa (20cm)	Columnas en L (25x50cm), Columnas (45x45cm), Vigas (30x45cm) y Losa (20cm)
Vista en Planta	Vista en Planta
5 Niveles – Vista 3d	5 Niveles – Vista 3d

Las siguientes tablas muestran derivas o distorsiones de entrepiso producto de la aplicación de la aceleración espectral definido en la norma E.030-2018, artículo 29.2.1. De color rojo se muestran los resultados que exceden al límite de distorsión de entrepiso.

Edificación propuesta en forma de cruz, no cumple el límite de distorsión de entrepiso en el eje X y Y.

Tabla 192. Derivas de entrepiso en los ejes “X” y “Y” de la edificación propuesta con medidas existentes en forma de cruz-16 paños

ANÁLISIS DE DERIVAS DE ENTREPISO DE EDIFICACIÓN EN FORMA DE CRUZ DE 16 PAÑOS													
e (+)		Excentricidad positiva											
		Suelo tipo S1				Suelo tipo S2				Suelo tipo S3			
		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R	
Niveles de la Edificación	Alturas (m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)
1	3.00	1.31	0.64	0.0027	0.0013	1.58	0.77	0.0032	0.0016	1.84	0.90	0.0038	0.0018
	2.70	4.15	2.38	0.0035	0.0025	4.98	2.86	0.0043	0.0030	5.81	3.34	0.0050	0.0035
2	3.00	2.59	1.29	0.0053	0.0026	3.11	1.55	0.0063	0.0032	3.63	1.81	0.0074	0.0037
	2.70	6.40	5.29	0.0029	0.0030	10.19	6.35	0.0046	0.0035	11.88	7.40	0.0054	0.0041
3	2.70	5.14	4.00	0.0051	0.0046	8.18	4.80	0.0081	0.0055	9.54	5.60	0.0095	0.0065
	3.00	2.89	1.97	0.0059	0.0040	4.60	2.37	0.0094	0.0048	5.37	2.76	0.0110	0.0056
4	2.70	8.38	7.14	0.0025	0.0025	15.05	11.24	0.0043	0.0039	20.09	13.11	0.0057	0.0045
	2.70	7.34	6.07	0.0044	0.0041	13.20	9.57	0.0077	0.0064	17.63	11.16	0.0103	0.0075
	2.70	5.48	4.29	0.0058	0.0052	9.84	6.76	0.0103	0.0081	13.14	7.88	0.0138	0.0095
	3.00	2.96	2.02	0.0060	0.0041	5.29	3.18	0.0108	0.0065	7.06	3.71	0.0144	0.0076
5	2.70	10.36	8.92	0.0022	0.0022	18.59	16.00	0.0037	0.0037	30.14	20.27	0.0058	0.0047
	2.70	9.48	8.02	0.0039	0.0036	17.04	14.41	0.0067	0.0063	27.64	18.26	0.0107	0.0080
	2.70	7.89	6.49	0.0051	0.0047	14.17	11.66	0.0091	0.0085	23.00	14.78	0.0148	0.0108
	2.70	5.69	4.43	0.0061	0.0054	10.19	7.94	0.0110	0.0097	16.51	10.05	0.0178	0.0123
	3.00	3.02	2.05	0.0062	0.0042	5.37	3.65	0.0109	0.0074	8.67	4.62	0.0177	0.0094



Edificación propuesta en forma de cruz optimizada, cumple el límite de distorsión de entrepiso.

Tabla 193. Derivas de entrepiso en los ejes "X" y "Y" de la edificación propuesta optimizadas en forma de cruz-16 paños

ANÁLISIS DE DERIVAS DE ENTREPISO DE EDIFICACION EN FORMA DE CRUZ DE 16 PAÑOS													
e (+)		Excentricidad positiva											
		Suelo tipo S1				Suelo tipo S2				Suelo tipo S3			
		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R	
Niveles de la Edificación	Alturas (m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)
1	3.00	0.23	0.24	0.0005	0.0005	0.27	0.29	0.0006	0.0006	0.32	0.33	0.0006	0.0007
	2.70	0.94	1.02	0.0011	0.0013	1.13	1.22	0.0014	0.0015	1.32	1.42	0.0016	0.0018
2	3.00	0.44	0.46	0.0009	0.0009	0.52	0.56	0.0011	0.0011	0.61	0.65	0.0012	0.0013
	2.70	2.22	2.42	0.0014	0.0015	2.66	2.91	0.0016	0.0018	3.11	3.39	0.0019	0.0021
3	2.70	1.62	1.75	0.0021	0.0023	1.95	2.10	0.0025	0.0027	2.27	2.45	0.0029	0.0032
	3.00	0.70	0.74	0.0014	0.0015	0.84	0.89	0.0017	0.0018	0.98	1.04	0.0020	0.0021
	2.70	4.05	4.45	0.0015	0.0017	4.86	5.34	0.0018	0.0021	5.67	6.23	0.0022	0.0024
4	2.70	3.39	3.70	0.0024	0.0027	4.06	4.44	0.0029	0.0032	4.74	5.18	0.0034	0.0038
	2.70	2.33	2.52	0.0031	0.0034	2.79	3.03	0.0037	0.0041	3.26	3.53	0.0044	0.0048
	3.00	0.95	1.02	0.0019	0.0021	1.14	1.22	0.0023	0.0025	1.34	1.43	0.0027	0.0029
	2.70	5.67	5.91	0.0014	0.0015	7.68	8.45	0.0019	0.0022	8.96	9.86	0.0023	0.0025
5	2.70	5.06	5.25	0.0024	0.0025	6.85	7.52	0.0032	0.0035	7.99	8.77	0.0037	0.0041
	2.70	4.03	4.17	0.0031	0.0033	5.46	5.97	0.0042	0.0047	6.37	6.96	0.0049	0.0055
	2.70	2.66	2.74	0.0036	0.0037	3.61	3.91	0.0049	0.0054	4.21	4.56	0.0057	0.0063
	3.00	1.07	1.09	0.0022	0.0022	1.45	1.55	0.0029	0.0032	1.69	1.81	0.0034	0.0037

La siguiente tabla muestra el incremento de los desplazamientos en porcentajes de nivel a nivel para cada tipo de suelo, de la edificación propuesta con medidas existentes en forma de cruz de 5 niveles.

Tabla 194. Incremento los desplazamientos en función del nivel, tipo de suelo y la irregularidad de edificación propuesta con medidas existentes en forma de cruz-16 paños

INCREMENTO DE LOS DESPLAZAMIENTOS EN FUNCIÓN DEL NIVEL, TIPO DE SUELO Y LA IRREGULARIDAD "CRUZ 16 PAÑOS"						
EJE	EJE X			EJE Y		
NIVEL	S1	S2	S3	S1	S2	S3
4-5	19%	19%	33%	20%	30%	35%
3-4	24%	32%	32%	26%	44%	44%
2-3	35%	51%	51%	55%	55%	55%
1-2	68%	68%	68%	73%	73%	73%

En las siguientes representaciones gráficas se muestra la reducción de desplazamientos máximos absolutos en el eje X y Y, la edificación propuesta con medidas existentes en forma de cruz de 16 paños con línea continua y línea entrecortada la edificación propuesta en forma de cruz de 16 paños optimizada, ambos de 5 niveles para los suelos S1 (roca o suelos muy rígidos), S2 (suelos intermedios) y S3 (suelos blandos).



Figura 47. Desplazamientos máximos por nivel en el eje "X" edificación propuesta en forma de cruz de 16 paños

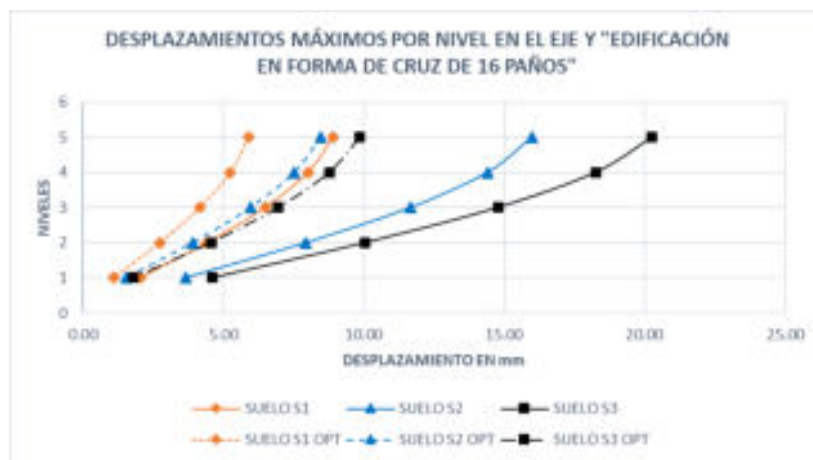


Figura 48. Desplazamientos máximos por nivel en el eje "Y" edificación propuesta en forma de cruz de 16 paños

La siguiente tabla muestra en porcentajes la reducción de estos desplazamientos para cada tipo de suelo S1, S2 y S3 cuando se optimiza las áreas de columnas y vigas.

Tabla 195. Reducción de los desplazamientos en función del nivel, tipo de suelo y la irregularidad de edificación propuesta con medidas optimizadas en forma de cruz-16 paños

REDUCCIÓN DE DESPLAZAMIENTOS "CRUZ 16 PAÑOS"						
EJE	EJE X			EJE Y		
NIVEL	S1	S2	S3	S1	S2	S3
5	45%	59%	70%	29%	41%	46%
4	47%	60%	71%	30%	44%	48%
3	49%	61%	72%	31%	45%	49%
2	53%	65%	75%	31%	45%	49%
1	65%	73%	81%	47%	58%	61%



### 5.2.5 Edificación en forma de U de 13 paños

Tabla 196. Comparación de edificaciones propuestas con medidas existentes vs edificaciones propuestas optimizadas en forma de U de 13 - paños

Comparación de edificaciones propuestas con medidas existentes obtenidas en campo vs edificaciones propuestas optimizadas en forma de U de 13 paños	
Columnas (25x45 cm), Vigas (25x40 cm) y Losa (20cm)	Columnas en L (25x50cm), Columnas (45x45cm), Vigas (30x45cm) y Losa (20cm)
Vista en Planta	Vista en Planta
5 Niveles – Vista 3d	5 Niveles – Vista 3d

Las siguientes tablas muestran derivas o distorsiones de entrepiso producto de la aplicación de la aceleración espectral definido en la norma E.030-2018, artículo 29.2.1. De color rojo se muestran los resultados que exceden al límite de distorsión de entrepiso.

Edificación propuesta en forma de U, no cumple el límite de distorsión de entrepiso en el eje X y Y.

Tabla 197. Derivas de entrepiso en los ejes "X" y "Y" de la edificación propuesta con medidas existentes en forma de U-13 paños

ANÁLISIS DE DERIVAS DE ENTREPISO DE EDIFICACIÓN EN FORMA DE U DE 13 PAÑOS													
e (+)		Excentricidad positiva											
		Suelo tipo S1				Suelo tipo S2				Suelo tipo S3			
		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R	
Niveles de la Edificación	Alturas (m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)
1	3.00	1.05	0.55	0.0021	0.0011	1.26	0.66	0.0026	0.0013	1.47	0.77	0.0030	0.0016
	2.70	3.32	2.02	0.0028	0.0022	3.98	2.42	0.0034	0.0027	4.65	2.83	0.0039	0.0031
2	3.00	2.09	1.07	0.0043	0.0022	2.50	1.29	0.0051	0.0026	2.92	1.50	0.0060	0.0031
	2.70	5.61	4.54	0.0026	0.0028	8.15	5.46	0.0037	0.0033	9.51	6.36	0.0043	0.0039
3	2.70	4.51	3.35	0.0045	0.0040	6.56	4.02	0.0065	0.0048	7.65	4.69	<b>0.0076</b>	0.0056
	3.00	2.55	1.66	0.0052	0.0034	3.70	1.99	<b>0.0076</b>	0.0041	4.32	2.32	<b>0.0088</b>	0.0047
4	2.70	7.36	6.41	0.0022	0.0025	13.23	9.98	0.0038	0.0038	16.08	11.64	0.0045	0.0044
	2.70	6.46	5.35	0.0038	0.0038	11.62	8.34	0.0068	0.0059	14.12	9.73	<b>0.0082</b>	0.0069
5	2.70	4.83	3.72	0.0050	0.0046	8.67	5.75	<b>0.0091</b>	<b>0.0072</b>	10.53	6.71	<b>0.0110</b>	<b>0.0084</b>
	3.00	2.61	1.77	0.0053	0.0036	4.68	2.66	<b>0.0095</b>	0.0054	5.68	3.10	<b>0.0116</b>	0.0063
5	2.70	9.07	8.22	0.0019	0.0022	16.30	14.77	0.0032	0.0039	24.12	18.66	0.0046	0.0049
	2.70	8.31	7.29	0.0034	0.0035	14.95	13.10	0.0058	0.0061	22.13	16.56	<b>0.0086</b>	<b>0.0077</b>
5	2.70	6.92	5.81	0.0045	0.0044	12.44	10.44	<b>0.0080</b>	<b>0.0080</b>	18.42	13.20	<b>0.0118</b>	<b>0.0101</b>
	2.70	5.00	3.87	0.0053	0.0049	8.95	6.94	<b>0.0096</b>	<b>0.0088</b>	13.24	8.78	<b>0.0142</b>	<b>0.0111</b>
5	3.00	2.65	1.77	0.0054	0.0036	4.73	3.15	<b>0.0096</b>	0.0064	6.98	3.87	<b>0.0142</b>	<b>0.0079</b>



Edificación propuesta en forma de U optimizada, cumple el límite de distorsión de entrepiso.

Tabla 198. Derivas de entrepiso en los ejes "X" y "Y" de la edificación propuesta optimizada en forma de U-13 paños

e (+)		ANÁLISIS DE DERIVAS DE ENTREPISO DE EDIFICACION EN FORMA DE U DE 13 PAÑOS											
		Excentricidad positiva											
		Suelo tipo S1				Suelo tipo S2				Suelo tipo S3			
		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R	
Niveles de la Edificación	Alturas (m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)
1	3.00	0.20	0.25	0.0004	0.0005	0.24	0.30	0.0005	0.0006	0.28	0.35	0.0006	0.0007
	2.70	0.81	1.02	0.0010	0.0012	0.97	1.23	0.0012	0.0015	1.13	1.43	0.0013	0.0017
2	3.00	0.39	0.48	0.0008	0.0010	0.46	0.58	0.0009	0.0012	0.54	0.68	0.0011	0.0014
	2.70	1.89	2.39	0.0011	0.0015	2.26	2.87	0.0014	0.0018	2.64	3.34	0.0016	0.0021
3	2.70	1.39	1.74	0.0018	0.0022	1.67	2.09	0.0021	0.0027	1.95	2.44	0.0025	0.0031
	3.00	0.61	0.76	0.0012	0.0016	0.74	0.91	0.0015	0.0019	0.86	1.07	0.0018	0.0022
4	2.70	3.42	4.31	0.0013	0.0017	4.11	5.17	0.0015	0.0020	4.79	6.03	0.0018	0.0023
	2.70	2.88	3.59	0.0020	0.0026	3.45	4.31	0.0024	0.0031	4.03	5.03	0.0028	0.0036
5	2.70	1.99	2.47	0.0026	0.0033	2.39	2.96	0.0032	0.0039	2.79	3.45	0.0037	0.0046
	3.00	0.84	1.03	0.0017	0.0021	1.00	1.23	0.0020	0.0025	1.17	1.44	0.0024	0.0029
5	2.70	5.05	5.71	0.0012	0.0015	6.46	8.09	0.0016	0.0021	7.53	9.43	0.0018	0.0025
	2.70	4.52	5.08	0.0021	0.0024	5.78	7.19	0.0026	0.0034	6.74	8.39	0.0031	0.0039
	2.70	3.61	4.04	0.0028	0.0031	4.62	5.72	0.0035	0.0044	5.39	6.68	0.0041	0.0052
	2.70	2.41	2.67	0.0032	0.0036	3.08	3.77	0.0041	0.0051	3.59	4.40	0.0048	0.0059
	3.00	0.99	1.09	0.0020	0.0022	1.26	1.54	0.0026	0.0031	1.47	1.79	0.0030	0.0037

La siguiente tabla muestra el incremento de los desplazamientos en porcentajes de nivel a nivel para cada tipo de suelo, de la edificación propuesta con medidas existentes en forma de U de 5 niveles.

Tabla 199. Incremento de los desplazamientos en función del nivel, tipo de suelo y la irregularidad de edificación propuesta con medidas existentes en forma de U-13 paños

INCREMENTO DE LOS DESPLAZAMIENTOS EN FUNCIÓN DEL NIVEL, TIPO DE SUELO Y LA IRREGULARIDAD "U DE 13 PAÑOS"						
EJE	EJE X			EJE Y		
NIVEL	S1	S2	S3	S1	S2	S3
4-5	19%	19%	33%	22%	32%	38%
3-4	24%	38%	38%	29%	45%	45%
2-3	41%	51%	51%	56%	56%	56%
1-2	68%	68%	68%	73%	73%	73%

En las siguientes representaciones gráficas se muestra la reducción de desplazamientos máximos absolutos en el eje X y Y, la edificación propuesta con medidas existentes en forma de U de 13 paños con línea continua y línea entrecortada la edificación propuesta en forma de U de 13 paños optimizada, ambos de 5 niveles para los suelos S1 (roca o suelos muy rígidos), S2 (suelos intermedios) y S3 (suelos blandos).





Figura 49. Desplazamientos máximos por nivel en el eje "X" edificación propuesta en forma de U de 13 paños



Figura 50. Desplazamientos máximos por nivel en el eje "Y" edificación propuesta en forma de C de 13 paños

La siguiente tabla muestra en porcentajes la reducción de estos desplazamientos para cada tipo de suelo S1, S2 y S3 cuando se optimiza las áreas de columnas y vigas.

Tabla 200. Reducción de los desplazamientos en función del nivel, tipo de suelo y la irregularidad de edificación propuesta con medidas optimizadas en forma de U-13 paños

REDUCCIÓN DE DESPLAZAMIENTOS "U DE 13 PAÑOS"						
EJE	EJE X			EJE Y		
NIVEL	S1	S2	S3	S1	S2	S3
5	44%	60%	69%	32%	45%	49%
4	46%	61%	70%	31%	45%	49%
3	48%	63%	71%	29%	44%	49%
2	52%	66%	73%	27%	42%	47%
1	63%	73%	79%	38%	51%	54%



### 5.2.6 Edificación en forma de U de 12 paños

Tabla 201. Comparación de edificaciones propuestas con medidas existentes vs edificaciones propuestas optimizadas en forma de U de 12 - paños

Comparación de edificaciones propuestas con medidas existentes obtenidas en campo vs edificaciones propuestas optimizadas en forma de U de 12 paños	
Columnas (25x45 cm), Vigas (25x40 cm) y Losa (20cm)	Columnas en L (25x50cm), Columnas (45x45cm), Vigas (30x45cm) y Losa (20cm)
Vista en Planta	Vista en Planta
5 Niveles – Vista 3d	5 Niveles – Vista 3d

Las siguientes tablas muestran derivas o distorsiones de entrepiso producto de la aplicación de la aceleración espectral definido en la norma E.030-2018, artículo 29.2.1. De color rojo se muestran los resultados que exceden al límite de distorsión de entrepiso.

Edificación propuesta en forma de U, no cumple el límite de distorsión de entrepiso en el eje X y Y.

Tabla 202. Derivas de entrepiso en los ejes “X” y “Y” de la edificación propuesta con medidas existentes en forma de U-12 paños

ANÁLISIS DE DERIVAS DE ENTREPISO DE EDIFICACIÓN EN FORMA DE U DE 12 PAÑOS													
e (+)		Excentricidad positiva											
		Suelo tipo S1				Suelo tipo S2				Suelo tipo S3			
		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R	
Niveles de la Edificación	Alturas (m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)
1	3.00	1.26	0.57	0.0026	0.0012	1.51	0.69	0.0031	0.0014	1.77	0.80	0.0036	0.0016
	2.70	4.00	2.08	0.0034	0.0022	4.80	2.50	0.0041	0.0026	5.60	2.91	0.0048	0.0031
2	3.00	2.50	1.12	0.0051	0.0023	3.00	1.35	0.0061	0.0027	3.49	1.57	0.0071	0.0032
	2.70	6.31	4.53	0.0029	0.0026	9.83	5.43	0.0045	0.0031	11.47	6.34	0.0052	0.0036
3	2.70	5.06	3.42	0.0050	0.0040	7.89	4.09	0.0079	0.0047	9.20	4.77	0.0092	0.0055
	3.00	2.84	1.67	0.0058	0.0034	4.43	2.00	0.0090	0.0041	5.17	2.34	0.0105	0.0048
4	2.70	8.28	6.22	0.0025	0.0022	14.87	9.49	0.0043	0.0033	19.40	11.07	0.0055	0.0039
	2.70	7.25	5.28	0.0043	0.0036	13.04	8.05	0.0076	0.0055	17.01	9.39	0.0100	0.0064
5	2.70	5.40	3.71	0.0057	0.0045	9.71	5.66	0.0102	0.0069	12.67	6.60	0.0133	0.0080
	3.00	2.91	1.74	0.0059	0.0035	5.21	2.65	0.0106	0.0054	6.79	3.09	0.0139	0.0063
5	2.70	10.19	7.71	0.0022	0.0019	18.28	13.85	0.0037	0.0033	29.11	16.95	0.0057	0.0040
	2.70	9.33	6.91	0.0038	0.0031	16.75	12.43	0.0066	0.0055	26.68	15.22	0.0104	0.0068
	2.70	7.75	5.58	0.0050	0.0041	13.93	10.03	0.0090	0.0074	22.18	12.28	0.0143	0.0090
	2.70	5.59	3.79	0.0060	0.0047	10.00	6.79	0.0108	0.0084	15.91	8.31	0.0172	0.0103
	3.00	2.95	1.77	0.0060	0.0036	5.26	3.16	0.0107	0.0064	8.34	3.86	0.0170	0.0079



Edificación propuesta en forma de U optimizada, cumple el límite de distorsión de entrepiso.

Tabla 203. Derivas de entrepiso en los ejes "X" y "Y" de la edificación propuesta optimizadas en forma de U-12 paños

ANÁLISIS DE DERIVAS DE ENTREPISO DE EDIFICACION EN FORMA DE U DE 12 PAÑOS													
e (+)		Excentricidad positiva											
		Suelo tipo S1				Suelo tipo S2				Suelo tipo S3			
		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R	
Niveles de la Edificación	Alturas (m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)
1	3.00	0.22	0.23	0.0004	0.0005	0.26	0.28	0.0005	0.0006	0.30	0.33	0.0006	0.0007
	2.70	0.90	0.97	0.0011	0.0012	1.08	1.16	0.0013	0.0014	1.26	1.35	0.0015	0.0016
2	3.00	0.42	0.45	0.0009	0.0009	0.50	0.54	0.0010	0.0011	0.58	0.63	0.0012	0.0013
	2.70	2.12	2.28	0.0013	0.0014	2.54	2.73	0.0016	0.0017	2.97	3.19	0.0018	0.0020
3	2.70	1.55	1.66	0.0020	0.0021	1.86	1.99	0.0024	0.0026	2.17	2.32	0.0028	0.0030
	3.00	0.67	0.71	0.0014	0.0015	0.80	0.86	0.0016	0.0017	0.93	1.00	0.0019	0.0020
4	2.70	3.87	4.13	0.0015	0.0016	4.64	4.96	0.0018	0.0019	5.42	5.79	0.0021	0.0022
	2.70	3.23	3.45	0.0023	0.0025	3.88	4.14	0.0028	0.0030	4.52	4.83	0.0032	0.0035
5	2.70	2.22	2.37	0.0030	0.0032	2.66	2.84	0.0036	0.0038	3.11	3.31	0.0042	0.0044
	3.00	0.91	0.97	0.0019	0.0020	1.09	1.17	0.0022	0.0024	1.27	1.36	0.0026	0.0028
5	2.70	5.43	5.63	0.0014	0.0014	7.33	7.79	0.0019	0.0020	8.56	9.09	0.0022	0.0023
	2.70	4.84	5.02	0.0023	0.0024	6.53	6.94	0.0031	0.0032	7.62	8.10	0.0036	0.0038
5	2.70	3.85	4.00	0.0030	0.0031	5.20	5.53	0.0040	0.0043	6.07	6.45	0.0047	0.0050
	2.70	2.55	2.64	0.0035	0.0036	3.43	3.64	0.0047	0.0049	4.00	4.25	0.0054	0.0058
5	3.00	1.02	1.06	0.0021	0.0022	1.38	1.46	0.0028	0.0030	1.61	1.71	0.0033	0.0035

La tabla muestra el incremento de los desplazamientos en % de nivel a nivel para cada tipo de suelo, de la edificación propuesta con medidas existentes en forma de U de 5 niveles.

Tabla 204. Incremento de los desplazamientos en función del nivel, tipo de suelo y la irregularidad de edificación propuesta con medidas existentes en forma de U-12 paños

INCREMENTO DE LOS DESPLAZAMIENTOS EN FUNCIÓN DEL NIVEL, TIPO DE SUELO Y LA IRREGULARIDAD "U DE 12 PAÑOS"						
EJE	EJE X			EJE Y		
NIVEL	S1	S2	S3	S1	S2	S3
4-5	19%	19%	33%	19%	31%	35%
3-4	24%	34%	34%	27%	43%	43%
2-3	37%	51%	51%	54%	54%	54%
1-2	68%	68%	68%	73%	73%	73%

En las siguientes representaciones gráficas se muestra la reducción de desplazamientos máximos absolutos en el eje X y Y, la edificación propuesta con medidas existentes en forma de U de 12 paños con línea continua y línea entrecortada la edificación propuesta en forma de U de 12 paños optimizada, ambos de 5 niveles para los suelos S1 (roca o suelos muy rígidos), S2 (suelos intermedios) y S3 (suelos blandos).



Figura 51. Desplazamientos máximos por nivel en el eje "X" edificación propuesta en forma de U de 12 paños



Figura 52. Desplazamientos máximos por nivel en el eje "Y" edificación propuesta en forma de U de 12 paños

La siguiente tabla muestra en porcentajes la reducción de estos desplazamientos para cada tipo de suelo S1, S2 y S3 cuando se optimiza las áreas de columnas y vigas.

Tabla 205. Reducción de los desplazamientos en función del nivel, tipo de suelo y la irregularidad de edificación propuesta con medidas optimizadas en forma de U-12 paños

REDUCCIÓN DE DESPLAZAMIENTOS "U DE 12 PAÑOS"						
EJE	EJE X			EJE Y		
NIVEL	S1	S2	S3	S1	S2	S3
5	47%	60%	71%	25%	40%	43%
4	48%	61%	71%	25%	41%	44%
3	50%	63%	73%	25%	42%	45%
2	54%	66%	75%	24%	41%	44%
1	65%	74%	81%	40%	54%	56%

### 5.2.7 Edificación en forma de L de 9 paños

Tabla 206. Comparación de edificaciones propuestas con medidas existentes vs edificaciones propuestas optimizadas en forma de L de 9 - paños

Comparación de edificaciones propuestas con medidas existentes obtenidas en campo vs edificaciones propuestas optimizadas en forma de L de 9 paños	
Columnas (25x45 cm), Vigas (25x40 cm) y Losa (20cm)	Columnas en L (25x50cm), Columnas (45x45cm), Vigas (30x45cm) y Losa (20cm)
Vista en Planta	Vista en Planta
5 Niveles – Vista 3d	5 Niveles – Vista 3d

Las siguientes tablas muestran derivas o distorsiones de entrepiso producto de la aplicación de la aceleración espectral definido en la norma E.030-2018, artículo 29.2.1. De color rojo se muestran los resultados que exceden al límite de distorsión de entrepiso.

Edificación propuesta en forma de L, no cumple el límite de distorsión de entrepiso en el eje X y Y.

Tabla 207. Derivas de entrepiso en los ejes "X" y "Y" de la edificación propuesta con medidas existentes en forma de L-9 paños

ANÁLISIS DE DERIVAS DE ENTREPISO DE EDIFICACIÓN EN FORMA DE L DE 9 PAÑOS													
e (+)		Excentricidad positiva											
		Suelo tipo S1				Suelo tipo S2				Suelo tipo S3			
		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R	
Niveles de la Edificación	Alturas (m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)
1	3.00	1.04	0.51	0.0021	0.0010	1.25	0.62	0.0025	0.0013	1.45	0.72	0.0030	0.0015
2	2.70	3.45	1.99	0.0030	0.0022	4.14	2.39	0.0036	0.0026	4.83	2.79	0.0042	0.0031
	3.00	2.12	1.03	0.0043	0.0021	2.55	1.24	0.0052	0.0025	2.97	1.45	0.0061	0.0029
3	2.70	6.41	5.20	0.0031	0.0032	10.07	6.44	0.0047	0.0039	11.75	7.52	0.0055	0.0045
	2.70	5.09	3.83	0.0052	0.0046	8.01	4.74	<b>0.0082</b>	0.0057	9.34	5.53	<b>0.0095</b>	0.0067
	3.00	2.81	1.79	0.0057	0.0037	4.41	2.22	<b>0.0090</b>	0.0045	5.15	2.59	<b>0.0105</b>	0.0053
4	2.70	10.30	8.72	0.0027	0.0028	18.50	14.35	0.0046	0.0045	24.41	16.74	0.0061	0.0052
	2.70	8.96	7.29	0.0046	0.0043	16.11	12.02	<b>0.0081</b>	<b>0.0071</b>	21.27	14.02	<b>0.0107</b>	<b>0.0083</b>
	2.70	6.60	5.03	0.0059	0.0052	11.86	8.29	<b>0.0107</b>	<b>0.0086</b>	15.65	9.67	<b>0.0141</b>	<b>0.0101</b>
	3.00	3.48	2.26	0.0059	0.0038	6.23	3.72	<b>0.0106</b>	0.0063	8.21	4.34	<b>0.0140</b>	<b>0.0074</b>
5	2.70	12.97	11.13	0.0025	0.0025	23.25	19.95	0.0041	0.0043	37.49	26.83	0.0065	0.0057
	2.70	11.78	9.88	0.0042	0.0039	21.17	17.74	<b>0.0072</b>	0.0069	34.14	23.87	<b>0.0115</b>	<b>0.0092</b>
	2.70	9.71	7.88	0.0054	0.0050	17.45	14.15	<b>0.0097</b>	<b>0.0090</b>	28.14	19.04	<b>0.0156</b>	<b>0.0121</b>
	2.70	6.91	5.25	0.0064	0.0056	12.37	9.40	<b>0.0114</b>	<b>0.0100</b>	19.92	12.65	<b>0.0184</b>	<b>0.0134</b>
	3.00	3.57	2.31	0.0061	0.0039	6.34	4.12	<b>0.0108</b>	<b>0.0070</b>	10.19	5.55	<b>0.0173</b>	<b>0.0094</b>



Edificación propuesta en forma de L optimizada, cumple el límite de distorsión de entrepiso.

Tabla 208. Derivas de entrepiso en los ejes "X" y "Y" de la edificación propuesta optimizada en forma de L-9 paños

		ANÁLISIS DE DERIVAS DE ENTREPISO DE EDIFICACION EN FORMA DE L DE 9 PAÑOS											
e(+)		Excentricidad positiva											
		Suelo tipo S1				Suelo tipo S2				Suelo tipo S3			
		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R	
Niveles de la Edificación	Alturas (m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)
1	3.00	0.20	0.20	0.0004	0.0004	0.23	0.25	0.0005	0.0005	0.27	0.29	0.0006	0.0006
	2.70	0.79	0.83	0.0009	0.0010	0.95	1.00	0.0011	0.0011	1.11	1.16	0.0013	0.0013
2	3.00	0.40	0.41	0.0008	0.0008	0.48	0.49	0.0010	0.0010	0.56	0.58	0.0011	0.0012
	2.70	2.08	2.21	0.0012	0.0013	2.50	2.65	0.0014	0.0016	2.92	3.09	0.0017	0.0018
3	2.70	1.56	1.65	0.0020	0.0021	1.87	1.97	0.0023	0.0025	2.19	2.30	0.0027	0.0029
	3.00	0.70	0.73	0.0014	0.0015	0.84	0.88	0.0017	0.0018	0.98	1.02	0.0020	0.0021
4	2.70	3.20	3.38	0.0011	0.0012	3.84	4.05	0.0014	0.0015	4.48	4.73	0.0016	0.0017
	2.70	2.71	2.85	0.0018	0.0020	3.26	3.43	0.0022	0.0023	3.80	4.00	0.0026	0.0027
5	2.70	1.91	2.00	0.0024	0.0026	2.29	2.40	0.0029	0.0031	2.68	2.80	0.0034	0.0036
	3.00	0.83	0.86	0.0017	0.0018	1.00	1.04	0.0020	0.0021	1.17	1.21	0.0024	0.0025
5	2.70	4.85	4.97	0.0013	0.0014	5.92	6.26	0.0016	0.0017	6.91	7.31	0.0018	0.0020
	2.70	4.35	4.46	0.0020	0.0021	5.32	5.62	0.0024	0.0027	6.21	6.55	0.0028	0.0031
5	2.70	3.51	3.58	0.0026	0.0027	4.29	4.51	0.0032	0.0034	5.00	5.27	0.0037	0.0040
	2.70	2.37	2.41	0.0031	0.0032	2.90	3.04	0.0038	0.0040	3.38	3.55	0.0044	0.0046
5	3.00	1.01	1.02	0.0021	0.0021	1.24	1.28	0.0025	0.0026	1.44	1.50	0.0029	0.0031

La siguiente tabla muestra el incremento de los desplazamientos en porcentajes de nivel a nivel para cada tipo de suelo, de la edificación propuesta con medidas existentes en forma de L de 5 niveles.

Tabla 209. Incremento de los desplazamientos en función del nivel, tipo de suelo y la irregularidad de edificación propuesta con medidas existentes en forma de L-9 paños

INCREMENTO DE LOS DESPLAZAMIENTOS EN FUNCIÓN DEL NIVEL, TIPO DE SUELO Y LA IRREGULARIDAD "L DE 9 PAÑOS"						
EJE	EJE X			EJE Y		
NIVEL	S1	S2	S3	S1	S2	S3
4-5	21%	20%	35%	22%	28%	38%
3-4	38%	46%	46%	40%	55%	55%
2-3	46%	59%	59%	62%	63%	63%
1-2	70%	70%	70%	74%	74%	74%

En las siguientes representaciones gráficas se muestra la reducción de desplazamientos máximos absolutos en el eje X y Y, la edificación propuesta con medidas existentes en forma de L de 9 paños con línea continua y línea entrecortada la edificación propuesta en forma de L de 9 paños optimizada, ambos de 5 niveles para los suelos S1 (roca o suelos muy rígidos), S2 (suelos intermedios) y S3 (suelos blandos).



Figura 53. Desplazamientos máximos por nivel en el eje "X" edificación propuesta en forma de L de 9 paños



Figura 54. Desplazamientos máximos por nivel en el eje "Y" edificación propuesta en forma de L de 9 paños

La siguiente tabla muestra en porcentajes la reducción de estos desplazamientos para cada tipo de suelo S1, S2 y S3 cuando se optimiza las áreas de columnas y vigas.

Tabla 210. Reducción de los desplazamientos en función del nivel, tipo de suelo y la irregularidad de edificación propuesta con medidas optimizadas en forma de L-9 paños

REDUCCIÓN DE DESPLAZAMIENTOS "L DE 9 PAÑOS"						
EJE	EJE X			EJE Y		
NIVEL	S1	S2	S3	S1	S2	S3
5	63%	75%	82%	45%	60%	64%
4	63%	75%	82%	45%	61%	66%
3	64%	75%	82%	46%	62%	67%
2	66%	77%	83%	43%	60%	65%
1	72%	81%	86%	47%	63%	68%



### 5.2.8 Edificación en forma de L de 14 paños

Tabla 211. Comparación de edificaciones propuestas con medidas existentes vs edificaciones propuestas optimizadas en forma de L de 14 - paños

Comparación de edificaciones propuestas con medidas existentes obtenidas en campo vs edificaciones propuestas optimizadas en forma de L de 14 paños	
Columnas (25x45 cm), Vigas (25x40 cm) y Losa (20cm)	Columnas en L (25x50cm), Columnas (45x45cm), Vigas (30x45cm) y Losa (20cm)
Vista en Planta	Vista en Planta
5 Niveles – Vista 3d	5 Niveles – Vista 3d

Las siguientes tablas muestran derivas o distorsiones de entrepiso producto de la aplicación de la aceleración espectral definido en la norma E.030-2018, artículo 29.2.1. De color rojo se muestran los resultados que exceden al límite de distorsión de entrepiso.

Edificación propuesta en forma de L, no cumple el límite de distorsión de entrepiso en el eje X y Y.

Tabla 212. Derivas de entrepiso en los ejes “X” y “Y” de la edificación propuesta con medidas existentes en forma de L-14 paños

ANÁLISIS DE DERIVAS DE ENTREPISO DE EDIFICACIÓN EN FORMA DE L DE 14 PAÑOS													
e (+)		Exccentricidad positiva											
		Suelo tipo S1				Suelo tipo S2				Suelo tipo S3			
		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R	
Niveles de la Edificación	Alturas (m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)
1	3.00	1.31	0.61	0.0027	0.0012	1.57	0.73	0.0032	0.0015	1.83	0.85	0.0037	0.0017
	2.70	4.15	2.22	0.0036	0.0023	4.98	2.66	0.0043	0.0028	5.81	3.11	0.0050	0.0032
2	3.00	2.58	1.20	0.0053	0.0024	3.10	1.44	0.0063	0.0029	3.62	1.68	<b>0.0074</b>	0.0034
	2.70	6.45	4.86	0.0030	0.0027	10.24	5.84	0.0047	0.0033	11.95	6.81	0.0055	0.0038
	2.70	5.17	3.67	0.0052	0.0042	8.21	4.41	<b>0.0082</b>	0.0051	9.58	5.14	<b>0.0096</b>	0.0059
3	3.00	2.90	1.80	0.0059	0.0037	4.60	2.17	<b>0.0094</b>	0.0044	5.37	2.53	<b>0.0109</b>	0.0052
	2.70	8.48	6.60	0.0026	0.0023	15.23	10.30	0.0044	0.0036	20.30	12.01	0.0058	0.0042
	2.70	7.42	5.61	0.0044	0.0038	13.34	8.76	<b>0.0079</b>	0.0059	17.79	10.22	<b>0.0104</b>	0.0069
4	2.70	5.53	3.96	0.0058	0.0048	9.92	6.18	<b>0.0105</b>	<b>0.0074</b>	13.22	7.21	<b>0.0140</b>	<b>0.0087</b>
	3.00	2.97	1.86	0.0061	0.0038	5.31	2.90	<b>0.0108</b>	0.0059	7.07	3.38	<b>0.0144</b>	0.0069
	2.70	10.52	8.23	0.0023	0.0020	18.87	14.77	0.0038	0.0035	30.57	18.54	0.0060	0.0043
5	2.70	9.62	7.40	0.0039	0.0033	17.27	13.29	0.0068	0.0058	28.00	16.69	<b>0.0109</b>	<b>0.0073</b>
	2.70	7.99	5.99	0.0052	0.0044	14.35	10.76	<b>0.0093</b>	<b>0.0079</b>	23.26	13.50	<b>0.0151</b>	<b>0.0099</b>
	2.70	5.75	4.08	0.0062	0.0050	10.29	7.31	<b>0.0111</b>	<b>0.0090</b>	16.66	9.17	<b>0.0181</b>	<b>0.0113</b>
	3.00	3.03	1.88	0.0062	0.0038	5.39	3.35	<b>0.0110</b>	0.0068	8.70	4.21	<b>0.0178</b>	<b>0.0086</b>





Edificación propuesta en forma de L optimizada, cumple el límite de distorsión de entrepiso.

Tabla 213. Derivas de entrepiso en los ejes "X" y "Y" de la edificación propuesta optimizada en forma de L-14 paños

ANÁLISIS DE DERIVAS DE ENTREPISO DE EDIFICACION EN FORMA DE L DE 14 PAÑOS													
e (+)		Excentricidad positiva											
		Suelo tipo S1				Suelo tipo S2				Suelo tipo S3			
		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso* <i>R</i>		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso* <i>R</i>		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso* <i>R</i>	
Niveles de la Edificación	Alturas (m)	$\Delta X$ (mm)	$\Delta Y$ (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	$\Delta X$ (mm)	$\Delta Y$ (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	$\Delta X$ (mm)	$\Delta Y$ (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)
1	3.00	0.29	0.29	0.0006	0.0006	0.35	0.35	0.0007	0.0007	0.41	0.41	0.0008	0.0008
	2.70	1.12	1.14	0.0013	0.0013	1.35	1.37	0.0015	0.0016	1.57	1.60	0.0018	0.0018
2	3.00	0.56	0.56	0.0011	0.0011	0.67	0.67	0.0014	0.0014	0.79	0.79	0.0016	0.0016
	2.70	2.54	2.61	0.0015	0.0015	3.05	3.13	0.0018	0.0018	3.56	3.65	0.0020	0.0021
3	2.70	1.91	1.94	0.0024	0.0024	2.29	2.33	0.0028	0.0029	2.67	2.71	0.0033	0.0034
	3.00	0.87	0.88	0.0018	0.0018	1.05	1.05	0.0021	0.0021	1.22	1.22	0.0025	0.0025
4	2.70	4.51	4.66	0.0016	0.0017	5.41	5.59	0.0019	0.0020	6.31	6.52	0.0022	0.0024
	2.70	3.82	3.93	0.0026	0.0027	4.58	4.72	0.0031	0.0033	5.34	5.50	0.0036	0.0038
	2.70	2.68	2.74	0.0034	0.0035	3.22	3.29	0.0041	0.0043	3.75	3.84	0.0048	0.0050
	3.00	1.17	1.18	0.0024	0.0024	1.40	1.41	0.0029	0.0029	1.63	1.65	0.0033	0.0034
5	2.70	5.91	5.90	0.0014	0.0014	8.37	8.69	0.0020	0.0021	9.76	10.14	0.0023	0.0024
	2.70	5.32	5.30	0.0024	0.0024	7.52	7.80	0.0034	0.0035	8.78	9.10	0.0039	0.0041
	2.70	4.28	4.25	0.0032	0.0032	6.06	6.26	0.0045	0.0047	7.07	7.31	0.0052	0.0055
	2.70	2.89	2.86	0.0038	0.0038	4.09	4.20	0.0053	0.0055	4.77	4.90	0.0062	0.0064
	3.00	1.23	1.20	0.0025	0.0024	1.74	1.77	0.0035	0.0036	2.03	2.06	0.0041	0.0042

La siguiente tabla muestra el incremento de los desplazamientos en porcentajes de nivel a nivel para cada tipo de suelo, de la edificación propuesta con medidas existentes en forma de L de 5 niveles.

Tabla 214. Incremento de los desplazamientos en función del nivel, tipo de suelo y la irregularidad de edificación propuesta con medidas existentes en forma de L-14 paños

INCREMENTO DE LOS DESPLAZAMIENTOS EN FUNCIÓN DEL NIVEL, TIPO DE SUELO Y LA IRREGULARIDAD "L DE 14 PAÑOS"						
EJE	EJE X			EJE Y		
NIVEL	S1	S2	S3	S1	S2	S3
4-5	19%	19%	34%	20%	30%	35%
3-4	24%	33%	33%	26%	43%	43%
2-3	36%	51%	51%	54%	54%	54%
1-2	68%	68%	68%	73%	73%	73%

En las siguientes representaciones gráficas se muestra la reducción de desplazamientos máximos absolutos en el eje X y Y, la edificación propuesta con medidas existentes en forma de L de 14 paños con línea continua y línea entrecortada la edificación propuesta en forma de L de 14 paños optimizada, ambos de 5 niveles para los suelos S1 (roca o suelos muy rígidos), S2 (suelos intermedios) y S3 (suelos blandos).



Figura 55. Desplazamientos máximos por nivel en el eje "X" edificación propuesta en forma de L de 14 paños



Figura 56. Desplazamientos máximos por nivel en el eje "Y" edificación propuesta en forma de L de 14 paños

La siguiente tabla muestra en porcentajes la reducción de estos desplazamientos para cada tipo de suelo S1, S2 y S3 cuando se optimiza las áreas de columnas y vigas.

Tabla 215. Reducción de los desplazamientos en función del nivel, tipo de suelo y la irregularidad de edificación propuesta con medidas optimizadas en forma de L-14 paños

REDUCCIÓN DE DESPLAZAMIENTOS "L DE 14 PAÑOS"						
EJE	EJE X			EJE Y		
NIVEL	S1	S2	S3	S1	S2	S3
5	44%	56%	68%	29%	40%	44%
4	45%	56%	69%	27%	39%	44%
3	46%	58%	70%	27%	40%	44%
2	50%	60%	71%	25%	39%	43%
1	59%	68%	77%	36%	47%	51%



### 5.2.9 Edificación en forma de T de 9 paños

Tabla 216. Comparación de edificaciones propuestas con medidas existentes vs edificaciones propuestas optimizadas en forma de T de 9 - paños

Comparación de edificaciones propuestas con medidas existentes obtenidas en campo vs edificaciones propuestas optimizadas en forma de T de 9 paños	
Columnas (25x45 cm), Vigas (25x40 cm) y Losa (20cm)	Columnas en L (25x50cm), Columnas (45x45cm), Vigas (30x45cm) y Losa (20cm)
Vista en Planta	Vista en Planta
5 Niveles – Vista 3d	5 Niveles – Vista 3d

Las siguientes tablas muestran derivas o distorsiones de entrepiso producto de la aplicación de la aceleración espectral definido en la norma E.030-2018, artículo 29.2.1. De color rojo se muestran los resultados que exceden al límite de distorsión de entrepiso.

Edificación propuesta en forma de T, no cumple el límite de distorsión de entrepiso en el eje X y Y.

Tabla 217. Derivas de entrepiso en los ejes "X" y "Y" de la edificación propuesta con medidas existentes en forma de T-9 paños

		ANÁLISIS DE DERIVAS DE ENTREPISO DE EDIFICACIÓN EN FORMA DE T DE 9 PAÑOS											
e (+)		Excentricidad positiva											
		Suelo tipo S1				Suelo tipo S2				Suelo tipo S3			
		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R	
Niveles de la Edificación	Alturas (m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)
1	3.00	1.06	0.53	0.0022	0.0011	1.27	0.63	0.0026	0.0013	1.48	0.74	0.0030	0.0015
	2.70	3.56	2.00	0.0032	0.0021	4.27	2.40	0.0038	0.0025	4.98	2.80	0.0044	0.0029
2	3.00	2.18	1.07	0.0044	0.0022	2.61	1.29	0.0053	0.0026	3.05	1.50	0.0062	0.0031
	2.70	6.24	4.46	0.0030	0.0025	9.10	5.35	0.0043	0.0030	10.61	6.24	0.0051	0.0035
3	2.70	4.94	3.35	0.0051	0.0039	7.21	4.03	<b>0.0074</b>	0.0047	8.41	4.70	<b>0.0086</b>	0.0055
	3.00	2.71	1.64	0.0055	0.0033	3.95	1.97	<b>0.0081</b>	0.0040	4.61	2.29	<b>0.0094</b>	0.0047
4	2.70	8.45	6.50	0.0026	0.0023	15.18	9.52	0.0046	0.0034	18.55	11.10	0.0056	0.0039
	2.70	7.33	5.51	0.0045	0.0038	13.19	8.06	<b>0.0080</b>	0.0055	16.11	9.41	<b>0.0098</b>	0.0064
5	2.70	5.38	3.87	0.0058	0.0047	9.67	5.66	<b>0.0105</b>	0.0069	11.82	6.61	<b>0.0128</b>	<b>0.0080</b>
	3.00	2.82	1.81	0.0057	0.0037	5.05	2.64	<b>0.0103</b>	0.0054	6.17	3.08	<b>0.0126</b>	0.0063
5	2.70	12.84	9.74	0.0024	0.0020	23.04	17.48	0.0042	0.0035	34.46	20.67	0.0061	0.0041
	2.70	11.64	8.73	0.0041	0.0033	20.91	15.68	<b>0.0072</b>	0.0058	31.30	18.54	<b>0.0107</b>	0.0069
5	2.70	9.57	7.04	0.0054	0.0043	17.19	12.64	<b>0.0096</b>	<b>0.0078</b>	25.73	14.95	<b>0.0144</b>	<b>0.0092</b>
	2.70	6.78	4.77	0.0063	0.0049	12.14	8.55	<b>0.0113</b>	<b>0.0088</b>	18.15	10.11	<b>0.0169</b>	<b>0.0104</b>
5	3.00	3.47	2.18	0.0059	0.0037	6.18	3.89	<b>0.0105</b>	0.0066	9.22	4.60	<b>0.0157</b>	<b>0.0078</b>



Edificación propuesta en forma de T optimizada, cumple el límite de distorsión de entrepiso.

Tabla 218. Derivas de entrepiso en los ejes "X" y "Y" de la edificación propuesta con medidas propuestas en forma de T-9 paños

e (+)		ANÁLISIS DE DERIVAS DE ENTREPISO DE EDIFICACIÓN EN FORMA DE T DE 9 PAÑOS											
		Suelo tipo S1				Suelo tipo S2				Suelo tipo S3			
Niveles de la Edificación	Alturas (m)	Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R	
		Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)
1	3.00	0.19	0.18	0.0004	0.0004	0.23	0.21	0.0005	0.0004	0.27	0.25	0.0006	0.0005
	2.70	0.80	0.81	0.0010	0.0010	0.96	0.98	0.0012	0.0012	1.12	1.14	0.0014	0.0014
2	3.00	0.37	0.37	0.0008	0.0007	0.45	0.44	0.0009	0.0009	0.52	0.51	0.0011	0.0010
	2.70	1.86	1.97	0.0012	0.0013	2.24	2.37	0.0014	0.0015	2.61	2.76	0.0016	0.0018
3	2.70	1.37	1.42	0.0018	0.0019	1.64	1.70	0.0021	0.0022	1.91	1.98	0.0025	0.0026
	3.00	0.59	0.59	0.0012	0.0012	0.71	0.71	0.0014	0.0015	0.82	0.83	0.0017	0.0017
	2.70	3.48	3.67	0.0014	0.0015	4.17	4.40	0.0017	0.0018	4.87	5.13	0.0020	0.0021
4	2.70	2.85	3.03	0.0022	0.0022	3.42	3.64	0.0026	0.0027	3.99	4.24	0.0030	0.0031
	2.70	1.93	2.05	0.0026	0.0028	2.31	2.46	0.0031	0.0033	2.70	2.87	0.0037	0.0039
	3.00	0.79	0.82	0.0016	0.0017	0.95	0.98	0.0019	0.0020	1.11	1.15	0.0023	0.0023
5	2.70	5.51	5.33	0.0016	0.0014	7.02	7.04	0.0020	0.0019	8.19	8.21	0.0024	0.0022
	2.70	4.83	4.71	0.0024	0.0023	6.14	6.22	0.0031	0.0030	7.17	7.26	0.0036	0.0035
	2.70	3.77	3.72	0.0031	0.0030	4.80	4.91	0.0039	0.0039	5.60	5.73	0.0046	0.0046
	2.70	2.42	2.41	0.0034	0.0033	3.08	3.19	0.0043	0.0044	3.59	3.72	0.0050	0.0051
	3.00	0.93	0.94	0.0019	0.0019	1.18	1.24	0.0024	0.0025	1.38	1.45	0.0028	0.0030

La siguiente tabla muestra el incremento de los desplazamientos en porcentajes de nivel a nivel para cada tipo de suelo, de la edificación propuesta con medidas existentes en forma de T de 5 niveles.

Tabla 219. Incremento de los desplazamientos en función del nivel, tipo de suelo y la irregularidad de edificación propuesta con medidas existentes en forma de T-9 paños

INCREMENTO DE LOS DESPLAZAMIENTOS EN FUNCIÓN DEL NIVEL, TIPO DE SUELO Y LA IRREGULARIDAD "EN FORMA DE T DE 9 PAÑOS"						
EJE	EJE X			EJE Y		
NIVEL	S1	S2	S3	S1	S2	S3
4-5	34%	34%	46%	33%	46%	46%
3-4	26%	40%	40%	31%	44%	44%
2-3	43%	53%	53%	55%	55%	55%
1-2	70%	70%	70%	74%	74%	74%

En las siguientes representaciones gráficas se muestra la reducción de desplazamientos máximos absolutos en el eje X y Y, la edificación propuesta con medidas existentes en forma de T de 9 paños con línea continua y línea entrecortada la edificación propuesta en forma de T de 9 paños optimizada, ambos de 5 niveles para los suelos S1 (roca o suelos muy rígidos), S2 (suelos intermedios) y S3 (suelos blandos).



Figura 57. Desplazamientos máximos por nivel en el eje "X" edificación propuesta en forma de T de 9 paños

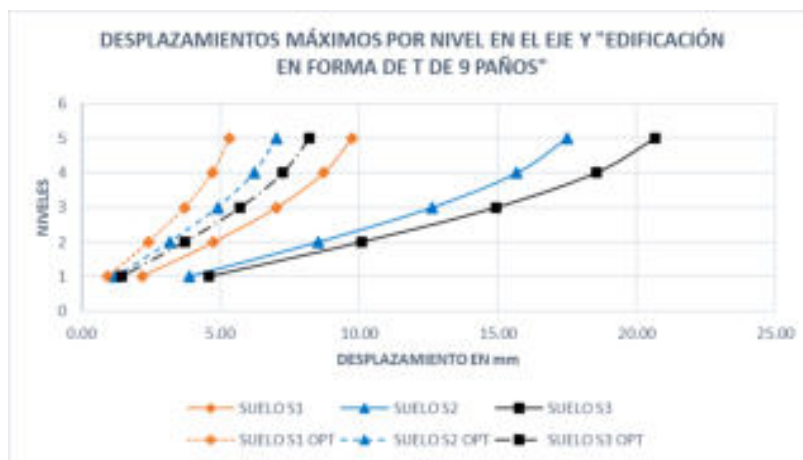


Figura 58. Desplazamientos máximos por nivel en el eje "Y" edificación propuesta en forma de T de 9 paños

La siguiente tabla muestra en porcentajes la reducción de estos desplazamientos para cada tipo de suelo S1, S2 y S3 cuando se optimiza las áreas de columnas y vigas.

Tabla 220. Reducción de los desplazamientos en función del nivel, tipo de suelo y la irregularidad de edificación propuesta con medidas optimizadas en forma de T-9 paños

REDUCCIÓN DE DESPLAZAMIENTOS "EN FORMA DE T DE 9 PAÑOS"						
EJE	EJE X			EJE Y		
NIVEL	S1	S2	S3	S1	S2	S3
5	57%	70%	76%	28%	46%	46%
4	59%	71%	77%	31%	48%	49%
3	61%	72%	78%	31%	50%	50%
2	64%	75%	80%	32%	50%	51%
1	73%	81%	85%	48%	62%	62%



### 5.2.10 Edificación en forma de T de 16 paños

Tabla 221. Comparación de edificaciones propuestas con medidas existentes vs edificaciones propuestas optimizadas en forma de T de 16 - paños

Comparación de edificaciones propuestas con medidas existentes obtenidas en campo vs edificaciones propuestas optimizadas en forma de T de 16 paños	
Columnas (25x45 cm), Vigas (25x40 cm) y Losa (20cm)	Columnas en L (25x50cm), Columnas (45x45cm), Vigas (30x45cm) y Losa (20cm)
Vista en Planta	Vista en Planta
5 Niveles – Vista 3d	5 Niveles – Vista 3d

Las siguientes tablas muestran derivas o distorsiones de entrepiso producto de la aplicación de la aceleración espectral definido en la norma E.030-2018, artículo 29.2.1. De color rojo se muestran los resultados que exceden al límite de distorsión de entrepiso.

Edificación propuesta forma de T, no cumple el límite de distorsión de entrepiso en el eje X y Y.

Tabla 222. Derivas de entrepiso en los ejes "X" y "Y" de la edificación propuesta con medidas existentes en forma de T-16 paños

		ANÁLISIS DE DERIVAS DE ENTREPISO DE EDIFICACIÓN EN FORMA DE T DE 16 PAÑOS											
e (+)		Excentricidad positiva											
		Suelo tipo S1				Suelo tipo S2				Suelo tipo S3			
		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R	
Niveles de la Edificación	Alturas (m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)
1	3.00	1.30	0.63	0.0027	0.0013	1.56	0.76	0.0032	0.0016	1.82	0.89	0.0037	0.0018
	2.70	4.14	2.34	0.0035	0.0024	4.96	2.81	0.0043	0.0029	5.79	3.28	0.0050	0.0034
2	3.00	2.58	1.27	0.0053	0.0026	3.10	1.52	0.0063	0.0031	3.61	1.78	0.0074	0.0036
	2.70	6.42	5.16	0.0030	0.0029	10.20	6.20	0.0047	0.0035	11.91	7.24	0.0054	0.0040
3	2.70	5.14	3.90	0.0051	0.0045	8.18	4.69	0.0082	0.0054	9.55	5.47	0.0095	0.0063
	3.00	2.89	1.92	0.0059	0.0039	4.59	2.32	0.0094	0.0047	5.36	2.70	0.0109	0.0055
4	2.70	8.43	6.96	0.0025	0.0024	15.14	10.96	0.0044	0.0038	20.19	12.79	0.0058	0.0044
	2.70	7.38	5.92	0.0044	0.0040	13.28	9.33	0.0078	0.0063	17.71	10.88	0.0104	0.0073
5	2.70	5.50	4.18	0.0058	0.0050	9.88	6.59	0.0104	0.0079	13.18	7.69	0.0139	0.0092
	3.00	2.96	1.97	0.0060	0.0040	5.30	3.10	0.0108	0.0063	7.06	3.62	0.0144	0.0074
5	2.70	10.45	8.68	0.0022	0.0021	18.75	15.57	0.0038	0.0036	30.37	19.73	0.0059	0.0046
	2.70	9.56	7.81	0.0039	0.0035	17.18	14.02	0.0068	0.0061	27.85	17.77	0.0108	0.0078
5	2.70	7.95	6.32	0.0052	0.0046	14.28	11.35	0.0092	0.0083	23.14	14.39	0.0150	0.0105
	2.70	5.73	4.31	0.0062	0.0053	10.25	7.73	0.0111	0.0095	16.59	9.79	0.0179	0.0120
5	3.00	3.03	1.99	0.0062	0.0041	5.38	3.56	0.0110	0.0073	8.69	4.50	0.0177	0.0092



Edificación propuesta en forma de T optimizada cumple el límite de distorsión de entrepiso

Tabla 223. Derivas de entrepiso en los ejes "X" y "Y" de la edificación propuesta optimizada en forma de T-16 paños

		ANÁLISIS DE DERIVAS DE ENTREPISO DE EDIFICACION EN FORMA DE T DE 16 PAÑOS											
e (+)		Excentricidad positiva											
		Suelo tipo S1				Suelo tipo S2				Suelo tipo S3			
		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R	
Niveles de la Edificación	Alturas (m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)
1	3.00	0.26	0.25	0.0005	0.0005	0.31	0.30	0.0006	0.0006	0.36	0.35	0.0007	0.0007
	2.70	1.00	1.05	0.0012	0.0013	1.20	1.26	0.0014	0.0015	1.40	1.47	0.0017	0.0018
2	3.00	0.48	0.49	0.0010	0.0010	0.58	0.59	0.0012	0.0012	0.68	0.69	0.0014	0.0014
	2.70	2.29	2.48	0.0014	0.0015	2.75	2.98	0.0016	0.0018	3.21	3.47	0.0019	0.0022
3	2.70	1.70	1.81	0.0022	0.0023	2.04	2.17	0.0026	0.0028	2.39	2.53	0.0030	0.0033
	3.00	0.76	0.78	0.0015	0.0016	0.91	0.94	0.0018	0.0019	1.06	1.09	0.0022	0.0022
4	2.70	4.09	4.53	0.0015	0.0017	4.91	5.44	0.0018	0.0021	5.73	6.35	0.0021	0.0024
	2.70	3.45	3.78	0.0024	0.0027	4.14	4.54	0.0029	0.0032	4.83	5.30	0.0033	0.0038
	2.70	2.41	2.60	0.0032	0.0035	2.89	3.12	0.0038	0.0042	3.37	3.63	0.0044	0.0049
	3.00	1.02	1.07	0.0021	0.0022	1.22	1.28	0.0025	0.0026	1.42	1.50	0.0029	0.0031
5	2.70	5.52	5.87	0.0014	0.0015	7.61	8.59	0.0019	0.0022	8.88	10.02	0.0022	0.0025
	2.70	4.95	5.23	0.0023	0.0025	6.83	7.65	0.0031	0.0036	7.97	8.93	0.0036	0.0042
	2.70	3.97	4.17	0.0030	0.0032	5.48	6.10	0.0041	0.0047	6.40	7.11	0.0048	0.0055
	2.70	2.66	2.75	0.0035	0.0037	3.68	4.02	0.0049	0.0054	4.29	4.69	0.0057	0.0064
	3.00	1.10	1.11	0.0023	0.0023	1.52	1.62	0.0031	0.0033	1.78	1.89	0.0036	0.0038

La siguiente tabla muestra el incremento de los desplazamientos en porcentajes de nivel a nivel para cada tipo de suelo, de la edificación propuesta con medidas existentes en forma de T de 5 niveles.

Tabla 224. Incremento de los desplazamientos en función del nivel, tipo de suelo y la irregularidad de edificación propuesta con medidas existentes en forma de T-16 paños

INCREMENTO DE LOS DESPLAZAMIENTOS EN FUNCIÓN DEL NIVEL, TIPO DE SUELO Y LA IRREGULARIDAD "EN FORMA DE T DE 16 PAÑOS"						
EJE	EJE X			EJE Y		
NIVEL	S1	S2	S3	S1	S2	S3
4-5	19%	19%	34%	20%	30%	35%
3-4	24%	33%	33%	26%	43%	43%
2-3	36%	51%	51%	55%	55%	55%
1-2	69%	69%	69%	73%	73%	73%

En las siguientes representaciones gráficas se muestra la reducción de desplazamientos máximos absolutos en el eje X y Y, la edificación propuesta con medidas existentes en forma de T de 16 paños con línea continua y línea entrecortada la edificación propuesta en forma de T de 16 paños optimizada, ambos de 5 niveles para los suelos S1 (roca o suelos muy rígidos), S2 (suelos intermedios) y S3 (suelos blandos).



Figura 59. Desplazamientos máximos por nivel en el eje "X" edificación propuesta en forma de T de 16 paños



Figura 60. Desplazamientos máximos por nivel en el eje "Y" edificación propuesta en forma de T de 16 paños

La siguiente tabla muestra en porcentajes la reducción de estos desplazamientos para cada tipo de suelo S1, S2 y S3 cuando se optimiza las áreas de columnas y vigas.

Tabla 225. Reducción de los desplazamientos en función del nivel, tipo de suelo y la irregularidad de edificación propuesta con medidas optimizadas en forma de T-16 paños

REDUCCIÓN DE DESPLAZAMIENTOS "EN FORMA DE T DE 16 PAÑOS"						
EJE	EJE X			EJE Y		
NIVEL	S1	S2	S3	S1	S2	S3
5	47%	59%	71%	28%	40%	44%
4	48%	60%	71%	29%	42%	46%
3	50%	62%	72%	30%	43%	47%
2	53%	64%	74%	29%	42%	47%
1	64%	72%	80%	44%	54%	58%



### 5.2.11 Edificación en forma de O de 16 paños

Tabla 226. Comparación de edificaciones propuestas con medidas existentes vs edificaciones propuestas optimizadas en forma de O de 16 - paños

Comparación de edificaciones propuestas con medidas existentes obtenidas en campo vs edificaciones propuestas optimizadas en forma de O de 16 paños	
Columnas (25x45 cm), Vigas (25x40 cm) y Losa (20cm)	Columnas en L (25x50cm), Columnas (45x45cm), Vigas (30x45cm) y Losa (20cm)
Vista en Planta	Vista en Planta
5 Niveles – Vista 3d	5 Niveles – Vista 3d

Las siguientes tablas muestran derivas o distorsiones de entrepiso producto de la aplicación de la aceleración espectral definido en la norma E.030-2018, artículo 29.2.1. De color rojo se muestran los resultados que exceden al límite de distorsión de entrepiso.

Edificación propuesta en forma de O, no cumple el límite de distorsión de entrepiso en el eje X y Y.

Tabla 227. Derivas de entrepiso en los ejes “X” y “Y” de la edificación propuesta con medidas existentes en forma de O-16 paños

ANÁLISIS DE DERIVAS DE ENTREPISO DE EDIFICACIÓN EN FORMA DE O DE 16 PAÑOS													
e (+)		Excentricidad positiva											
Niveles de la Edificación	Alturas (m)	Suelo tipo S1				Suelo tipo S2				Suelo tipo S3			
		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R	
		$\Delta X$ (mm)	$\Delta Y$ (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	$\Delta X$ (mm)	$\Delta Y$ (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	$\Delta X$ (mm)	$\Delta Y$ (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)
1	3.00	1.00	0.47	0.0020	0.0009	1.20	0.57	0.0024	0.0011	1.41	0.66	0.0028	0.0013
	2.70	3.18	1.77	0.0026	0.0018	3.81	2.12	0.0032	0.0022	4.45	2.48	0.0037	0.0025
2	3.00	1.99	0.96	0.0040	0.0019	2.39	1.15	0.0048	0.0023	2.79	1.35	0.0056	0.0027
	2.70	5.17	3.92	0.0023	0.0021	7.80	4.70	0.0035	0.0026	9.09	5.49	0.0040	0.0030
3	2.70	4.15	2.97	0.0040	0.0033	6.27	3.56	0.0061	0.0040	7.31	4.15	0.0071	0.0047
	3.00	2.35	1.46	0.0047	0.0029	3.54	1.76	0.0071	0.0035	4.13	2.05	0.0083	0.0041
4	2.70	6.82	5.54	0.0020	0.0019	12.26	8.31	0.0034	0.0028	15.38	9.70	0.0043	0.0033
	2.70	5.98	4.71	0.0035	0.0031	10.76	7.07	0.0062	0.0047	13.50	8.25	0.0077	0.0054
5	2.70	4.46	3.33	0.0046	0.0039	8.02	4.99	0.0082	0.0059	10.06	5.83	0.0103	0.0069
	3.00	2.42	1.57	0.0048	0.0031	4.33	2.35	0.0087	0.0047	5.43	2.74	0.0108	0.0055
5	2.70	8.37	6.93	0.0017	0.0016	15.03	12.44	0.0029	0.0028	23.09	14.96	0.0044	0.0034
	2.70	7.66	6.23	0.0031	0.0027	13.78	11.20	0.0053	0.0048	21.17	13.47	0.0081	0.0058
5	2.70	6.38	5.04	0.0041	0.0036	11.46	9.07	0.0072	0.0065	17.60	10.90	0.0111	0.0078
	2.70	4.60	3.44	0.0048	0.0041	8.24	6.16	0.0087	0.0074	12.64	7.41	0.0133	0.0089
5	3.00	2.44	1.59	0.0049	0.0032	4.35	2.83	0.0087	0.0057	6.66	3.40	0.0133	0.0068



Edificación propuesta en forma de O optimizada, cumple el límite de distorsión de entrepiso.

Tabla 228. Derivas de entrepiso en los ejes "X" y "Y" de la edificación propuesta optimizada en forma de O-16 paños

ANÁLISIS DE DERIVAS DE ENTREPISO DE EDIFICACION EN FORMA DE O DE 16 PAÑOS													
Excentricidad positiva													
		Suelo tipo S1				Suelo tipo S2				Suelo tipo S3			
		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R	
Niveles de la Edificación	Alturas (m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)
1	3.00	0.21	0.23	0.0004	0.0005	0.26	0.27	0.0005	0.0005	0.30	0.32	0.0006	0.0006
	2.70	0.84	0.91	0.0009	0.0010	1.01	1.09	0.0011	0.0012	1.18	1.27	0.0013	0.0015
2	3.00	0.42	0.44	0.0008	0.0009	0.50	0.53	0.0010	0.0011	0.58	0.62	0.0012	0.0012
	2.70	1.93	2.12	0.0011	0.0012	2.32	2.54	0.0013	0.0015	2.71	2.96	0.0016	0.0017
3	2.70	1.44	1.56	0.0018	0.0019	1.73	1.87	0.0021	0.0023	2.02	2.18	0.0025	0.0027
	3.00	0.65	0.70	0.0013	0.0014	0.79	0.84	0.0016	0.0017	0.92	0.98	0.0018	0.0020
4	2.70	3.99	4.30	0.0014	0.0016	4.79	5.31	0.0017	0.0020	4.88	5.36	0.0017	0.0020
	3.00	3.36	3.60	0.0023	0.0025	4.03	4.44	0.0028	0.0031	4.11	4.50	0.0028	0.0031
5	2.70	2.33	2.48	0.0030	0.0032	2.80	3.06	0.0036	0.0040	2.87	3.12	0.0036	0.0040
	3.00	0.99	1.03	0.0020	0.0021	1.19	1.28	0.0024	0.0026	1.24	1.33	0.0025	0.0027
5	2.70	4.82	5.04	0.0012	0.0012	6.55	7.22	0.0016	0.0017	7.64	8.42	0.0018	0.0020
	2.70	4.32	4.50	0.0019	0.0020	5.87	6.45	0.0026	0.0029	6.85	7.53	0.0031	0.0034
5	2.70	3.47	3.60	0.0026	0.0027	4.71	5.16	0.0035	0.0039	5.49	6.02	0.0040	0.0045
	2.70	2.33	2.40	0.0030	0.0031	3.16	3.44	0.0041	0.0045	3.68	4.01	0.0047	0.0052
5	3.00	0.98	1.00	0.0020	0.0020	1.33	1.43	0.0027	0.0029	1.56	1.67	0.0031	0.0033

La siguiente tabla muestra el incremento de los desplazamientos en porcentajes de nivel a nivel para cada tipo de suelo, de la edificación propuesta con medidas existentes en forma de O de 5 niveles.

Tabla 229. Incremento de los desplazamientos en función del nivel, tipo de suelo y la irregularidad de edificación propuesta con medidas existentes en forma de O-16 paños

INCREMENTO DE LOS DESPLAZAMIENTOS EN FUNCIÓN DEL NIVEL, TIPO DE SUELO Y LA IRREGULARIDAD "O DE 16 PAÑOS"						
EJE	EJE X			EJE Y		
NIVEL	S1	S2	S3	S1	S2	S3
4-5	19%	18%	33%	20%	33%	35%
3-4	24%	36%	36%	29%	43%	43%
2-3	39%	51%	51%	55%	55%	55%
1-2	68%	68%	68%	73%	73%	73%

En las siguientes representaciones gráficas se muestra la reducción de desplazamientos máximos absolutos en el eje X y Y, la edificación propuesta con medidas existentes en forma de O de 16 paños con línea continua y línea entrecortada la edificación propuesta en forma de O de 16 paños optimizada, ambos de 5 niveles para los suelos S1 (roca o suelos muy rígidos), S2 (suelos intermedios) y S3 (suelos blandos).



Figura 61. Desplazamientos máximos por nivel en el eje "X" edificación propuesta en forma de O de 16 paños



Figura 62. Desplazamientos máximos por nivel en el eje "Y" edificación propuesta en forma de O de 16 paños

La siguiente tabla muestra en porcentajes la reducción de estos desplazamientos para cada tipo de suelo S1, S2 y S3 cuando se optimiza las áreas de columnas y vigas.

Tabla 230. Reducción de los desplazamientos en función del nivel, tipo de suelo y la irregularidad de edificación propuesta con medidas optimizadas en forma de O -16 paños

REDUCCIÓN DE DESPLAZAMIENTOS "O DE 16 PAÑOS"						
EJE	EJE X			EJE Y		
NIVEL	S1	S2	S3	S1	S2	S3
5	42%	56%	67%	25%	38%	40%
4	44%	57%	68%	25%	39%	41%
3	46%	59%	69%	26%	41%	42%
2	49%	62%	71%	24%	40%	42%
1	60%	69%	77%	37%	50%	51%



### 5.2.12 Edificación en forma de O de 22 paños

Tabla 231. Comparación de edificaciones propuestas con medidas existentes vs edificaciones propuestas optimizadas en forma de O de 22 - paños

Comparación de edificaciones propuestas con medidas existentes obtenidas en campo vs edificaciones propuestas optimizadas en forma de O de 22 paños	
Columnas (25x45 cm), Vigas (25x40 cm) y Losa (20cm)	Columnas en L (25x50cm), Columnas (45x45cm), Vigas (30x45cm) y Losa (20cm)
Vista en Planta	Vista en Planta
5 Niveles – Vista 3d	5 Niveles – Vista 3d

Las siguientes tablas muestran derivas o distorsiones de entrepiso producto de la aplicación de la aceleración espectral definido en la norma E.030-2018, artículo 29.2.1. De color rojo se muestran los resultados que exceden al límite de distorsión de entrepiso.

Edificación propuesta en forma de O, no cumple el límite de distorsión de entrepiso en el eje X y Y.

Tabla 232. Derivas de entrepiso en los ejes "X" y "Y" de la edificación propuesta con medidas existentes en forma de O-22 paños

ANÁLISIS DE DERIVAS DE ENTREPISO DE EDIFICACIÓN EN FORMA DE O DE 22 PAÑOS													
e (+)		Excentricidad positiva											
		Suelo tipo S1				Suelo tipo S2				Suelo tipo S3			
		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R	
Niveles de la Edificación	Alturas (m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)
1	3.00	1.19	0.55	0.0024	0.0011	1.42	0.66	0.0028	0.0013	1.66	0.76	0.0033	0.0015
	2.70	3.71	2.00	0.0031	0.0020	4.45	2.39	0.0037	0.0024	5.19	2.79	0.0043	0.0028
2	3.00	2.34	1.10	0.0047	0.0022	2.80	1.32	0.0056	0.0026	3.27	1.54	0.0065	0.0031
	2.70	5.64	4.36	0.0025	0.0023	9.06	5.24	0.0040	0.0028	10.56	6.11	0.0047	0.0033
	2.70	4.54	3.33	0.0044	0.0037	7.29	3.99	<b>0.0071</b>	0.0044	8.51	4.66	<b>0.0082</b>	0.0052
3	3.00	2.58	1.66	0.0052	0.0033	4.13	2.00	<b>0.0083</b>	0.0040	4.82	2.33	<b>0.0096</b>	0.0047
	2.70	7.34	5.90	0.0021	0.0020	13.20	9.17	0.0037	0.0030	17.80	10.70	0.0049	0.0035
	2.70	6.45	5.04	0.0037	0.0033	11.60	7.85	0.0066	0.0051	15.64	9.16	<b>0.0089</b>	0.0059
4	2.70	4.82	3.59	0.0049	0.0042	8.67	5.58	<b>0.0089</b>	0.0065	11.69	6.51	<b>0.0119</b>	<b>0.0076</b>
	3.00	2.63	1.72	0.0053	0.0034	4.70	2.66	<b>0.0094</b>	0.0053	6.33	3.11	<b>0.0127</b>	0.0062
	2.70	9.05	7.33	0.0019	0.0017	16.25	13.17	0.0031	0.0029	26.60	16.41	0.0050	0.0036
5	2.70	8.30	6.62	0.0033	0.0029	14.92	11.90	0.0057	0.0050	24.43	14.84	<b>0.0092</b>	0.0063
	2.70	6.91	5.39	0.0044	0.0038	12.43	9.68	<b>0.0078</b>	0.0068	20.35	12.07	<b>0.0128</b>	<b>0.0085</b>
	2.70	5.01	3.70	0.0052	0.0044	8.96	6.63	<b>0.0094</b>	<b>0.0079</b>	14.66	8.26	<b>0.0154</b>	<b>0.0098</b>
	3.00	2.68	1.73	0.0054	0.0035	4.76	3.09	<b>0.0095</b>	0.0062	7.76	3.85	<b>0.0155</b>	<b>0.0077</b>



Edificación propuesta en forma de O optimizada, cumple el límite de distorsión de entrepiso

Tabla 233. Derivas de entrepiso en los ejes "X" y "Y" de la edificación propuesta optimizada en forma de O-22 paños

ANÁLISIS DE DERIVAS DE ENTREPISO DE EDIFICACION EN FORMA DE O DE 22 PAÑOS													
e (+)		Excentricidad positiva											
		Suelo tipo S1				Suelo tipo S2				Suelo tipo S3			
		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R		Desplazamientos Máximos		Derivas de Entrepiso*R	
Niveles de la Edificación	Alturas (m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)	Δ X (mm)	Δ Y (mm)	Eje X (mm/m)	Eje Y (mm/m)
1	3.00	0.25	0.26	0.0005	0.0005	0.30	0.31	0.0006	0.0006	0.35	0.36	0.0007	0.0007
	2.70	0.96	1.01	0.0011	0.0011	1.16	1.22	0.0013	0.0014	1.35	1.42	0.0015	0.0016
2	3.00	0.49	0.50	0.0010	0.0010	0.58	0.60	0.0012	0.0012	0.68	0.71	0.0014	0.0014
	2.70	2.19	2.32	0.0012	0.0013	2.63	2.78	0.0015	0.0016	3.07	3.25	0.0017	0.0019
3	2.70	1.64	1.73	0.0020	0.0021	1.97	2.07	0.0024	0.0025	2.30	2.42	0.0028	0.0029
	3.00	0.75	0.79	0.0015	0.0016	0.91	0.94	0.0018	0.0019	1.06	1.10	0.0021	0.0022
	2.70	3.92	4.15	0.0014	0.0015	4.70	4.99	0.0016	0.0018	5.49	5.82	0.0019	0.0021
4	2.70	3.32	3.50	0.0022	0.0024	3.98	4.21	0.0027	0.0028	4.64	4.91	0.0031	0.0033
	2.70	2.33	2.45	0.0029	0.0031	2.79	2.94	0.0035	0.0037	3.26	3.43	0.0041	0.0043
	3.00	1.02	1.06	0.0020	0.0021	1.22	1.27	0.0024	0.0026	1.42	1.49	0.0028	0.0030
	2.70	5.07	5.19	0.0012	0.0012	7.33	7.77	0.0017	0.0018	8.55	9.07	0.0020	0.0021
5	2.70	4.56	4.66	0.0020	0.0021	6.59	6.98	0.0029	0.0031	7.68	8.15	0.0034	0.0036
	2.70	3.67	3.74	0.0027	0.0027	5.30	5.61	0.0039	0.0041	6.18	6.55	0.0045	0.0048
	2.70	2.48	2.52	0.0032	0.0032	3.57	3.77	0.0045	0.0048	4.17	4.40	0.0053	0.0056
	3.00	1.06	1.07	0.0021	0.0021	1.53	1.60	0.0031	0.0032	1.78	1.86	0.0036	0.0037
	2.70	5.07	5.19	0.0012	0.0012	7.33	7.77	0.0017	0.0018	8.55	9.07	0.0020	0.0021

La siguiente tabla muestra el incremento de los desplazamientos en porcentajes de nivel a nivel para cada tipo de suelo, de la edificación propuesta con medidas existentes en forma de O de 5 niveles.

Tabla 234. Incremento de los desplazamientos en función del nivel, tipo de suelo y la irregularidad de edificación propuesta con medidas existentes en forma de O-22 paños

INCREMENTO DE LOS DESPLAZAMIENTOS EN FUNCIÓN DEL NIVEL, TIPO DE SUELO Y LA IRREGULARIDAD "O DE 22 PAÑOS"						
EJE	EJE X			EJE Y		
NIVEL	S1	S2	S3	S1	S2	S3
4-5	19%	19%	33%	20%	30%	35%
3-4	23%	31%	31%	26%	43%	43%
2-3	34%	51%	51%	54%	54%	54%
1-2	68%	68%	68%	73%	73%	73%

En las siguientes representaciones gráficas se muestra la reducción de desplazamientos máximos absolutos en el eje X y Y, la edificación propuesta con medidas existentes en forma de O de 22 paños con línea continua y línea entrecortada la edificación propuesta en forma de O de 22 paños optimizada, ambos de 5 niveles para los suelos S1 (roca o suelos muy rígidos), S2 (suelos intermedios) y S3 (suelos blandos).



Figura 63. Desplazamientos máximos por nivel en el eje "X" edificación propuesta en forma de O de 22 paños



Figura 64. Desplazamientos máximos por nivel en el eje "Y" edificación propuesta en forma de O de 22 paños

La siguiente tabla muestra en porcentajes la reducción de estos desplazamientos para cada tipo de suelo S1, S2 y S3 cuando se optimiza las áreas de columnas y vigas.

Tabla 235. Reducción de los desplazamientos en función del nivel, tipo de suelo y la irregularidad de edificación propuesta con medidas optimizadas en forma de O-22 paños

REDUCCIÓN DE DESPLAZAMIENTOS "O DE 22 PAÑOS"						
EJE	EJE X			EJE Y		
NIVEL	S1	S2	S3	S1	S2	S3
5	44%	55%	68%	27%	38%	41%
4	45%	56%	69%	27%	38%	42%
3	47%	57%	70%	28%	40%	43%
2	51%	60%	72%	26%	39%	43%
1	60%	68%	77%	38%	48%	52%



### **Resumen Interpretación de los resultados encontrados en la investigación**

- La edificación existente en forma rectangular no cumple con los parámetros de límites de distorsión de entrepiso para 3, 4 y 5 niveles en los suelos tipo S2 y S3 en el eje X.
- La edificación existente en forma de L no cumple con los parámetros de límites de distorsión de entrepiso para 3, 4 y 5 niveles en los suelos tipo S2 y S3 en el eje X e Y.
- La edificación existente en forma de U no cumple con los parámetros de límites de distorsión de entrepiso para 2, 3, 4 y 5 niveles en los suelos tipo S2 y S3 en el eje X e Y.
- La propuesta de columnas de 0.45x0.45m, vigas de 0.30x0.45 m, altura de losa de 0.20 m y columnas en forma de L en las esquinas de 0.25x0.50 m en la presente investigación es una solución para el cumplimiento de los parámetros de límites de distorsión de entrepiso para los 3 tipos de suelo establecidos por la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente del año 2018, ya que disminuye los desplazamientos máximos hasta en un 87% en la edificación existente en forma de L para un suelo tipo S3 (Suelos Blandos).

#### **b) Comentario de la demostración de la hipótesis**

Todas las hipótesis se ratifican en su totalidad ya que se demostró cada una de ellas con los procedimientos y análisis establecidos por la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente del año 2018 la cual ha sido el eje para esta investigación.

#### **c) Aporte de la investigación**

Se establecen procedimientos como análisis por irregularidad de las edificaciones, análisis estático y dinámico mediante el software ETABS para diferentes tipos de suelo aplicando espectros de diseño al igual que el software SAP2000 para la evaluación sísmica mediante elementos finitos de tipo sólido.

La presente investigación al analizar edificaciones existentes irregulares e propuestas para la ciudad del Cusco busca brindar una solución para nuevas edificaciones para que así se incluyan medidas de aumento de áreas a los elementos estructurales (situación propuesta de columnas de 0.45x0.45m, vigas de 0.30x0.45 m, altura de losa de 0.20 m y columnas en forma de L en las esquinas de 0.25x0.50 m) para que así estas cumplan los límites de distorsión de entrepiso, y así al momento de que ocurra un sismo se puedan evitar las pérdidas humanas, asegurar la continuidad de los servicios básicos y minimizar los daños a la propiedad.



Finalmente se realiza un análisis de esfuerzos por el método de elementos finitos con elementos tipo sólido para edificaciones propuestas y así mostrar la concentración de esfuerzos en las esquinas entrantes interiores.

## **6 Glosario**

### **A**

#### **Análisis estructural**

Uso de ecuaciones de la resistencia de materiales para encontrar los esfuerzos internos, deformaciones, tensiones, compresiones, etc. Que actúan sobre una estructura resistente como las edificaciones.

#### **Amplificación Sísmica**

Coefficiente que depende del periodo fundamental de vibración, periodo que define la plataforma del factor C.

### **C**

#### **Ciudad del Cusco**

Concepto tomado por los tesisistas refiriéndose a la provincia del Cusco compuesto por 8 Distritos: Cusco, Ccorca, Poroy, San Jerónimo, San Sebastián, Santiago, Saylla y Wanchaq.

#### **Coefficiente de Poisson**

Es una constante elástica que proporciona una medida del estrechamiento de sección de un prisma del material elástico lineal e isótropo cuando se estira longitudinalmente y se adelgaza en las direcciones perpendiculares a la de estiramiento.

#### **Componentes Estructurales**

Aquellos elementos que forman parte integrante del sistema resistente o estructura de edificación.

#### **Componentes no Estructurales**

Aquellos elementos que no forman parte integrante del sistema resistente o estructura de la edificación.





## **D**

### **Deriva de Entrepiso**

Desplazamiento horizontal relativo de entrepisos, calculado como la diferencia de desplazamientos horizontales de dos niveles consecutivos de una edificación dividido por la altura de los entrepisos.

## **E**

### **Edificación propuesta**

Propuesta de la investigación, modelamiento de edificaciones creadas por los tesisistas a partir de datos de campo, de las mediciones de edificaciones existentes que se ajusta muy estrechamente a un modelo o prototipo de perfección.

### **Edificación optimizada**

Propuesta de la investigación, que se basa en el mejoramiento de área de columnas esquineras en forma de L (0.25x0.50m), columnas centradas y medianeras de (0.45x0.45m) y vigas (0.25x0.50m) para rigidizar la edificación y así cumpla con los parámetros de deriva de entrepiso e irregularidades torsionales de la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente.

### **Edificación existente**

Modelamiento de edificaciones realizada por los tesisistas a partir de datos de campo, de mediciones de edificaciones existentes.

## **F**

### **Fuerza Cortante**

Es la suma algebraica de todas las fuerzas externas perpendiculares a un elemento estructural que actúa a un lado de la sección considerada.

## **G**

### **Grado de Libertad**

El número de grados de libertad en ingeniería se refiere al número mínimo de parámetros que necesitamos especificar para determinar completamente la velocidad de un mecanismo o el número de reacciones de una estructura.



## **I**

### **Inestabilidad**

condición de una estructura o elemento estructural bajo carga, alcanzada la cual se produce un incremento continuo de deformaciones y una disminución de su capacidad resistente.

## **P**

### **Paños**

Forma cuadrilátera que representa a una losa y esta a su vez es soportada por cuadro columnas.

### **Periodo fundamental de la Estructura**

Es el tiempo que tarda la estructura en completar un ciclo de vibración en el primer modo.

## **R**

### **Rigidez**

Propiedad de un cuerpo, elemento o estructura de oponerse a las deformaciones o capacidad de soportar cargas o tensiones sin deformarse o desplazarse.



## 7 Conclusiones

La presente investigación propone una solución frente al incumplimiento de la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente del año 2018, por parte de las edificaciones existentes autoconstruidas aporticadas irregulares con plantas en forma rectangular, cruz, U, L, T y O de hasta 05 niveles, mediante la propuesta de edificaciones propuestas optimizadas modeladas en el programa Etabs para suelos S1 (roca o suelos muy rígidos), S2 (suelos intermedios) y S3 (suelos blandos), a partir del cual se evaluó la respuesta sísmica de cada modelo en base a criterios estáticos, dinámicos, fuerzas internas y fuerzas externas.

**De la Hipótesis General,** Se logró demostrar que la presencia de irregularidades en planta influye sobre la evaluación sísmica de las edificaciones aporticadas con forma rectangular, cruz, U, L, T y O, localizadas en la ciudad del Cusco, respecto a la irregularidad torsional calculándose el factor de relación que supera a 1.3 en las edificaciones existente en forma de L (FR=1.31), propuesta con medidas existentes en forma de L de 9 paños (FR=1.48) y en forma de T de 9 paños (FR=1.37) en suelo blando S3.

También se logró demostrar que el incremento de los desplazamientos máximos absolutos se amplifica una vez que se presenta irregularidad torsional, lo que puede ser reducido mediante el cumplimiento de la Norma Técnica E.030 del año 2018, a través del incremento del área de columnas y vigas y la implementación de columnas en forma de L en las esquinas de las edificaciones (Página N°175).

**De la hipótesis N° 01,** Se logró demostrar que:

Los valores de irregularidad en planta y altura varían de 0,50 a 0,90 para las edificaciones autoconstruidas e propuestas localizadas en la ciudad del Cusco mediante la Norma Técnica E.030 – 2018, así mismo del análisis de irregularidad se llegó a las siguientes conclusiones:

- Las edificaciones aporticadas existentes, propuestas con medidas existentes e propuestas optimizadas, con forma rectangular de 01 a 05 niveles en todos los tipos de suelo, no presentan irregularidades.
- Las edificaciones aporticadas propuestas con medidas existentes e propuestas optimizadas con forma de cruz de 01 a 05 niveles en todos los tipos de suelo, sólo presenta la irregularidad de esquina entrante (factor=0.90).
- Todas las edificaciones aporticadas existentes, propuestas con medidas existentes e propuestas optimizadas con forma de cruz, U, L, T de 01 a 05 niveles en todos los tipos de suelo, presentan irregularidad de esquina entrante (factor=0.90).



- La edificación aporticada existente en forma de L para 04 y 05 niveles en el tipo de suelo S2 y S3, presenta la irregularidad torsional (factor=0.75).
- La edificación aporticada propuesta con medidas existentes en forma de L (9 paños) para 04 y 05 niveles en el tipo de suelo S1, S2 y S3, presenta la irregularidad torsional (factor=0.75).
- La edificación aporticada propuesta con medidas existentes en forma de T (9 paños) para 05 niveles en el tipo de suelo S1, S2 y S3, presenta la irregularidad torsional (factor 0.75).
- Las edificaciones propuestas con medidas existentes e propuestas optimizadas en forma de O de 01 a 05 niveles en todos los tipos de suelo, no presentan irregularidades (Página N°175).

**De la hipótesis N°02 y N°03, Se logró demostrar que:**

- La edificación existente rectangular no cumple con los límites de distorsión de entrepiso para los suelos S2 (suelos intermedios) y S3 (suelos blandos), en el 3er, 4to y 5to nivel del eje X. Siendo la distorsión máxima de esta edificación 0.0152 en el eje X, correspondiente al segundo piso de la edificación antes mencionada de 5 niveles en el suelo S3.
- La edificación existente en forma de L no cumple con los límites de distorsión de entrepiso para los suelos S2 (suelos intermedios) y S3 (suelos blandos), en el 3er, 4to y 5to nivel del eje X y Y. Siendo la distorsión máxima de esta edificación 0.0158 en el eje X, correspondiente al segundo piso de la edificación antes mencionada de 5 niveles en el suelo S3.
- La edificación existente en forma de U no cumple con los límites de distorsión de entrepiso para los suelos S2 (suelos intermedios) y S3 (suelos blandos), en el 2do, 3er, 4to y 5to nivel del eje X y Y. Siendo la distorsión máxima de esta edificación 0.0198 en el eje X, correspondiente al segundo piso de la edificación antes mencionada de 5 niveles en el suelo S3.
- Las edificaciones propuestas con medidas existentes en forma rectangular no cumplen con los límites de distorsión de entrepiso para los suelos S2 (suelos intermedios) y S3 (suelos blandos), en el 3er, 4to y 5to nivel del eje X y Y. Siendo la distorsión máxima de estas edificaciones de 5 y 10 paños 0.0146 y 0.0162 respectivamente en el eje X, correspondiente al segundo piso de las edificaciones antes mencionadas de 5 niveles en el suelo S3.
- Las edificaciones propuestas con medidas existentes en forma de O no cumplen con los límites de distorsión de entrepiso para los suelos S2 (suelos intermedios) y S3 (suelos blandos), en el 3er, 4to y 5to nivel del eje X y Y. Siendo la distorsión máxima de estas edificaciones de 16 y 22 paños 0.0133 y 0.0154 respectivamente en el eje X, correspondiente al segundo piso de las edificaciones antes mencionadas de 5 niveles en el suelo S3.



- Las edificaciones propuestas con medidas existentes en forma de cruz de 9 paños no cumplen con los límites de distorsión de entrepiso para los suelos S2 (suelos intermedios) y S3 (suelos blandos), en el 3er, 4to y 5to nivel del eje X y Y. Siendo la distorsión máxima de esta edificación 0.0156 en el eje X, correspondiente al segundo piso de la edificación antes mencionada de 5 niveles en el suelo S3.
- Las edificaciones propuestas con medidas existentes en forma de cruz de 16 paños no cumplen con los límites de distorsión de entrepiso para los suelos S2 (suelos intermedios) y S3 (suelos blandos), en el 2do, 3er, 4to y 5to nivel del eje X y Y. Siendo la distorsión máxima de esta edificación 0.0178 en el eje X, correspondiente al segundo piso de la edificación antes mencionada de 5 niveles en el suelo S3.
- Las edificaciones propuestas con medidas existentes en forma de U de 13 paños no cumplen con los límites de distorsión de entrepiso para los suelos S2 (suelos intermedios) y S3 (suelos blandos), en el 3er, 4to y 5to nivel del eje X y Y. Siendo la distorsión máxima de esta edificación 0.0142 en el eje X, correspondiente al segundo piso de la edificación antes mencionada de 5 niveles en el suelo S3.
- Las edificaciones propuestas con medidas existentes en forma de U de 12 paños no cumplen con los límites de distorsión de entrepiso para los suelos S2 (suelos intermedios) y S3 (suelos blandos), en el 2do, 3er, 4to y 5to nivel del eje X y Y. Siendo la distorsión máxima de esta edificación 0.0172 en el eje X, correspondiente al segundo piso de la edificación antes mencionada de 5 niveles en el suelo S3.
- Las edificaciones propuestas con medidas existentes en forma de L de 9 paños no cumplen con los límites de distorsión de entrepiso para los suelos S2 (suelos intermedios) y S3 (suelos blandos), en el 3er, 4to y 5to nivel del eje X y Y. Siendo la distorsión máxima de esta edificación 0.0184 en el eje X, correspondiente al segundo piso de la edificación antes mencionada de 5 niveles en el suelo S3.
- Las edificaciones propuestas con medidas existentes en forma de L de 14 paños no cumplen con los límites de distorsión de entrepiso para los suelos S2 (suelos intermedios) y S3 (suelos blandos), en el 2do, 3er, 4to y 5to nivel del eje X y Y. Siendo la distorsión máxima de esta edificación 0.0181 en el eje X, correspondiente al segundo piso de la edificación antes mencionada de 5 niveles en el suelo S3.
- Las edificaciones propuestas con medidas existentes en forma de T de 9 paños no cumplen con los límites de distorsión de entrepiso para los suelos S2 (suelos intermedios) y S3 (suelos blandos), en el 3er, 4to y 5to nivel del eje X y Y. Siendo la distorsión máxima de esta



edificación 0.0169 en el eje X, correspondiente al segundo piso de la edificación antes mencionada de 5 niveles en el suelo S3.

- Las edificaciones propuestas con medidas existentes en forma de T de 16 paños no cumplen con los límites de distorsión de entrepiso para los suelos S2 (suelos intermedios) y S3 (suelos blandos), en el 2do, 3er, 4to y 5to nivel del eje X y Y. Siendo la distorsión máxima de esta edificación 0.0179 en el eje X, correspondiente al segundo piso de la edificación antes mencionada de 5 niveles en el suelo S3 (Página N°176).

**De la hipótesis N°04,** Se logró demostrar que todas las edificaciones propuestas optimizadas en forma rectangular, cruz, U, L, T y O cumplen con los límites de distorsión de entrepiso en todas las edificaciones modeladas de 1 a 5 niveles para suelos S1 (roca o suelos muy rígidos), S2 (suelos intermedios) y S3 (suelos blandos), ya que las vigas son de 0.30x0.45 m, columnas centrales y excéntricas de 0.45x0.45 m, columna en forma de L de 0.25x0.50 m y altura de losa de 0.20 m, mediante esta optimización también se logró reducir los factores de relación respecto a la torsión de las edificaciones existentes e propuestas con medidas existentes (Página N°177).

**De la hipótesis N°05,** Se logró demostrar que:

Los elementos estructurales sobreesforzados se encuentran en las esquinas entrantes interiores de la forma en planta en las edificaciones aporticadas propuestas con medidas existentes con forma en planta rectangular, cruz, U, L, T y O.

Tras desarrollar modelos para 60 plantas (2 rectangulares, 2 en forma de U, 2 en forma de L, 2 en forma de cruz, 2 en forma de T y 2 en forma de O, modeladas por niveles del 1er al 5to), para la aceleración espectral en el suelo de tipo S3 (suelos blandos), indicada en la norma E.030 de Diseño Sismorresistente del año 2018, se ha realizado el análisis de los elementos finitos de tipo sólido que ha permitido identificar que los lugares de mayor concentración de esfuerzos (Compresión) se ubican en las esquinas entrantes interiores de cada forma de edificación propuestas con medidas existentes antes descritas (Página N°164).

**De la hipótesis N°06,** Se logró demostrar que:

A través de la aplicación del método de los elementos finitos, se ha podido realizar el análisis de la distribución de esfuerzos de tracción y compresión y su variación causadas por fuerza sísmica en las edificaciones aporticadas propuestas con medidas existentes forma rectangular, U, L, T y O, siendo la mayor fuerza de compresión (96.09 kg/cm<sup>2</sup>) la que actúa en la esquina entrante de la edificación en forma de T de 16 paños (Página N°165).



- Edificación en forma rectangular de 5 paños  $S_{max}=52.16 \text{ kg/cm}^2$  en Compresión.
- Edificación en forma rectangular de 10 paños  $S_{max}=93.20 \text{ kg/cm}^2$  en Compresión.
- Edificación en forma de T de 9 paños  $S_{max}=64.80 \text{ kg/cm}^2$  en Compresión
- Edificación en forma de U de 12 paños  $S_{max}=93.16 \text{ kg/cm}^2$  en Compresión
- Edificación en forma de U de 13 paños  $70.90 \text{ kg/cm}^2$  en Compresión.
- Edificación en forma de L de 9 paños  $S_{max}=61.93 \text{ kg/cm}^2$  en Compresión.
- Edificación en forma de L de 14 paños  $S_{max}=93.15 \text{ kg/cm}^2$  en Compresión.
- Edificación en forma de T de 9 paños  $S_{max}=69.61 \text{ kg/cm}^2$  en Compresión.
- Edificación en forma de T de 16 paños  $S_{max}=93.09 \text{ kg/cm}^2$  en Compresión.
- Edificación en forma de O de 16 paños  $S_{max}=70.91 \text{ kg/cm}^2$  en Compresión.
- Edificación en forma de O de 22 paños  $S_{max}=93.14 \text{ kg/cm}^2$  en Compresión



## 8 Recomendaciones

**Primera.** – Desarrollar un estudio de edificaciones existentes que presenten sistemas no paralelos (ejes de porticos) y así conocer que influencia tiene en el análisis sísmico de acuerdo a la Norma Técnica E.030 para cada tipo de suelo existente en la ciudad del Cusco.

**Segunda.** – Realizar estudios de edificios aporticados para determinar si resulta pertinente y económico incrementar las secciones de las columnas y/o vigas en lugar de adicionar placas dentro de la estructura, ello a fin de para cumplir con los límites de distorsión de entrepiso.

**Tercera.** - Efectuar un estudio donde se analice la variación de las dimensiones de columnas y vigas, para que un sistema estructural aporticado, cumpla los límites de distorsión de entrepiso sólo referido al tipo de suelo S2 y S3, así como mostrar las diferenciaciones de las dimensiones de elementos estructurales obtenidas de un tipo de suelo al otro.

**Cuarta.** - Realizar un estudio previo a la construcción de una edificación irregular a través del uso del software Sap2000 mediante elementos finitos tipo sólido sometido a un registro sísmico existente, ello con la finalidad de apreciar la distribución de esfuerzos existentes, para conocer los lugares de mayor concentración de esfuerzos y lograr un diseño óptimo que cumpla la Norma Técnica E.030 del año 2018.

**Quinta.** – La implementación de un curso de elementos finitos o la inclusión en el sílabus de un curso de análisis estructural en la malla curricular de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina del Cusco, en razón a que el mismo resulta de suma importancia para el entendimiento de cómo funcionan los programas comerciales de estructuras y así brindar un mayor conocimiento de dicha materia para la formación académica del alumno.





## 9 Referencias

- Genaro Delgado Contreras (2011), Diseño de estructuras de concreto armado. EDITORIAL ADICIVIL. PERÚ
- Norma técnica E.030, Diseño Sismorresistente – PERÚ, 2018.
- Rodolfo Javier Laura Sulca (2009). Evaluación del Comportamiento Dinámico de Edificios de Concreto Armado sin y con Núcleo Central. PERÚ
- Raúl Gonzáles Herrera, Consuelo Gómez Soberón (2008). Efectos de la Irregularidad en Planta por Forma Arquitectónica. MÉXICO
- Daniel A. Hernández García, Consuelo Gómez Soberón (2009). Efectos de la Irregularidad en Estructuras Diseñadas con el RCDF-04 Bajo Excitación Sísmica. MÉXICO.
- De la Liera J.C y, Chopra A. K. (1994), Accidental And Natural Torsion in Earthquake Response and Desing Buildings Systems. CALIFORNIA.
- Etasb. (2002), Users Manual Computers and Estructures. CALIFORNIA.
- Piqué J. y Scaletti H. (1991). Análisis Sísmico de Edificios. PERÚ
- Hugo Aravena Nina (2018), Diseño de un Edificio de Viviendas en Lince, PERÚ
- Sebastián Mauricio Granizo Malusín (2013), Estudio de la Configuración Estructural en Planta y Elevación y su Incidencia en la Estabilidad de un Edificio. ECUADOR.
- Enrique Bazán, Roberto Meli (1977). Diseño Sísmico de Edificios, LIMUSA NORIEGA EDITORES. MÉXICO
- Mauricio Gallegos Silva, Alberto Sarria Molina (2006). El Concreto y los Terremotos. COLOMBIA
- Genaro Delgado Contreras (2011), Diseño de Estructuras Aporticadas de Concreto Armado, EDICIONES EDICIVIL S.R.L. PERÚ
- Curso Diseño Estructural de Edificaciones (2017) – Universidad Andina del Cusco, Cusco.
- Curso Ingeniería Sismorresistente (2017) – Universidad Andina del Cusco, Cusco.
- Hernández Sampieri, Fernández-Collado, & Baptista Lucio, Metodología de la Investigación, 6TA EDICIÓN, MEXICO, MC GRAW HILL.
- Arnold Ch. y Reitherman R. (1994). Configuración y Diseño Sísmico de Edificios. Editorial Limusa.
- Eliud Hernández (2010), Manual de Aplicación del Programa SAP2000 v14. PERÚ
- Andres Gomez Noblega (2004), Mapa de Peligros de la Ciudad del Cusco. PERÚ