

**UNIVERSIDAD PERUANA DEL CENTRO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**“COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE UN EDIFICIO DE 15 PISOS  
CIMENTADO EN SUELO RÍGIDO EN FUNCIÓN A SU CONFIGURACIÓN  
ESTRUCTURAL: TIPO MURO - PÓRTICO Y MURO DE CORTE EN EL  
DISTRITO DE EL TAMBO - HUANCAYO - JUNÍN”**

**Para obtener el título Profesional de**

**INGENIERO CIVIL**

**Presentado por:**

**JOSÉ ALEJANDRO MAYTA LLANCO**

**Asesores:**

**DR. JOSÉ LUIS LEÓN UNTIVEROS**

**ING. RAÚL CURASMA RAMOS**

**Huancayo, 2020**

## **DEDICATORIA**

Con todo mi amor y admiración para las personas que hicieron todo en la vida para que pudiera lograr mis metas y sueños, por motivarme y darme el aliento cada vez que el camino se ponía duro, a ustedes por siempre mi agradecimiento.

### **Alejandro y Dona**

A tu cariño y comprensión, contribuiste para que pudiera cumplir con esta meta trazada. Por tu bondad y perseverancia que me inspiraron a ser mejor persona día a día, ahora puedo decir que este proyecto lleva mucho de ti, gracias por estar a mi lado,

A mis docentes que, a lo largo de mi desarrollo universitario, influyeron con sus enseñanza y experiencias en formarme como una persona de bien, preparada para los retos profesionales de la vida, a todos ellos les dedico cada una de estas hojas de mi tesis.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mi Dios en primer lugar, ya que con el todo se logra y sin el nada sería posible. por iluminar y fortalecer nuestro espíritu cada amanecer, por ser el guía en este camino hacia el éxito.

Mi más profundo agradecimiento a todos los maestros de la Universidad Peruana del Centro por todo el apoyo brindado, por su calidad humana, por sus enseñanzas que ayudaron a desarrollar esta tesis que hoy tuvimos el inmenso placer de defender con propiedad y firmeza.

## ÍNDICE GENERAL

<b>RESUMEN</b>	<b>20</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>22</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	<b>24</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>24</b>
<b>1.1. Situación Problemática</b>	<b>24</b>
<b>1.2. Formulación del Problema</b>	<b>26</b>
1.2.1. Problema General	26
1.2.2. Problemas Específicos	26
<b>1.3. Justificación Teórica</b>	<b>26</b>
<b>1.4. Justificación Práctica</b>	<b>27</b>
<b>1.5. Objetivos de la Investigación</b>	<b>27</b>
1.5.1. Objetivo General	27
1.5.2. Objetivos Específicos	28
<b>1.6. Hipótesis y Variables</b>	<b>28</b>
1.6.1. Hipótesis General	28
1.6.2. Hipótesis Específicas	29
<b>CAPÍTULO II</b>	<b>30</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b>	<b>30</b>
<b>2.1. Marco Filosófico o Epistemológico de la Investigación</b>	<b>30</b>
<b>2.2. Antecedentes de la Investigación</b>	<b>31</b>
2.2.1. Trabajos Previos	31
<b>2.3. Bases Teóricas</b>	<b>33</b>
2.3.1. Comportamiento Sísmico	33
2.3.2. Edificios de Gran Altura	33
2.3.3. Cimentación	37
2.3.4. Suelos Rígidos	37

2.3.5. Configuración Estructural Para Edificios De Gran Altura _____	38
2.3.6. Límites Prácticos De Los Sistemas Estructurales _____	40
2.3.7. Configuración Estructural Para Edificios De Gran Altura De Concreto Armado _____	42
2.3.8. Configuraciones Estructurales _____	46
2.3.9. Glosario _____	47
<b><i>CAPÍTULO III</i></b> _____	<b>51</b>
<b><i>METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</i></b> _____	<b>51</b>
<b>3.1. Tipo Y Diseño De Investigación.....</b>	<b>51</b>
3.1.1. Tipo De Investigación _____	51
3.1.2. Diseño de investigación _____	51
<b>3.2. Unidad De Análisis .....</b>	<b>52</b>
<b>3.3. Población De Estudio.....</b>	<b>53</b>
<b>3.4. Tamaño De Muestra .....</b>	<b>53</b>
<b>3.5 Selección De Muestra .....</b>	<b>53</b>
<b>3.6. Técnicas De Recolección De Datos .....</b>	<b>53</b>
<b><i>CAPÍTULO IV</i></b> _____	<b>54</b>
<b><i>DESARROLLO DE TEMA</i></b> _____	<b>54</b>
<b>4.1. Descripción Del Proyecto.....</b>	<b>54</b>
<b>4.1.1. Ubicación Política del Proyecto .....</b>	<b>54</b>
<b>4.1.2. Ubicación Geográfica del Proyecto.....</b>	<b>55</b>
<b>4.1.3. Zonificación Del Terreno .....</b>	<b>56</b>
<b>4.2. Tipo De Suelo .....</b>	<b>56</b>
<b>4.3. Objetivo A (Realizar La Estructuración Y Pre Dimensionamiento De Un Edificio De 15 Pisos).....</b>	<b>59</b>
4.3.1. Configuración Estructural _____	59
4.3.2. Predimensionamiento De Elementos Estructurales _____	60
4.3.2.1. Predimensionamiento De Losa Maciza Bidireccional _____	60
4.3.2.2. Predimensionamiento De Vigas _____	62

4.3.2.3. <i>Predimensionamiento De Columnas</i> .....	62
<b>4.4. Objetivo B (Realizar El Modelamiento Estructural De Un Edificio De 15 Pisos) ...</b>	<b>65</b>
<b>4.4.1. Modelamiento De La Estructura .....</b>	<b>65</b>
<b>4.5. Realizar El Análisis Sísmico Estático Y Análisis Sísmico Dinámico De Un Edificio De 15 Pisos.....</b>	<b>67</b>
<b>4.5.1 . Análisis Sísmico .....</b>	<b>67</b>
4.5.1.1. <i>Centro De Masas</i> .....	68
4.5.1.2. <i>Centro De Rigidez</i> .....	70
4.5.1.3. <i>Excentricidad</i> .....	71
4.5.1.4. <i>Peso O Masa De La Estructura</i> .....	72
4.5.1.5. <i>Elementos Estructurales</i> .....	72
4.5.1.6. <i>Peligro Sísmico</i> .....	74
4.5.1.7. <i>Categoría, Sistema Estructural Y Regularidad Del Edificio</i> .....	77
4.5.1.8. <i>Análisis Estático</i> .....	77
4.5.1.9. <i>Análisis Modal</i> .....	83
4.5.1.10. <i>Análisis Dinámico</i> .....	87
4.5.1.12. <i>Cortante De Diseño Y Factores De Escala</i> .....	92
<b>4.6. Análisis Comparativo De Los Dos Tipos De Configuraciones.....</b>	<b>93</b>
4.6.1. <i>Análisis Comparativo De Fuerzas Internas En Los Dos Tipos De Configuración.</i> .....	93
4.6.1.1. <i>Análisis Comparativo De Fuerzas Cortantes</i> .....	93
4.6.1.2. <i>Análisis Comparativo De Momentos Flectores</i> .....	100
4.6.1.3. <i>Análisis Comparativo De Rigideces</i> .....	106
4.6.2. <i>Análisis Comparativo De Fuerzas Internas En Los Dos Tipos De Configuración – Ejemplo Columnas Y Vigas De Mayor Solicitación.</i> .....	110
4.6.2.1. <i>Análisis Comparativo De Momentos Flectores Bajo Carga Sísmica</i> .....	110
4.6.2.2. <i>Análisis Comparativo De Fuerzas Cortantes Bajo Carga Sísmica</i> .....	114
4.6.2.3. <i>Análisis Comparativo De Desplazamientos Bajo Carga Sísmica</i> .....	117
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>121</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>121</b>
<b>5.1. Análisis, Interpretación Y Discusión De Resultado.....</b>	<b>121</b>
<b>5.2 Prueba de hipótesis .....</b>	<b>122</b>
<b>5.2.1. Hipótesis General .....</b>	<b>122</b>

5.2.2. Hipótesis Específica .....	122
5.3. Presentación de Resultados .....	124
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>128</b>
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>130</b>
<b>REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>131</b>
<b>ANEXO 01: MODELAMIENTO CON EL PROGRAMA ETABS</b> .....	<b>132</b>
<b>1. MATERIALES Y CARGAS DE DISEÑO</b> .....	<b>132</b>
1.1. MATERIALES .....	132
1.2. CARGAS DE DISEÑO .....	134
1.3. MASA DE LA ESTRUCTURA MASSOUCE=100%CM+25%CV .....	134
1.4. ANALISIS MODAL .....	135
1.5. ANALISIS ESTÁTICO .....	136
1.6. ANALISIS SISMICO ESPECTRAL .....	137
1.7. CASOS DE CARGA ANALISIS DINAMICO ESPECTRAL .....	139
<b>ANEXO 02: ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE</b> <b>CIMENTACIÓN</b> .....	<b>140</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Tabla 01 Vigas pre dimensionadas</b>	<b>62</b>
<b>Tabla 02 Expresiones para el predimensionamiento de Columnas que resisten cargas de gravedad</b>	<b>63</b>
<b>Tabla 03: Peso promedio de la estructura por Categoría de Edificación</b>	<b>63</b>
<b>Tabla 04: Datos usados para el Predimensionamiento de Columnas</b>	<b>64</b>
<b>Tabla 05 Predimensionamiento y Verificación de Columnas</b>	<b>65</b>
<b>Tabla 06 Centro de masas Configuración de muros estructurales y Configuración de pórtico – muro estructural.</b>	<b>69</b>
<b>Tabla 07 Diferencia de masas de la estructura de las dos configuraciones.</b>	<b>69</b>
<b>Tabla 08 Diferencia de centro de rigideces de la estructura</b>	<b>70</b>
<b>Tabla 09 Excentricidad de la estructura para cada configuración.</b>	<b>71</b>
<b>Tabla 10 Excentricidad accidental</b>	<b>72</b>
<b>Tabla 11 Elementos estructurales</b>	<b>72</b>
<b>Tabla 12 Tabla de la Categoría y Sistema Estructural de las estructuras.</b>	<b>77</b>
<b>Tabla 13 Parámetros y cortante basal según la Norma E-030.</b>	<b>78</b>
<b>Tabla 14 Análisis modal de las estructuras</b>	<b>79</b>
<b>Tabla 15 Cálculo del valor de C y K, para el análisis sísmico estático.</b>	<b>79</b>
<b>Tabla 16 Distribución de la Fuerza Sísmica en Altura Configuración 1.</b>	<b>79</b>



<b>Tabla 17 Distribución de la Fuerza Sísmica en Altura Configuración 2.</b>	<b>80</b>
<b>Tabla 18 Derivas del sismo estático en dirección en X y Y – CONFIG 1.</b>	<b>81</b>
<b>Tabla 19 Derivas del sismo estático en dirección en X y Y – CONFIG 2.</b>	<b>82</b>
<b>Tabla 20 Análisis modal - Factor de Masa Participativa – CONFIG 1.</b>	<b>83</b>
<b>Tabla 21 Análisis modal - Factor de Masa Participativa – CONFIG 2.</b>	<b>85</b>
<b>Tabla 22 Cálculo de aceleraciones en base de las dos configuraciones.</b>	<b>88</b>
<b>Tabla 23 Derivas del sismo estático en dirección en X y Y – CONFIG 1.</b>	<b>89</b>
<b>Tabla 24 Derivas del sismo estático en dirección en X y Y – CONFIG 2.</b>	<b>91</b>
<b>Tabla 25 Cargas sísmicas en la base de la estructura CONFIGURACIÓN 1.</b>	<b>92</b>
<b>Tabla 26 Cargas sísmicas en la base de la estructura CONFIGURACIÓN 2.</b>	<b>92</b>
<b>Tabla 27 Factor de Escala y V (Cortante de Diseño) – CONFIGURACIÓN 1.</b>	<b>93</b>
<b>Tabla 28 Factor de Escala y V (Cortante de Diseño) – CONFIGURACIÓN 2.</b>	<b>93</b>
<b>Tabla 29 Cortantes por piso – CONFIGURACIÓN 1.</b>	<b>94</b>
<b>Tabla 30 Cortantes por piso – CONFIGURACIÓN 2.</b>	<b>96</b>
<b>Tabla 31 Momentos flectores por piso – CONFIGURACIÓN 1.</b>	<b>100</b>
<b>Tabla 32 Momentos flectores por piso – CONFIGURACIÓN 2.</b>	<b>102</b>
<b>Tabla 33 Rigideces por piso – CONFIGURACIÓN 1.</b>	<b>106</b>
<b>Tabla 34 Rigideces por piso – CONFIGURACIÓN 2.</b>	<b>108</b>
<b>Tabla 35 Resumen de resultados obtenidos..</b>	<b>124</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 01 : Primeros edificios de gran altura.</b>	<b>35</b>
<b>Figura 02: Edificios de gran altura.</b>	<b>35</b>
<b>Figura 03: Evolución de edificios en New York.</b>	<b>36</b>
<b>Figura 04 : Evolución de edificios en Lima Perú.</b>	<b>36</b>
<b>Figura 05: Configuración estructural en función al número de pisos.</b>	<b>41</b>
<b>Figura 06: Configuración estructural de pórticos de concreto armado.</b>	<b>42</b>
<b>Figura 07: Configuración estructural de muros estructurales.</b>	<b>44</b>
<b>Figura 08: Configuración estructural de pórticos - muros estructurales.</b>	<b>45</b>
<b>Figura 09: Configuración de muros estructurales (Muros de corte)</b>	<b>46</b>
<b>Figura 10: Configuración de pórtico – muro estructural.</b>	<b>47</b>
<b>Figura 11: Estructura de concreto armado</b>	<b>48</b>
<b>Figura 12: Análisis Estructural: control de derivas.</b>	<b>49</b>
<b>Figura 13: Análisis Estático de un pórtico de concreto armado.</b>	<b>50</b>
<b>Figura 14: Análisis modal Espectral.</b>	<b>50</b>
<b>Figura 15: Configuración de muros estructurales o muro de corte</b>	<b>59</b>
<b>Figura 16: Configuración de pórtico – muro.</b>	<b>60</b>
<b>Figura 17: Pre dimensionamiento Losa Maciza</b>	<b>61</b>

<b>Figura 18:Área tributaria para el Predimensionamiento de Columnas</b>	
<b>Área tributaria para el Predimensionamiento de Columnas _____</b>	<b>64</b>
<b>Figura 19: Modelo del Edificio tridimensional Configuración de muros estructural (muros de corte). modelado en ETABS 2019o _____</b>	<b>66</b>
<b>Figura 20: Modelo del Edificio tridimensional. Configuración de pórtico – muro estructural modelado en ETABS 2019 _____</b>	<b>67</b>
<b>Figura 21:Centro de masa. _____</b>	<b>68</b>
<b>Figura 22: Config Estructural . Arriba: Config 1. Abajo: Config 2. _____</b>	<b>73</b>
<b>Figura 23: Zonificación Sísmica en Perú _____</b>	<b>74</b>
<b>Figura 24:Derivas del sismo estático en dirección en X y Y – CONFIG 1 _____</b>	<b>81</b>
<b>Figura 25:Derivas del sismo estático en dirección en X y Y – CONFIG 2 _____</b>	<b>82</b>
<b>Figura 26:Espectro de Aceleraciones en el sentido X y Y (R=6) CONFIG 1 _____</b>	<b>88</b>
<b>Figura 27:Espectro de Aceleraciones en el sentido X y Y (R=7) CONFIG 2 _____</b>	<b>89</b>
<b>Figura 28:Derivas del sismo dinámico en dirección en X y Y–CONFIG 1 _____</b>	<b>90</b>
<b>Figura 29:Derivas del sismo dinámico en dirección en X y Y–CONFIG 2 _____</b>	<b>91</b>
<b>Cortantes por piso – CONFIGURACIÓN 1. _____</b>	<b>94</b>
<b>Figura 30:Cortantes por piso Vy – CONFIGURACIÓN 1. _____</b>	<b>95</b>
<b>Figura 31: Cortantes por piso Vy – CONFIGURACIÓN 1. _____</b>	<b>95</b>
<b>Figura 32:Cortantes por piso Vx – CONFIGURACIÓN 2 _____</b>	<b>97</b>
<b>Figura 33:Cortantes por piso Vy – CONFIGURACIÓN 2. _____</b>	<b>97</b>
<b>Figura 34:Cortantes por piso Vx – ANÁLISIS COMPARATIVO. _____</b>	<b>98</b>

<b>Figura 35:</b>	<b>Cortantes por piso Vy – ANÁLISIS COMPARATIVO.</b>	<b>99</b>
<b>Figura 36:</b>	<b>Momentos flectores por piso Mx – CONFIGURACIÓN 1.</b>	
	<b>Momentos flectores por piso Mx – CONFIGURACIÓN 1.</b>	<b>101</b>
<b>Figura 37:</b>	<b>Momentos flectores por piso My – CONFIGURACIÓN 1.</b>	<b>101</b>
<b>Figura 38:</b>	<b>Momentos flectores por piso Mx – CONFIGURACIÓN 2.</b>	<b>103</b>
<b>Figura 39:</b>	<b>Momentos flectores por piso My – CONFIGURACIÓN 2.</b>	<b>103</b>
<b>Figura 40:</b>	<b>Momentos flectores por piso Mx – ANÁLISIS COMPARATIVO.</b>	<b>104</b>
<b>Figura 41:</b>	<b>Momentos flectores por piso My – ANÁLISIS COMPARATIVO.</b>	<b>105</b>
<b>Figura 42:</b>	<b>Rigideces por piso X-X – CONFIGURACIÓN 1.</b>	<b>107</b>
<b>Figura 43:</b>	<b>Rigideces por piso Y-Y – CONFIGURACIÓN 1.</b>	<b>107</b>
<b>Figura 44:</b>	<b>Rigideces por piso X-X – CONFIGURACIÓN 2.</b>	<b>109</b>
<b>Figura 45:</b>	<b>Rigideces por piso Y-Y – CONFIGURACIÓN 2.</b>	<b>109</b>
<b>Figura 46:</b>	<b>DMF Eje 1 – CONFIGURACIÓN 1.</b>	<b>111</b>
<b>Figura 47:</b>	<b>DMF Eje A – CONFIGURACIÓN 1.</b>	<b>112</b>
<b>Figura 48:</b>	<b>DMF Eje 1 – CONFIGURACIÓN 2.</b>	<b>113</b>
<b>Figura 49:</b>	<b>DMF Eje A – CONFIGURACIÓN 2.</b>	<b>113</b>
<b>Figura 50:</b>	<b>DFC Eje 1 – CONFIGURACIÓN 1.</b>	<b>114</b>
<b>Figura 51:</b>	<b>DFC Eje A – CONFIGURACIÓN 1.</b>	<b>115</b>
<b>Figura 52:</b>	<b>DFC Eje 1 – CONFIGURACIÓN 2.</b>	<b>116</b>
<b>Figura 53:</b>	<b>DMF Eje A – CONFIGURACIÓN 2.</b>	<b>116</b>
<b>Figura 54:</b>	<b>Desplazamientos en mm Eje 1– CONFIGURACIÓN 1.</b>	<b>117</b>

<b>Figura 55: Desplazamientos en mm Eje A – CONFIGURACIÓN 1</b>	<b>118</b>
<b>Figura 56: Desplazamientos en mm Eje 1 – CONFIGURACIÓN 2.</b>	<b>119</b>
<b>Figura 57: Desplazamiento en mm Eje A – CONFIGURACIÓN 2.</b>	<b>120</b>

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación que se presenta de título “COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE UN EDIFICIO DE 15 PISOS CIMENTADO EN SUELO RIGIDO Y EN FUNCIÓN A SU CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL: TIPO MURO - PÓRTICO Y MURO DE CORTE EN EL DISTRITO DE EL TAMBO - HUANCAYO - JUNÍN” tiene como objetivo general determinar el comportamiento sísmico de una edificación 15 piso para dos tipos de configuración estructural (tipo Muro - Pórtico y Tipo Muros de Corte), considerando que la estructura tendrá una cimentación en un tipo de suelo rígido constituido de grava bien graduada con limo y arena (GW – GM), con capacidad portante de 2.85 Kg/cm<sup>2</sup>, según estudios de mecánica de suelos realizado por edificaciones aledañas al área donde se realizada el estudio.

Para el desarrollo de la estructuración que busca controlar cargas laterales (viento o sismo) y de gravedad en regiones de alta sismicidad como es la ciudad de Huancayo, se ubica en una zona sísmica de peligro medio alto (zona sísmica 3) de acuerdo a la norma sísmica, se consideró las recomendaciones de la norma sismo resistente vigente (NTE -030,2016), para poder garantizar regularidad estructura.

El predimensionamiento de la edificación en ambos casos se trabajará con la arquitectura típica de una edificación de uso administrativo en el primer nivel y el resto de los pisos de uso residencial vivienda, el modelamiento estructural, Análisis Sísmico Estático y Análisis Sísmico Dinámico, se desarrollará para los dos tipos de configuración resultantes de la estructuración y predimensionamiento, para determinar y conocer los desplazamiento estructurales, la rigidez, los momentos flector volcante y momento torsor. De los resultados obtenidos se podrá realizar un comparativo y poder optar por un tipo de configuración

Es por esto que es importante conocer el comportamiento sísmico de este tipo de estructuras y el tipo de configuraciones estructurales, según las recomendaciones de la norma sismo resistente (NTP – 030,2016), que garantiza que son más convenientes en función al número de pisos. Para poder así realizar un análisis comparativo del tipo de configuración estructural que tiene una mayor conveniencia dentro de la filosofía sismo resistente; es decir, que sea económicamente sustentable y que cumpla con los requisitos del reglamento nacional de Edificaciones.

Al realizar el Análisis Sísmico Estático y Análisis Sísmico de un Edificio de 15 Pisos Cimentado en Suelo Rígido y en Función a su Configuración Estructural: Tipo Muro - Pórtico y Muro de Corte en el Distrito de El Tambo - Huancayo - Junín, según la Norma E.030 de Diseño Sismorresistente. Se pudo observar que las estructuras tipo muro de corte son muy rígidas donde aproximadamente su deriva máxima es 3.5 por mil, siendo la mitad de la deriva máxima permitida por la norma peruana. En cuanto a la configuración tipo muro – pórtico esta es una estructura más flexible, que obtiene derivas de 5 por mil aproximadamente. Si bien es cierto las dos configuraciones son sismos resistentes pero la configuración tipo Muros estructurales tiene mayor rigidez torsional, y esto se observa en la magnitud de momentos torsores encontrados.

Finalmente, el ingeniero debe ser capaz de decidir que alternativa usar bajo qué condiciones de suelo y tipología del lugar, llegando a concluir que las dos alternativas cumplen con la normativa peruana, pero son sistemas que se pueden usar para diferentes tipos de necesidades.

**Palabra Clave:** Edificios de gran altura, comportamiento sísmico y configuración estructural.

## ABSTRACT

The present research work that is presented under the title "SEISMIC BEHAVIOR OF A 15-FLOOR BUILDING FOUNDED IN RIGID FLOOR AND IN FUNCTION TO ITS STRUCTURAL CONFIGURATION: TYPE WALL - PORCH AND CUTTING WALL IN THE DISTRICT OF EL TAMBO - HUANCAYO - JUNÍN" Its general objective is to determine the seismic behavior of a 15th floor building for two types of structural configuration (type Wall - Portico and Type Walls Cut), considering that the structure will have a foundation in a type of rigid soil made up of well graded gravel with silt and sand (GW - GM) with a bearing capacity of 2.85 Kg / cm<sup>2</sup> according to soil mechanics studies carried out by buildings near the area where the study was carried out.

For the development of the structure that seeks to control lateral loads (wind or earthquake) and gravity in regions of high seismicity such as the city of Huancayo, it is located in a seismic zone of medium-high danger (seismic zone 3) that according to the seismic norm, the recommendations of the current resistant earthquake norm (NTE -030,2016) were considered in order to guarantee structural regularity.

The pre-sizing of the building in both cases will work with a typical architecture of a building for administrative use on the first level and the rest of the floors for residential use, structural modeling, Static Seismic Analysis and Dynamic Seismic Analysis will be developed for the two types of configuration resulting from structuring and pre-dimensioning to determine and know the structural displacement, stiffness, overturning bending moments and torsional moment. From the results obtained, a comparison can be made and a type of configuration can be chosen



This is why it is important to know the seismic behavior of this type of structures and the type of structural configurations according to the recommendations of the resistant earthquake standard (NTP - 030,2016), which guarantees that they are more convenient depending on the number of floors. In order to carry out a comparative analysis of the type of structural configuration that has greater convenience within the earthquake resistant philosophy, that is, that it is economically sustainable and that it meets the requirements of the national building regulations.

When carrying out the Static Seismic Analysis and Seismic Analysis of a 15-Storey Building Cemented in Rigid Soil and in Function to its Structural Configuration: Type Wall - Portico and Cut Wall in the District of El Tambo - Huancayo - Junín, according to Standard E .030 for Earthquake Resistant Design. It was observed that the shear wall type structures are very rigid where approximately their maximum drift is 3.5 per thousand, being half the maximum drift allowed by the Peruvian standard. As for the wall-gantry type configuration, this is a more flexible structure, obtaining drifts of approximately 5 per thousand. Although it is true that the two configurations are resistant earthquakes, but the configuration of Structural Walls has greater torsional rigidity, and this is observed in the magnitude of torso moments found. Finally, the engineer must be able to decide which alternative to use under what soil conditions and site typology, concluding that the two alternatives comply with Peruvian regulations but are systems that can be used for different types of needs.

**Keyword: High-rise buildings, seismic behavior and structural configuration**

## **CAPÍTULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

#### **1.1. Situación Problemática**

En la actualidad la tendencia de construir edificios altos es una realidad no solo en los países desarrollados; sino que, esto también sucede en los demás países que se encuentren en vías de desarrollo con capacidad de inversión; se considera que esta creciente tendencia se pueda definir como el resultado de múltiples factores, que nos indican, que no existe o no se han encontrado mejores soluciones que el crecimiento vertical de las estructuras. Se puede definir que uno de los factores es la centralización de las grandes capitales y ciudades industriales, el crecimiento es entorno a un centro que es el lugar donde realizan todo el movimiento comercial, las ofertas educativas y las ofertas laborales.

En el Perú no somos ajenos a dicho crecimiento, ya que la mayor parte de los edificios altos están centralizados en nuestra capital Lima, debido a un crecimiento poblacional y a la migración en busca de oportunidades laborales y educativas, en su gran mayoría esto obliga a que las edificaciones sean cada vez más altas por los

espacios donde construir. En la actualidad el edificio más alto del Perú es la torre del Banco de la Nación con una altura de 140 metros y que será desplazada por la torre Rímac con una proyección de 208 metros de alto y unos 38 pisos.

La ciudad incontrastable de Huancayo, la capital de nuestra región Junín, también se encuentra en el auge del crecimiento tanto poblacional como en infraestructura. El edificio Breña ha sido el más alto de Huancayo por mucho tiempo, al igual que numerosas ciudades del Perú, también se están empezando a construir edificios de gran altura que traten de aplacar el crecimiento poblacional, construyendo edificios de más de 10 pisos los cuales representan el crecimiento de Huancayo.

Estos edificios de gran altura muchas veces son configurados al igual que un edificio tradicional de 5 a 7 pisos, esto ocasiona muchas veces que las edificaciones tengan un mal comportamiento sísmico; dichas estructuras no necesitan ser tan rígidas como los tradicionales, debido a que la demanda sísmica disminuye por su periodo fundamental de vibración alto. En la actualidad no se cuenta con datos o investigación realizada para estos dos tipos de configuración estructural en un suelo rígido, donde se realice un estudio comparativo del comportamiento sísmico de ambas estructuras y cuál de estas estructuras responda mejor ante un evento sísmico.

Es necesario estudiar el comportamiento sísmico, tanto en configuración estructural como en deformaciones laterales. Este estudio tiene por finalidad brindar información acerca de los comportamientos que tienen estos dos tipos de estructuras frente a un evento sísmico, para realizar diseños que sean seguros y responda con un mejor comportamiento estructural que puedan evitar la pérdida de vidas humanas, que es el factor más importante que se debería de considerar al momento de plantear el diseño de una estructura.

## **1.2. Formulación del Problema**

### **1.2.1. Problema General**

¿Cuál será el Comportamiento Sísmico de un Edificio de 15 Pisos Cimentado en Suelo Rígido y en Función a su Configuración Estructural Tipo Muro - Pórtico y Muro de Corte en el Distrito de El Tambo - Huancayo - Junín?

### **1.2.2. Problemas Específicos**

- a) ¿Cuál será la estructuración y pre dimensionamiento para un edificio 15 Pisos Cimentado en Suelo Rígido y en Función a su Configuración Estructural: Tipo Muro - Pórtico y Muro de Corte en el Distrito de El Tambo - Huancayo – Junín
- b) ¿Cómo será el modelamiento estructural para un edificio de gran altura en la ciudad de Huancayo – Junín, y qué herramientas se puedan utilizar?
- c) ¿Cuál es el procedimiento para realizar el Análisis Sísmico Estático y Análisis Sísmico Dinámico de un Edificio de 15 Pisos Cimentado en Suelo Rígido y en Función a su Configuración Estructural: Tipo Muro - Pórtico y Muro de Corte en el Distrito de El Tambo - Huancayo - Junín, ¿según la Norma E.030 de Diseño Sismorresistente?
- d) ¿Cuál será el análisis comparativo de un Edificio de 15 Pisos Cimentado en Suelo Rígido y en Función a su Configuración Estructural: ¿Tipo Muro - Pórtico y Muro de Corte en el Distrito de El Tambo - Huancayo – Junín?

## **1.3. Justificación Teórica**

Esta investigación se realiza con el propósito de aportar al conocimiento existente sobre el comportamiento sísmico de edificios de gran altura cimentados en suelos rígidos en la ciudad de Huancayo.

Conocer y profundizar el poco criterio en el diseño sísmico de edificios de gran altura, una buena elección del tipo de configuración estructural y el uso adecuado de la normativa peruana para una edificación, que pueda ayudar a reducir costos de construcción y reparación; esto dependerá mucho de los dueños de las construcciones, ya que una mala configuración estructural conllevará al aumento de vulnerabilidad sísmica, generando un mayor costo de reparación de la estructura dañada.

El objetivo del desarrollo de esta tesis es brindar información, a los profesionales que están inmersos en el diseño de estructuras y construcción de edificaciones de gran altura, para tener la información necesaria y optar por una configuración estructural mucho más óptima en relación a costo- durabilidad según se requiera.

#### **1.4. Justificación Práctica**

La siguiente investigación se realiza porque existe la necesidad de conocer el comportamiento sísmico de las edificaciones de gran altura cimentada en suelo rígido, aplicando las normas peruanas para dos tipos de configuración muro – pórtico y muro de corte en la ciudad de Huancayo, así poder optar por una configuración óptima.

#### **1.5. Objetivos de la Investigación**

##### **1.5.1. Objetivo General**

Determinar el Comportamiento Sísmico de un Edificio de 15 Pisos de figura simétrica Cimentado en Suelo Rígido y en Función a su Configuración Estructural: Tipo Muro - Pórtico y Muro de Corte en el Distrito de El Tambo - Huancayo - Junín.

### **1.5.2. Objetivos Específicos**

- a) Realizar la estructuración y pre dimensionamiento de un Edificio de 15 Pisos Cimentado en Suelo Rígido y en Función a su Configuración Estructural: Tipo Muro - Pórtico y Muro de Corte en el Distrito de El Tambo - Huancayo – Junín.
- b) Realizar el modelamiento estructural de un Edificio de 15 Pisos Cimentado en Suelo Rígido y en Función a su Configuración Estructural: Tipo Muro - Pórtico y Muro de Corte en el Distrito de El Tambo - Huancayo – Junín, utilizando el software ETABS.
- c) Realizar el Análisis Sísmico Estático y Análisis Sísmico Dinámico de un Edificio de 15 Pisos Cimentado en Suelo Rígido y en Función a su Configuración Estructural: Tipo Muro - Pórtico y Muro de Corte en el Distrito de El Tambo - Huancayo - Junín, según la Norma E.030 de Diseño Sismo resistente.
- d) Realizar el análisis comparativo del comportamiento sísmico de los resultados obtenidos de un edificio de 15 Pisos Cimentado en Suelo Rígido y en Función a su Configuración Estructural: Tipo Muro - Pórtico y Muro de Corte en el Distrito de El Tambo - Huancayo – Junín.

### **1.6. Hipótesis y Variables**

#### **1.6.1. Hipótesis General**

El Comportamiento Sísmico de un Edificio de 15 Pisos Cimentado en Suelo Rígido configurado Estructuralmente como Tipo Muro – Pórtico, presenta mayor resistencia sísmica que el configurado Estructuralmente como Muro de Corte en el Distrito de El Tambo - Huancayo – Junín.

### **1.6.2. Hipótesis Específicas**

- A. La estructuración y predimensionamiento de un Edificio de 15 Pisos Cimentado en Suelo Rígido configurado Estructuralmente como Tipo Muro – Pórtico, posee una mayor rigidez lateral que el configurado Estructuralmente como Muro de Corte en el Distrito de El Tambo - Huancayo - Junín
- B. El modelamiento estructural de un Edificio de 15 Pisos Cimentado en Suelo Rígido configurado Estructuralmente como Tipo Muro – Pórtico soporta mayor carga sísmica que el configurado Estructuralmente como Muro de Corte en el Distrito de El Tambo - Huancayo - Junín
- C. El Análisis Sísmico Estático y Análisis Sísmico Dinámico de un Edificio de 15 Pisos Cimentado en Suelo Rígido configurado Estructuralmente como Tipo Muro - Pórtico presenta menor desplazamiento que el configurado Estructuralmente como Muro de Corte en el Distrito de El Tambo - Huancayo – Junín
- D. El análisis comparativo del comportamiento sísmicos de los resultados de un Edificio de 15 Pisos Cimentado en Suelo Rígido configurado Estructuralmente como Tipo Muro – Pórtico presenta menor daño post acción sísmica que el configurado Estructuralmente como Muro de Corte en el Distrito de El Tambo - Huancayo - Junín

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Marco Filosófico o Epistemológico de la Investigación**

Los edificios de gran altura han fascinado a la humanidad desde el principio de la civilización, cuya construcción fue inicialmente para defensa, luego se crearía para fines eclesiásticos, posteriormente, el crecimiento en la construcción de edificios modernos, el cual comenzó en la década de 1880, ha sido en gran parte para fines comerciales y residenciales.

Los edificios de gran altura, son principalmente una respuesta a la demanda de las actividades comerciales, de estar lo más cerca posible del otro y del centro de la ciudad, lo cual ejerce una intensa presión sobre el espacio disponible. Además, como forman hitos distintivos, los edificios comerciales altos se desarrollan con frecuencia en los centros de las ciudades como símbolos de prestigio para las organizaciones corporativas. El negocio y la comunidad turística, con su acelerado crecimiento, ha impulsado la necesidad de más alojamientos, con frecuencia de gran altura, en las capitales de los departamentos.



El rápido desarrollo de la población urbana y la presión sobre el espacio limitado han influido considerablemente en el desarrollo residencial de la ciudad. El alto costo de la tierra, el deseo de evitar una continua expansión urbana y la necesidad de preservar la importancia de la producción agrícola, han contribuido a impulsar el desarrollo de edificios de manera vertical. En algunas ciudades, por ejemplo, Hong Kong y Río de Janeiro, las restricciones topográficas locales hacen que los edificios altos sean la única solución viable y nuestra ciudad no es ajena a esta realidad para las necesidades de vivienda.

## **2.2. Antecedentes de la Investigación**

### **2.2.1. Trabajos Previos**

#### ***A. Internacional:***

- a) “Designing tall Buildings structure” as architecture (2012), fue desarrollado por Mark Sarkisian. Este libro está destinado a iluminar el proceso de diseño para estructuras de edificios altos con conceptos fundamentales y consideraciones iniciales del sitio desarrolladas en soluciones complejas a través de principios avanzados relacionados con el crecimiento natural y el medio ambiente. El objetivo del autor es proporcionar una descripción holística de todas las consideraciones importantes en el proceso de diseño de ingeniería estructural. Ejemplos específicos del trabajo desarrollado en Skidmore, Owings & Merrill LLP (SOM) se utilizan para cada paso del proceso.
  
- b) Tall building structures (1991), fue desarrollado por Bryan Stafford Smith & Alex Coull, Este libro es el resultado indirecto de 25 años de investigación sobre estructuras de edificios altos de los dos autores. Comenzó con su investigación

a mediados de la década de 1960 en la Universidad de Southampton, Inglaterra, y desde entonces ha continuado en sus respectivas Universidades, de Surrey, McGill, Strathclyde y Glasgow.

**B. Nacional:**

- a) Estudio de los efectos del viento en edificio irregular de gran altura con pruebas experimentales en túnel de viento (2018), desarrollado por Sergio Rafael Ortiz Blancarte, donde analiza los efectos del viento en un edificio irregular alto realizando pruebas experimentales en túnel de viento, modelando 2 diferentes condiciones de terreno con el uso o ausencia de rugosidades. Las configuraciones de análisis son: 1) Sin rugosidades/ velocidad de 196 km/h; 2) Sin rugosidades / velocidad de 243 km/h; 3) Con rugosidades / velocidad de 196 km/h y; 4) Con rugosidades / velocidad de 243 km/h.
- b) Frand Roberto Chuquin Montoya – Pontificia Universidad Católica (2007), desarrollo la tesis “Diseño de un edificio multifamiliar de concreto armado de siete Niveles”, en la cual se plantea el proyecto estructural de un edificio multifamiliar ubicado en el distrito de magdalena, esta tesis consta de 4 partes el 1er capítulo describe la configuración y análisis, el 2do capítulo consta de diseño, el 3ro muestra la cimentación, cisterna, escalera y cuarto, en la 4ta parte e presenta las conclusiones y recomendaciones.
- c) Jeysi Kathleen Laguna – Universidad Continental (2017), desarrollo la tesis “diseño estructural de un edificio de 8 pisos y un sótano en Huancayo”, será ubicada en el distrito de El Tambo y está conformada por ocho pisos y un sótano. El sótano y el primer piso están destinados a servir de tiendas con sus respectivos depósitos. En el segundo piso se encuentran los servicios de esparcimiento: restaurante, servicio de internet, comedor y sala de espera. Desde

el tercer al octavo piso se encuentran las habitaciones del hotel. La edificación cuenta con un tanque cisterna de concreto armado que estará ubicado en el nivel del sótano y un tanque elevado prefabricado que se ubicará encima de la losa caja del ascensor-escalera de la azotea. El suelo de cimentación, de acuerdo al Estudio de Mecánica de Suelos, está constituido por grava arenosa GW con capacidad portante de 2 kg/cm<sup>2</sup>.

### **2.3. Bases Teóricas**

Todo lo anterior explicado, en el primer capítulo la presente investigación, con lleva a la necesidad de profundizar y comprender la configuración estructural, predimensionamiento, análisis estructural con el uso del programa ETABS, para así poder realizar el diseño adecuado en cada situación geográfica; es decir, para cada tipo de suelo (capacidad portante), donde se realizará la cimentación de la estructura, logrando desarrollar un crecimiento óptimo dentro de nuestro ámbito con estudio ingenieril adecuado.

#### **2.3.1. Comportamiento Sísmico**

El comportamiento sísmico es la respuesta estructural que tiene una estructura frente a eventos sísmicos, los cuales se pueden medir en función a su desplazamiento (según la E.030) y en función a la generación de rótulas plásticas (según VISION 2000). Lo importante es saber distinguir el correcto comportamiento de una estructura, la Norma E.030 propone el control de derivas que se ayuda de la rigidez de la estructura para poder controlar el buen comportamiento de esta.

#### **2.3.2. Edificios de Gran Altura**

Para el presente trabajo el investigador define como edificaciones de gran altura, aquellos que cuentan con más de 15 pisos de altura y que estén destinados

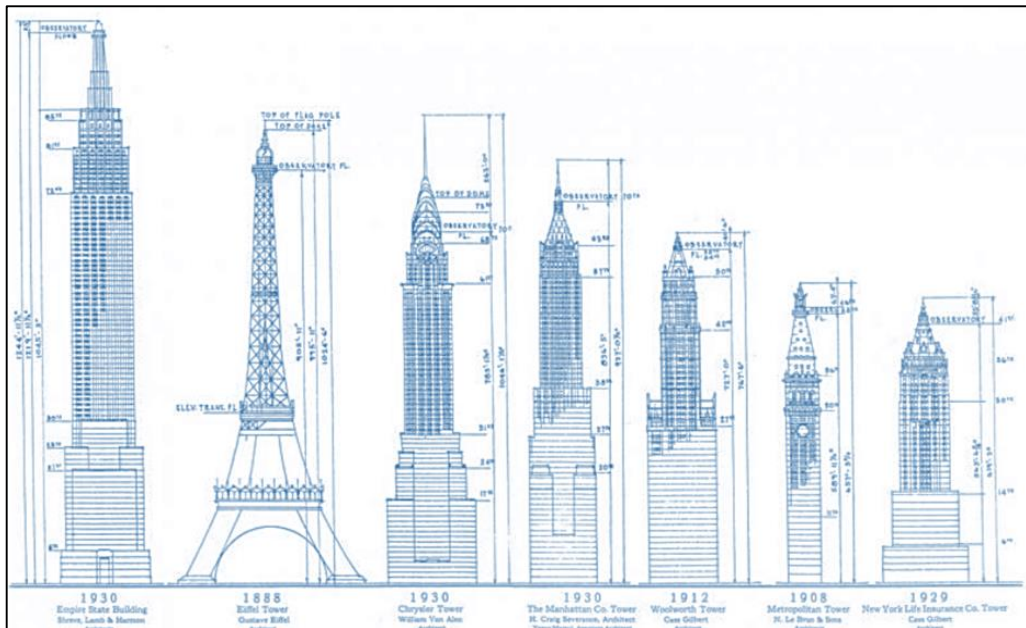
para uso corporativo, la evacuación y el acceso a esta estructura tiene que ser propicio, ante un siniestro o evento sísmico, teniendo en consideración las normativas en el Reglamento nacional de edificaciones.

La definición de Edificios de Gran Altura (EGA's) varía según distintos países; a continuación, se ofrecen diferentes definiciones:

- **Alemania:** aquellas construcciones cuyo último piso ocupado se encuentre a más de 22 metros de altura.
- **Dinamarca, Austria y Suiza:** edificios que tienen más de 8 plantas o cuyo último piso se encuentra a una distancia del nivel del suelo superior a 22 metros.
- **Francia:** un edificio es de gran altura cuando la distancia entre el nivel del terreno (donde operarán los bomberos) y el forjado de la última planta del edificio supera los 50 metros
- **Bélgica:** edificios cuyo punto superior dista más de 25 metros del nivel del suelo.
- **Portugal:** edificios cuya última planta se encuentra a más de 28 metros del nivel del terreno

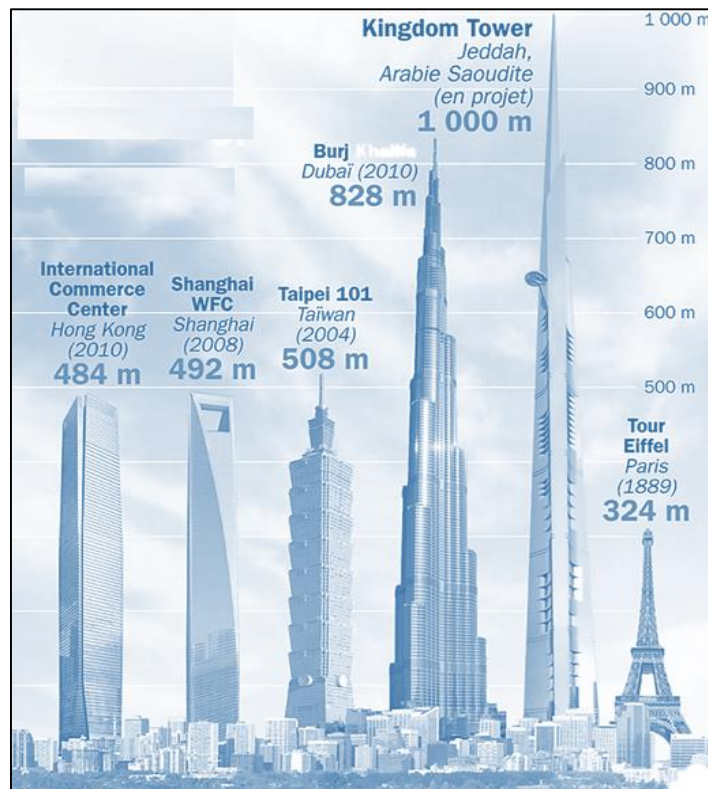
Así pues, la consideración de un edificio sea de gran altura, estará condicionado, en gran parte, por el equipo con que cuente el servicio público de extinción más próximo y por las condiciones que reúna el entorno del edificio para posibilitar la utilización de los medios

**Figura 01**  
*Primeros edificios de gran altura*



Fuente: (Hazard, 2015)

**Figura 02**  
*Edificios de gran altura*



Fuente: (Hazard, 2015)

**Figura 03**  
*Evolución de edificios en New York*



Fuente: (Hazard, 2015)

**Figura 04**  
*Evolución de edificios en Lima Perú.*



Fuente: (Diario El comercio, 2015)

### **2.3.3. Cimentación**

Las cimentaciones según el Reglamento Nacional de edificaciones E.050 Suelos y Cimentaciones. Se denomina cimentación al conjunto de elementos estructurales de una edificación cuya misión es transmitir sus cargas o elementos apoyados en ella al suelo, distribuyéndolas de forma que no superen su presión admisible ni produzcan cargas zonales. Debido a que la resistencia del suelo es generalmente menor que la de los pilares o muros que soporta el área de contacto entre el suelo, la cimentación debe ser proporcionalmente más grande que los elementos soportados, excepto en suelos rocosos muy coherentes.

La importancia del conocimiento de los caracteres propios del suelo se pone de manifiesto desde el momento de la propia ejecución de la obra, por su influencia sobre la seguridad de los trabajadores en la realización de excavaciones y movimientos de tierras; así como, en la de los elementos auxiliares de la construcción como encofrados, pozos, zanjas de cimentación líneas enterradas, etc.

Una cimentación inadecuada para el tipo de terreno mal diseñada o calculada se traduce en la posibilidad de que tanto el propio edificio como las fincas colindantes sufran asentamientos diferenciales, con el consiguiente deterioro de los mismos pudiendo llegar incluso al colapso.

### **2.3.4. Suelos Rígidos**

Según el Reglamento Nacional de edificaciones E .050 Suelos y Cimentaciones. Se define como suelo rígido, a los que están conformados por partículas agregadas y sin cohesión. Además, su característica principal es su buena capacidad portante (1.8 – 2.98 Kg /cm<sup>2</sup>) que corresponden a las rocas con diferentes grados de fracturación, roca fracturada con una resistencia a la compresión no

confinada mayor o igual que 500Kpa). Su elevada permeabilidad permite una rápida evacuación del agua en presencia de cargas externas. También posee alta capacidad de drenaje lo cual es proporcional al tamaño de las partículas; es decir, al volumen de huecos o porosidad del suelo. Se distinguen dos grandes grupos dentro de esta clase de suelos: gravas y arenas. De manera que el límite entre ambos grupos viene por su granulometría. Finalmente, las características mecánicas y resistentes vienen determinadas por el ángulo de fricción interna; así como, por su módulo de compresibilidad. (Collazo, et al., 2012)

### **2.3.5. Configuración Estructural Para Edificios De Gran Altura**

Según el reglamento nacional de edificaciones E.030 – E.060, nos define que hay varios factores a considerar cuando se selecciona un sistema estructural para edificios altos. La seguridad, la comodidad de los ocupantes y la economía son lo más importante. El uso y la estética de la estructura también dictan posibles soluciones.

Por ejemplo, puede ser conveniente tener un espaciado amplio de columnas en el perímetro en lugar de columnas muy separadas entre sí. También deben considerarse los materiales de construcción disponibles, el tiempo de construcción disponible y la experiencia del contratista. Los factores del sitio, como las malas condiciones del suelo o la alta sismicidad pueden prescribir un sistema estructural particular. El uso del edificio es una consideración importante al seleccionar un sistema estructural. Por ejemplo, la construcción residencial (u hotel) generalmente se alinea bien con una estructura de concreto reforzado. Este sistema estructural permite espacios más pequeños y en muchos casos sistemas de piso de placa plana (losa). El postensado se puede utilizar para aumentar la amplitud al tiempo que se mantiene una profundidad



de marco estructural mínima. Los sistemas de concreto reforzado también se pueden usar para edificios de oficinas, pero las condiciones de largo alcance deben considerarse cuidadosamente. Las configuraciones ideales de espacio de oficina dan como resultado una extensión de aproximadamente 13,5 m (45 pies), lo que da como resultado un armazón de vigas de hormigón reforzado bastante profundo. El postensado se puede utilizar en la estructura de la viga para reducir la profundidad general. Por lo general, no se recomienda usar postensado en losas de piso para un edificio de oficinas, ya que las modificaciones de los inquilinos (escaleras de interconexión, etc.) durante la vida útil de la estructura.

Los sistemas de acero estructural o compuesto pueden usarse para la construcción residencial o de oficinas. Para usos residenciales, las alturas de piso a piso generalmente aumentan (los techos terminados se requieren debajo de los sistemas de armazón de acero) y, por lo general, los techos se guardan alrededor del armazón para proporcionar alturas de techo máximas. Para los edificios de oficinas, el armazón de acero funciona bien, lo que permite futuras modificaciones (las áreas locales generalmente pueden ser enmarcadas para acomodar aberturas, etc.) y las condiciones de largo alcance se pueden abordar fácilmente. Se puede utilizar el encuadre de ala ancha con sistemas mecánicos distribuidos por debajo de las vigas, o el entramado de armazón con sistemas mecánicos distribuidos a través de las vigas. El encuadre es a prueba de fuego y generalmente se requieren techos terminados. Se pueden incorporar sistemas de piso elevado para permitir distribuciones mecánicas de aire, así como distribuciones eléctricas y de datos.

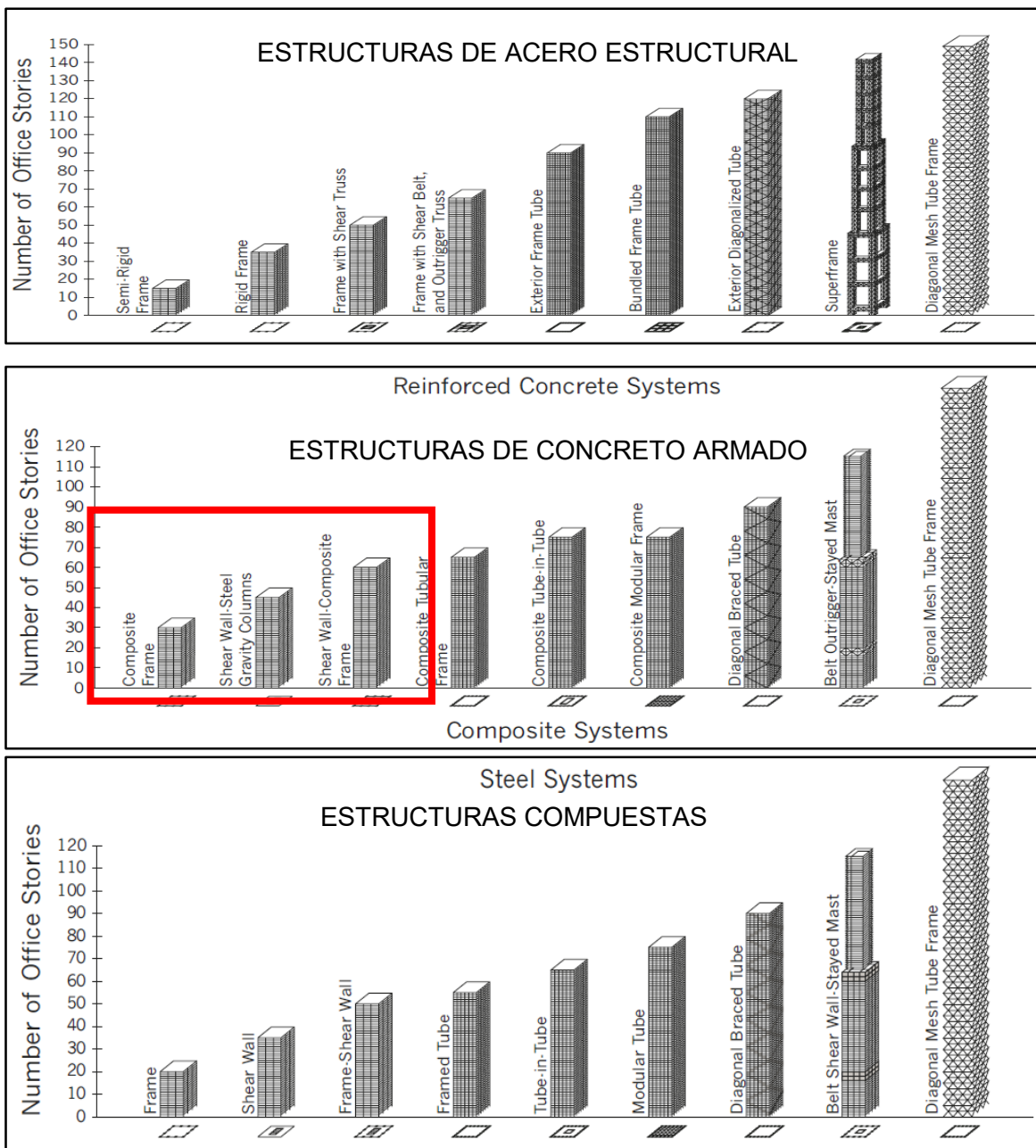
### **2.3.6. Límites Prácticos De Los Sistemas Estructurales**

A medida que aumenta el número de pisos y alturas estructurales, las soluciones estructurales deben responder al comportamiento que normalmente se controla mediante cargas laterales (viento o sismo) y de gravedad. En regiones de alta sismicidad como en Perú, el detalle dúctil de los componentes del sistema, es crucial para el desempeño exitoso. En muchos casos, las cargas laterales impuestas por los movimientos sísmicos del terreno pueden regir el diseño (resistencia o capacidad de servicio) en función de las características de masa, geométricas y de rigidez. Cuando se definen sistemas estructurales para una estructura de torre, generalmente se implica que el sistema describe la parte lateral resistente a la carga de la estructura. El sistema lateral típicamente cumple funciones duales, resistiendo las fuerzas del viento y sísmicas; así como, también, resistiendo las cargas de gravedad. Muchas de estas estructuras tienen elementos estructurales adicionales que resisten solo las cargas de gravedad, incluidas las losas del piso, las vigas de la estructura del piso y las columnas que soportan el encuadre, solo con conexiones de cizallamiento o pasadores. Los límites de los sistemas estructurales basados en el número de historias, y por lo tanto la altura, son subjetivos, pero en base a años de desarrollo han demostrado conducir a las soluciones más eficientes y seguras. Por ejemplo, un marco rígido resistente al momento, puede tener un límite práctico de altura de 35 pisos o 140 m (460 pies), pero puede y se ha utilizado en estructuras de mayor altura (el Empire State Building es un buen ejemplo de dónde se encuentra un rígido El marco de momento se usó para una estructura de 102 pisos y 382 m (1252 pies) de altura. En cada caso, la solución estructural propuesta debe superponerse y coordinarse con la arquitectura propuesta. Los límites prácticos de los sistemas estructurales se muestran en los siguientes diagramas. Los sistemas suelen asociarse

con alturas de piso a piso de edificios de oficinas, pero también pueden aplicarse a otros usos de edificios.

A continuación, se presenta diferentes configuraciones para edificios de gran altura que se encuentran clasificados en función al número de pisos y material usado:

**Figura 05**  
Configuración estructural en función al número de pisos.



Fuente: (Stafford & Coull, 1991)

### 2.3.7. Configuración Estructural Para Edificios De Gran Altura De Concreto

#### Armado

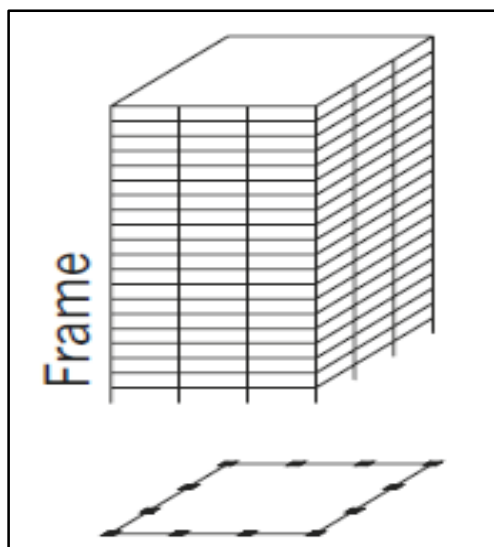
#### A. Pórticos De Concreto Armado (Límite General Del Número De Pisos = 20 Y

*Altura = 66.8 Metros*

Los pórticos resistentes a los momentos están compuestos típicamente por columnas rectangulares o cuadradas y vigas rectangulares. Los nudos entre vigas y columnas utilizan detalles de barras de refuerzo para desarrollar la capacidad total de los momentos de flexión de las vigas. El espaciado de las columnas generalmente varía desde aproximadamente la altura de piso a piso hasta el doble de la altura de piso a piso (generalmente, el espacio varía entre 4.5 m (15 pies) y 9 m (30 pies)). Cuanto más alto es el edificio, mayor es la necesidad de usar secciones rectangulares más peraltadas para vigas y columnas, y un espaciado de columnas más cercano, con secciones de columnas rectangulares orientadas para proporcionar la mayor resistencia a la flexión (Stafford & Coull, 1991).

#### Figura 06

*Configuración estructural de pórticos de concreto armado*



Fuente: (Stafford & Coull, 1991)

***B. Muros Estructurales De Concreto Armado – Muros De Corte (Límite General  
Del Número De Pisos = 35 Y Altura = 114.8 Metros***

Los muros de corte dentro de una torre se ubican comúnmente alrededor de las áreas de servicio, incluidos ascensores, espacios mecánicos y baños.

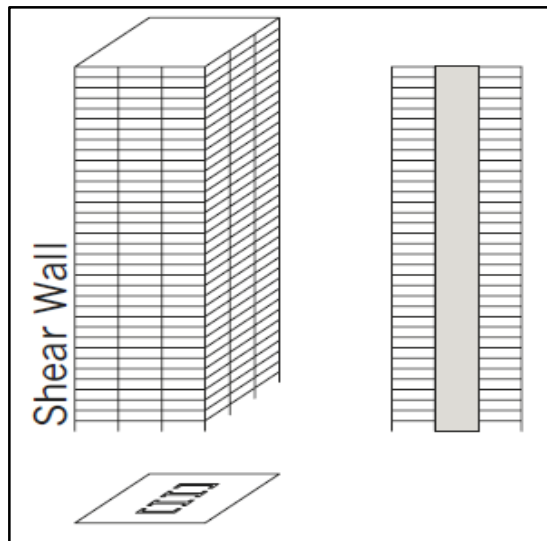
Sin embargo, estos muros pueden distribuirse por todo el plano de planta en estructuras con programas residenciales. En algunos casos, los muros de corte están ubicados excéntricamente en el plano del piso y deben resistir una torsión significativa, debido a cargas de viento o cargas sísmicas aplicadas excéntricamente, que surgen de la relación excéntrica entre el centro de masa y la rigidez lateral.

Las ubicaciones de separación de muros cortantes varían, pero generalmente están ubicadas a 9 m (30 pies) de distancia, para permitir un doble banco de ascensores y un lobby de elevadores. Las vigas de enlace se utilizan para interconectar segmentos de pared, donde se requieren puertas o aberturas mecánicas en el núcleo. Las profundidades de la viga de enlace generalmente se maximizan para obtener la mayor resistencia al cizallamiento y la flexión y deben coordinarse con las alturas de las puertas y los sistemas mecánicos.

Los muros de corte resisten todas las cargas laterales y pueden ser sometidos a tensión neta y levantamiento / vuelco de cimientos. Por lo tanto, la ubicación / tamaño del plano y el equilibrio de la carga por gravedad son importantes para minimizar la tensión en los elementos de cizallamiento (Stafford & Coull, 1991).

### Figura 07

*Configuración estructural de muros estructurales.*



Fuente: (Stafford & Coull, 1991)

#### ***C. Pórticos - muros estructurales de concreto armado límite general del número de pisos = 50 y altura = 162.8 metros***

Los muros de corte dentro de una torre se ubican comúnmente alrededor de las áreas de servicio, incluidos ascensores, espacios mecánicos y baños.

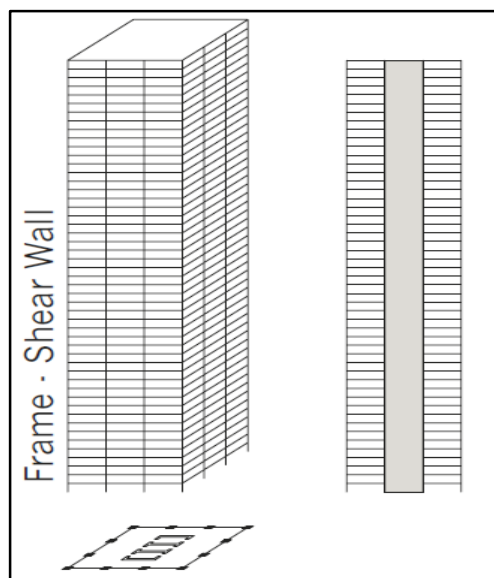
Sin embargo, estos muros pueden distribuirse por todo el plano de planta en estructuras con programas residenciales. En algunos casos, los muros de corte están ubicados excéntricamente en el plano del piso y deben resistir una torsión significativa, debido a cargas de viento o cargas sísmicas aplicadas excéntricamente que surgen de la relación excéntrica entre el centro de masa y la rigidez lateral.

Las ubicaciones de separación de muros cortantes varían, pero generalmente están ubicadas a 9 m (30 pies) de distancia, para permitir un doble banco de ascensores y un lobby de elevadores. Las vigas de enlace se utilizan para interconectar segmentos de pared, donde se requieren puertas o aberturas mecánicas en el núcleo. Las profundidades de la viga de enlace generalmente se maximizan para obtener la mayor

resistencia al cizallamiento y la flexión y deben coordinarse con las alturas de las puertas y los sistemas mecánicos.

Los marcos se combinan con las paredes de corte para aumentar la resistencia y la rigidez. Los marcos resistentes a los momentos, están compuestos típicamente por columnas rectangulares o cuadradas y vigas rectangulares. Las juntas del bastidor utilizan detalles de barras de refuerzo para desarrollar la capacidad total de los momentos de flexión de las vigas. El espaciado de las columnas generalmente varía desde aproximadamente la altura de piso a piso hasta el doble de la altura de piso a piso (generalmente, el espacio varía entre 4.5 m (15 pies) y 9 m (30 pies)). Cuanto más alto es el edificio, mayor es la necesidad de usar secciones rectangulares más profundas para vigas y columnas y un espaciado de columnas más cercano, con secciones de columnas rectangulares orientadas para proporcionar la mayor resistencia a la flexión.

**Figura 08**  
*Configuración estructural de pórticos - muros estructurales.*



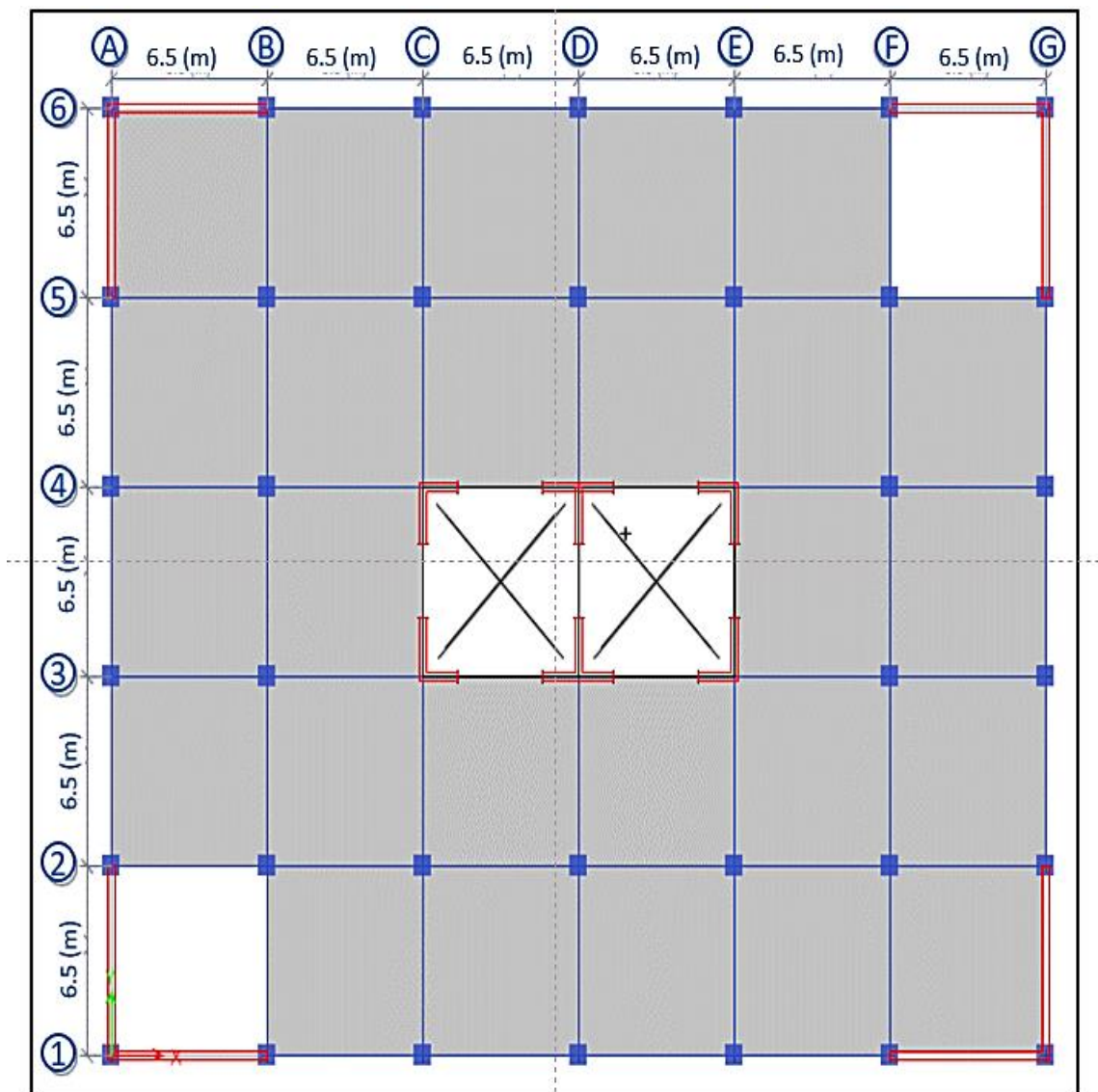
Fuente: (Stafford & Coull, 1991)

### 2.3.8. Configuraciones Estructurales

La estructuración es la correcta selección de materiales, dimensiones y ubicaciones de los elementos que conforman la estructura, para garantizar que ella se comporte de manera satisfactoria frente a las solicitaciones a que estará expuesta durante su vida útil (PÓMEZ, 2012). Como se mencionó en el planteamiento del trabajo se presenta las dos configuraciones utilizadas:.

**Figura 09**

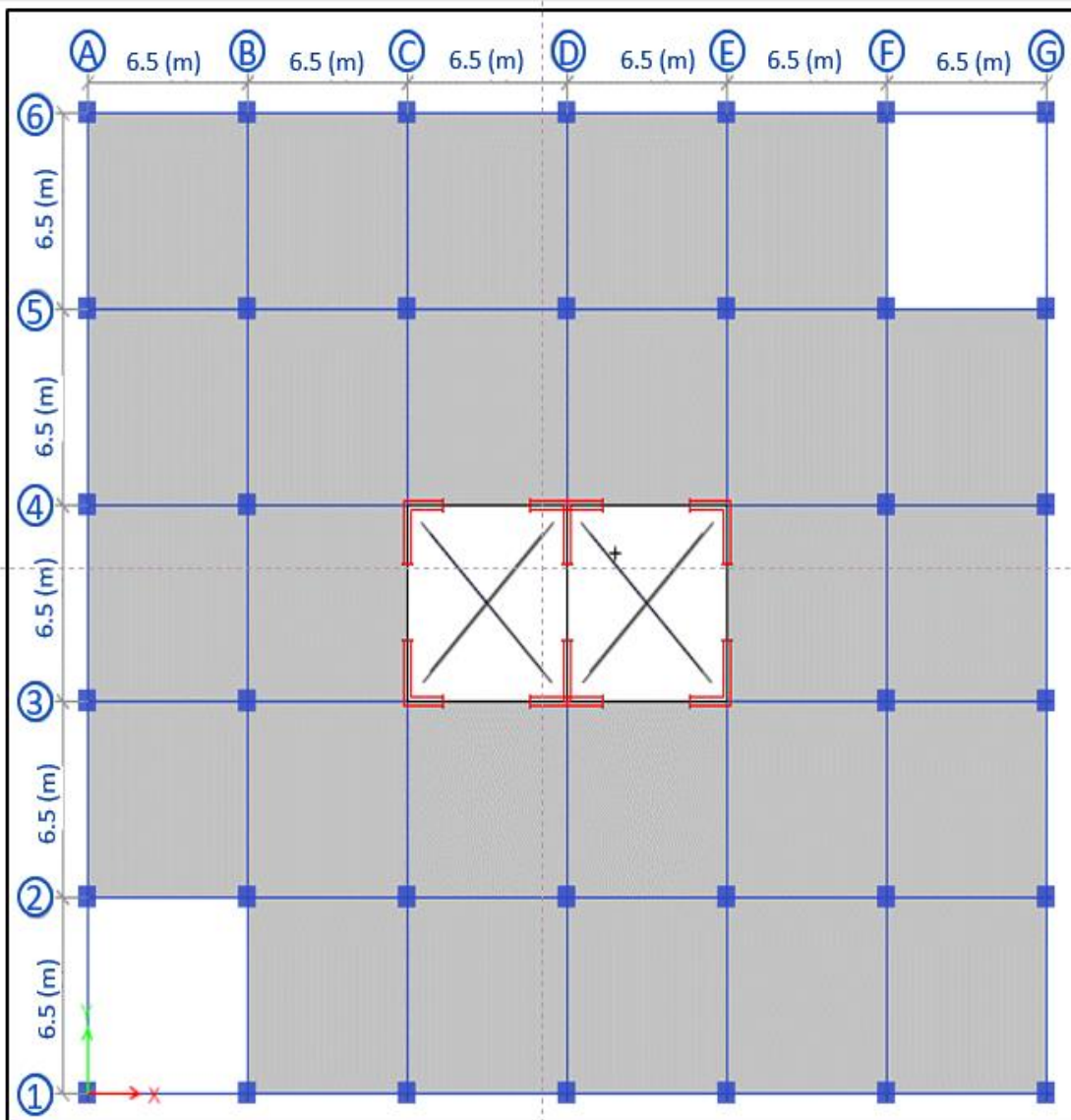
*Configuración de muros estructurales (Muros de corte)*



Fuente: (Stafford & Coull, 1991)



**Figura 10**  
*Configuración de pórtico – muro estructural.*



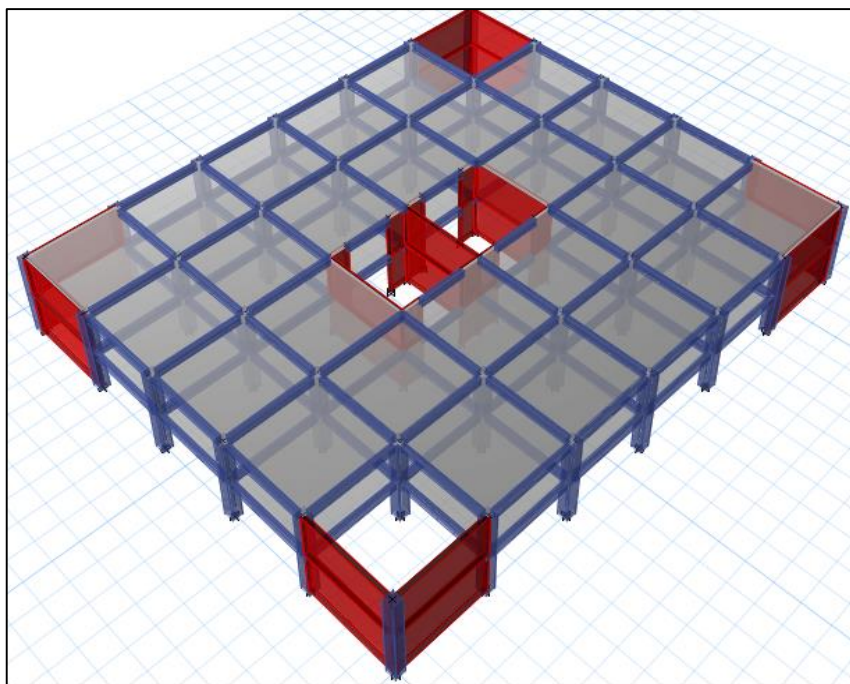
Fuente: (Stafford & Coull, 1991)

### 2.3.9. Glosario

a) **Estructura.** Es un conjunto de elementos estructurales que componen una obra civil ya sea construcción horizontal o vertical. Para el caso de la investigación representa los dos tipos de edificios en estudio.

## Figura 11

*Estructura de concreto armado.*



Fuente: Elaboración propia

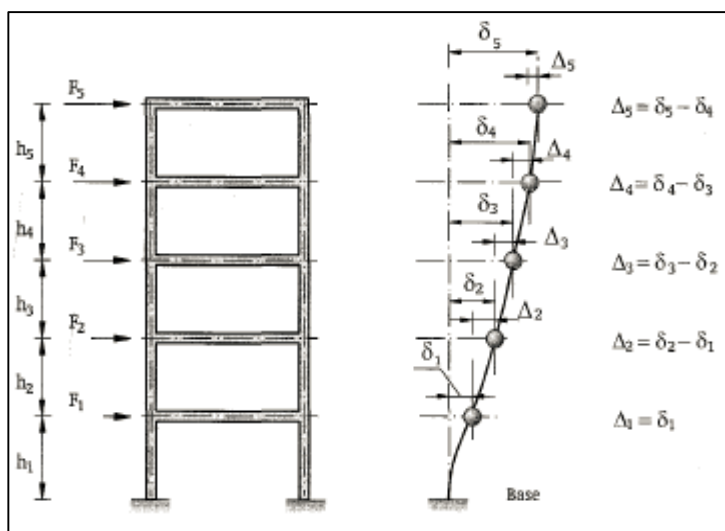
**b) Predimensionamiento:** Consiste en el proceso de hacer un dimensionamiento previo de los elementos estructurales, que se realizarán en una edificación, que serán verificados en un análisis sísmico.

**c) Ingeniería Estructural:** Es una rama clásica de la ingeniería civil, que se ocupa del diseño y cálculo de la parte estructural en elementos y sistemas estructurales; tales como, edificios, puentes, muros (incluyendo muros de contención), presas, túneles y otras obras civiles. Su finalidad es la de conseguir estructuras seguras, resistentes y funcionales. En un sentido práctico, la ingeniería estructural es la aplicación de la mecánica de medios continuos, para el diseño de estructuras que soporten su propio peso (cargas muertas), más las cargas ejercidas por el uso (cargas vivas), más las cargas producidas por eventos de la naturaleza, como vientos, sismos, nieve o agua.

**d) Análisis Estructural:** Consiste en evaluar la estructura afectada por cargas horizontales sísmicas, para obtener las dimensiones de los elementos estructurales que componen esta

**Figura 12**

*Análisis Estructural: control de derivas.*



Fuente: Elaboración propia

**e) Sistema Estructural:** Consiste en el tipo de configuración estructural, disposición de los elementos estructurales, que serán capaces de soportar cargas horizontales sísmicas.

**f) Análisis Sísmico Estático:** Representa las solicitaciones sísmicas mediante un conjunto de fuerzas actuando en el centro de masas de cada nivel de la edificación

**g) Análisis Sísmico Dinámico:**

Es el análisis modal que depende de las propiedades dinámicas de la estructura, más el análisis espectral que representa la demanda sísmica y que se encuentra normalizada por la E.030.



## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Tipo Y Diseño De Investigación**

##### **3.1.1. Tipo De Investigación**

###### ***Tipo Ciencia Aplicada***

Es una investigación aplicada por que usa la ciencia ya existente acerca de un debido tema para aplicarla en un hecho concreto, en este caso, el de un edificio de gran altura en la ciudad de Huancayo - Junín

###### ***Nivel Descriptivo***

Busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice. En el caso de la tesis, es descriptiva, porque se detallarán un conjunto de pasos sistémicos para llegar a la solución del problema planteado y obtener conclusiones de ello.

##### **3.1.2. Diseño de investigación**

- Método General.
- Proyecto de Ingeniería.
- Método Específico.

**Paso 1:** Estructuración de los elementos estructurales, de acuerdo a dos tipos de configuraciones estructurales propuestas para edificios de gran altura.

**Paso 2:** Pre dimensionamiento de los elementos estructurales con los criterios teóricos para estructuras de concreto armado.

**Paso 3:** Metrado de cargas laterales según la norma E.020 y E.030 respectivamente para cada configuración estructural propuesta.

**Paso 4:** Modelación estructural del edificio, mediante el uso del programa ETABS 2016, utilizando elementos estructurales para cada configuración estructural propuesta.

**Paso 5:** Análisis estructural por carga lateral (Análisis Estático y Dinámico), mediante el uso del programa ETABS 2016 para cada configuración estructural propuesta.

**Paso 6:** Realizar los controles y límites de los resultados obtenidos en el análisis estructural, rigiéndonos con el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) para cada configuración estructural propuesta.

**Paso 7:** Realizar el análisis comparativo del comportamiento sísmico para cada configuración estructural propuesta de edificios de gran altura.

### **3.2. Unidad De Análisis**

#### **Experimental**

Porque el resultado de los análisis obtenidos por el diseño estructural serán ideales, debido a que se rige a una teoría elaborada por especialistas en el tema de estructuras de concreto armado, mas no sabemos que los resultados en la realidad sean tal cual fue proyectada en la teoría, debido a que esta tesis es a nivel de proyecto mas no a ejecución real.

### **3.3. Población De Estudio**

La población de estudio será una edificación de arquitectura típica con dos tipos de configuración estructural Tipo Muro pórtico y Tipo Muro de Corte, cimentado en un suelo rígido de capacidad portante 2.85 kg/m<sup>2</sup>, ubicado en Jirón Libertad N°333 en el distrito de El Tambo.

### **3.4. Tamaño De Muestra**

La muestra será la Edificación de arquitectura típica de 15 pisos cimentado en suelo rígido y en función a su configuración estructural: tipo muro - pórtico y muro de corte en el distrito de El tambo.

### **3.5 Selección De Muestra**

La muestra está dada por el análisis de la edificación de 15 pisos cimentado en suelo rígido y el tipo de configuración estructural tipo muro pórtico y muro de corte.

### **3.6. Técnicas De Recolección De Datos**

- A. Búsqueda de información necesaria para el desarrollo del proyecto de tesis en Internet y bibliografía existente en otras fuentes.
- B. Búsqueda de datos de estudios de suelos rígidos, que se consideraron para la construcción de estructuras existentes en el distrito de El Tambo
- C. Obtención del área de terreno con un levantamiento topográfico, donde se planteara la estructura.
- D. Obtención de estudio de suelos de área donde se planteara la estructura a estudiar.
- E. Obtención de la información de tipos de configuraciones estructurales existentes, para la construcción de estructuras de gran altura (15 pisos) que tengan el mejor comportamiento sísmico que nos define el Reglamento Nacional de Edificaciones.

## **CAPÍTULO IV**

### **DESARROLLO DE TEMA**

#### **4.1. Descripción Del Proyecto**

El proyecto se basa en el análisis del comportamiento sísmico de una edificación de 15 pisos de arquitectura típica, con dos tipos de configuración estructural Muro de corte y Pórticos muros.

Esta edificación tendrá la misma dimensiones y distribuciones para cada caso, Se desarrollará sobre un terreno de 1056.25 m<sup>2</sup>, será un edificio multifamiliar que contará con 15 niveles, el uso que se le dará a la edificación será comercio-vivienda, el primer piso será usado como área de comercio, del segundo piso en adelante será para viviendas (departamentos multifamiliares), la edificación está ubicado en el casco urbano de la ciudad Huancayo, distrito de el Tambo.

##### **4.1.1. Ubicación Política del Proyecto**

LUGAR	:	Jirón Libertad N°333
DISTRITO	:	EL TAMBO
PROVINCIA	:	HUANCAYO
DEPARTAMENTO	:	JUNÍN
ALTITUD	:	3150 m.s.n.m



## 4.1.2. Ubicación Geográfica del Proyecto

### Coordenadas geográficas

**Latitud : 12° 3' 53.1''**

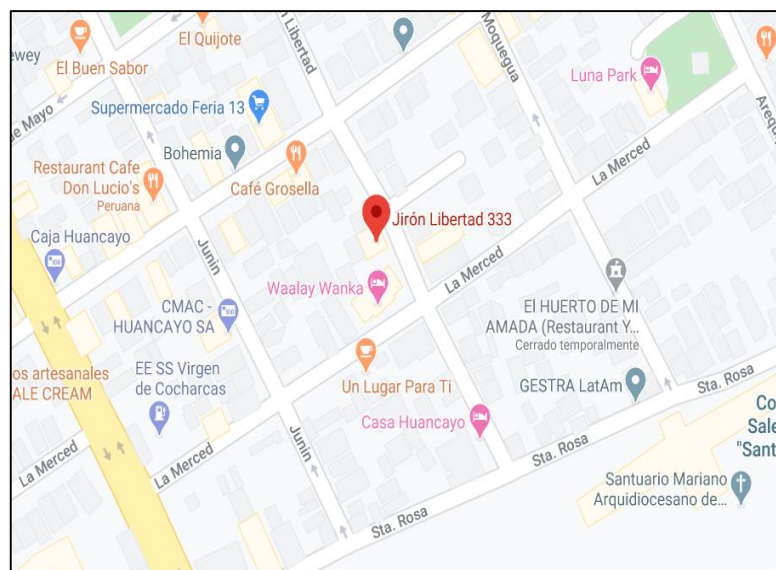
**Longitud : 75° 12' 57.5''**

### Coordenadas UTM

**Este : 476494.096**

**Norte : 8666261.837**

**Zona : 18**



### **4.1.3. Zonificación Del Terreno**

El predio materia de la presente se encuentra Zonificado por el Plan de Desarrollo Urbano de la Provincia de Huancayo vigente, con el Uso de Residencial Media(R3-A), así como también del Uso de Comercio Especializado (CE)

## **4.2. Tipo De Suelo**

El suelo donde se ubicará el proyecto según en EMS de una zona cercana el cual se adjuntó en los anexos (Estudio de Suelos con fines de cimentación del Edificación Inversiones Rodríguez, El Tambo), está conformado por grava arenosa (material granular de estado de compacidad media compacto) con capacidad portante de 2.85 kg/cm<sup>2</sup>, ángulo de fricción de 38°, peso unitario de 2000kg/m<sup>3</sup> y una profundidad mínima de cimentación de 1.40m

El perfil estratigráfico de suelo en el cual debería profundizarse para su cimentación según la clasificación de suelo (SUCS), se tiene la predominancia de GP (grava pobremente gradada) GW–GM (Grava bien gradada con limo y arena) y arena limosa con presencia de gravas SM, No existe nivel de napa freático hasta la profundidad explorada de 14 m correspondiente a las calicatas realizadas

Debido a que no existe nivel freático dentro de la profundidad del suelo que se requiere para la cimentación, no existe problemas de sales agresivas, ya que la acción química del suelo sobre el concreto y acero solo ocurre a través del agua subterránea, que reacciona con el concreto, de este modo el deterioro del concreto y acero ocurre bajo el nivel freático

INTERSECCIÓN LOCALIZACIÓN JUNÍN  
DESCRIPCIÓN

PERFIL ESTATIGRAFICO				
PROYECTO	INVERSIONES RODRIGUEZ : ESTUDIO MECANICA DE SUELOS			Calicata : C-01
UBICACIÓN	INTERSECCIÓN JIRON LIBERTAD Y JR LA MERCED			
LOCALIZACIÓN	EL TAMBO - HUANCAYO - JUNÍN			Prof. Total (m) : 6.00m
	potencia	SUCS	DESCRIPCIÓN DE ESTRATO	Visualización del estrato
	0.29	Re	0.00 a 0.29 m Material de relleno con material de cultivo de raice, de compacidad media, cementacion moerada, color marron claro en estado seco de grava color gris.	
	0.61	GP - GM	0.29 a 0.90 Grava pobremente graduada, color gris oscuro de cementacion debil, comsistencia firme, no presentaplasticidad con boloneria de 5'' en un 40% con grava seco	
1.00 m	1.43	GP	0.90 a 2.33 grava pobremente graduada color gris oscuro de cementacion debil, consitencia firme, plasticidad no presenta, con boloneria de 5'' en un 40% con graba sobreredondeada en estado seco	
2.00 m				
	1.210	GP - GM	2.33 m a 3.54 m Grava pobremente graduada con limo y arena, color rojiso oscuro de cementacion fuerte, consistencia dura, plasticidad baja, con boloneria de 6'' en un 30 % con grava subredondeada e estado seco	
3.00 m				
	1.35	GW - GM	3.54 m a 4.89 m Grava bien graduada con limo y arena, de cementacion moderada consistencia fuerte de color marron claro baige, con boloneria de 5'' en un 35% aproximadamente con grava redondeada	
4.00 m				
	9.11	SM	4.89 a 14 Arena limosa con grava, de cementacion moderada, consitencia firme de color marron claro, con boloneria de 3'' en un 25% aproximadamente, con grava subredondeada	
5.00 m				
6.00 m				

ORGANIZACIÓN TÉCNICA DE APOYO A LA CONSTRUCCIÓN CIVIL  
 Psje. Arenales 255 Pto Pata  
 Telefono: 253357-9312319

**CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE POR CORTE**

PROYECTO : INVERSIONES RODRIGUEZ  
 UBICACIÓN : DISTRITO EL TAMBO - PROVINCIA HUANCAYO - JUNIN  
 FECHA : OCT-05  
 N° DE MUESTRA : 1  
 N° DE CALICATA : C-02

**CALCULO DE CAPACIDAD DE CARGAS PARA DIFERENTES ALTURAS DE CIMENTACION**

**TIPO DE FALLA GENERAL PARA CIMIENTOS CORRIDOS**

PESO ESPECIFICO	Ø	Ø'	C kg/cm <sup>2</sup>	C'	Nc	Nq	Ny	Sc	Sq	Sy	F.S.
0.0017	33.5	33.5	0	0.00	40.4	27.94	38.13	1	1	1	2.9

**TIPO DE FALLA GENERAL PARA ZAPATA CUADRADA**

PESO ESPECIFICO	Ø	Ø'	C kg/cm <sup>2</sup>	C'	Nc	Nq	Ny	Sc	Sq	Sy	F.S.
0.0017	33.5	33.5	0	0.00	40.4	27.94	38.13	1.69	1.66	0.6	2.9

CIMENTO CORRIDO				ZAPATA CUADRADA			
Base (cm)	Prof. (cm)	Qc (kg/cm <sup>2</sup> )	Qd (kg/cm <sup>2</sup> )	Base (cm)	Prof. (cm)	Qc (kg/cm <sup>2</sup> )	Qd (kg/cm <sup>2</sup> )
40	80	5.10	1.76	100	80	6.26	2.85
40	90	5.57	1.92	100	90	9.05	3.12
40	100	6.05	2.08	100	100	9.84	3.39
40	110	6.52	2.25	100	110	10.63	3.66
40	120	7.00	2.41	100	120	11.42	3.94
40	130	7.47	2.58	100	130	12.21	4.21
40	140	7.95	2.74	100	140	13.00	4.48
50	80	5.42	1.87	150	80	9.23	3.18
50	90	5.90	2.03	150	90	10.02	3.46
50	100	6.37	2.20	150	100	10.81	3.73
50	110	6.85	2.36	150	110	11.60	4.00
50	120	7.32	2.52	150	120	12.39	4.27
50	130	7.80	2.69	150	130	13.18	4.54
50	140	8.27	2.85	150	140	13.97	4.82
200	80	10.28	3.55	200	80	10.20	3.52
200	90	10.76	3.71	200	90	10.99	3.79
200	100	11.23	3.87	200	100	11.78	4.06
200	110	11.71	4.04	200	110	12.57	4.34
200	120	12.18	4.20	200	120	13.36	4.61
200	130	12.66	4.36	200	130	14.15	4.88
200	140	13.13	4.53	200	140	14.94	5.15
270	80	12.55	4.33	250	80	11.18	3.85
270	90	13.02	4.49	250	90	11.97	4.13
270	100	13.50	4.65	250	100	12.75	4.40
270	110	13.97	4.82	250	110	13.54	4.67
270	120	14.45	4.98	250	120	14.33	4.94
270	130	14.92	5.15	250	130	15.12	5.21
270	140	15.40	5.31	250	140	15.91	5.49

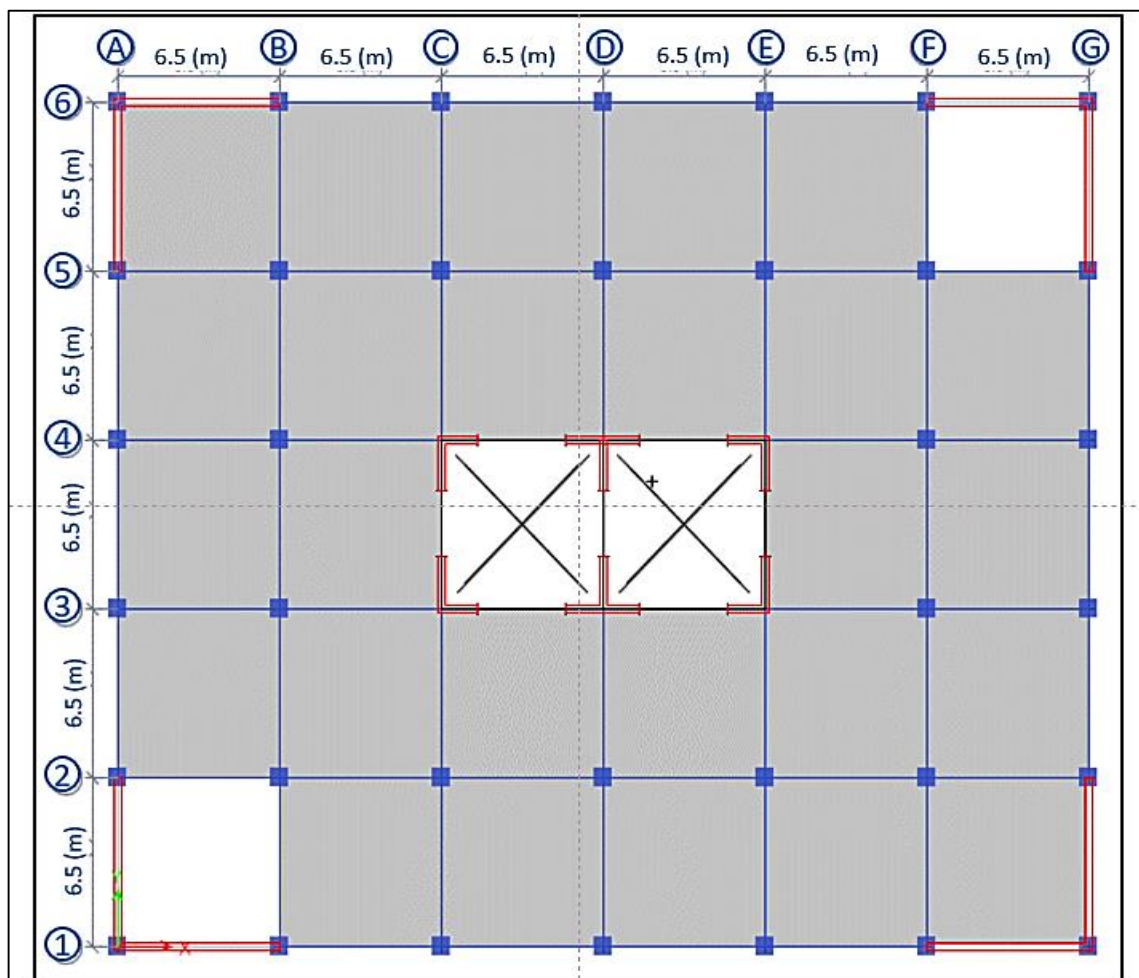
### 4.3. Objetivo A (Realizar La Estructuración Y Pre Dimensionamiento De Un Edificio De 15 Pisos)

#### 4.3.1. Configuración Estructural

Como se mencionó en el planteamiento del trabajo y sustentando con el tipo de configuración estructural, se presenta los dos tipos de configuraciones muros estructurales y muro pórtico, el análisis se realizará con una misma arquitectura para cada uno de los casos, para poder realizar el análisis comparativo en cada situación tal como podemos observar en las figuras:

**Figura 15**

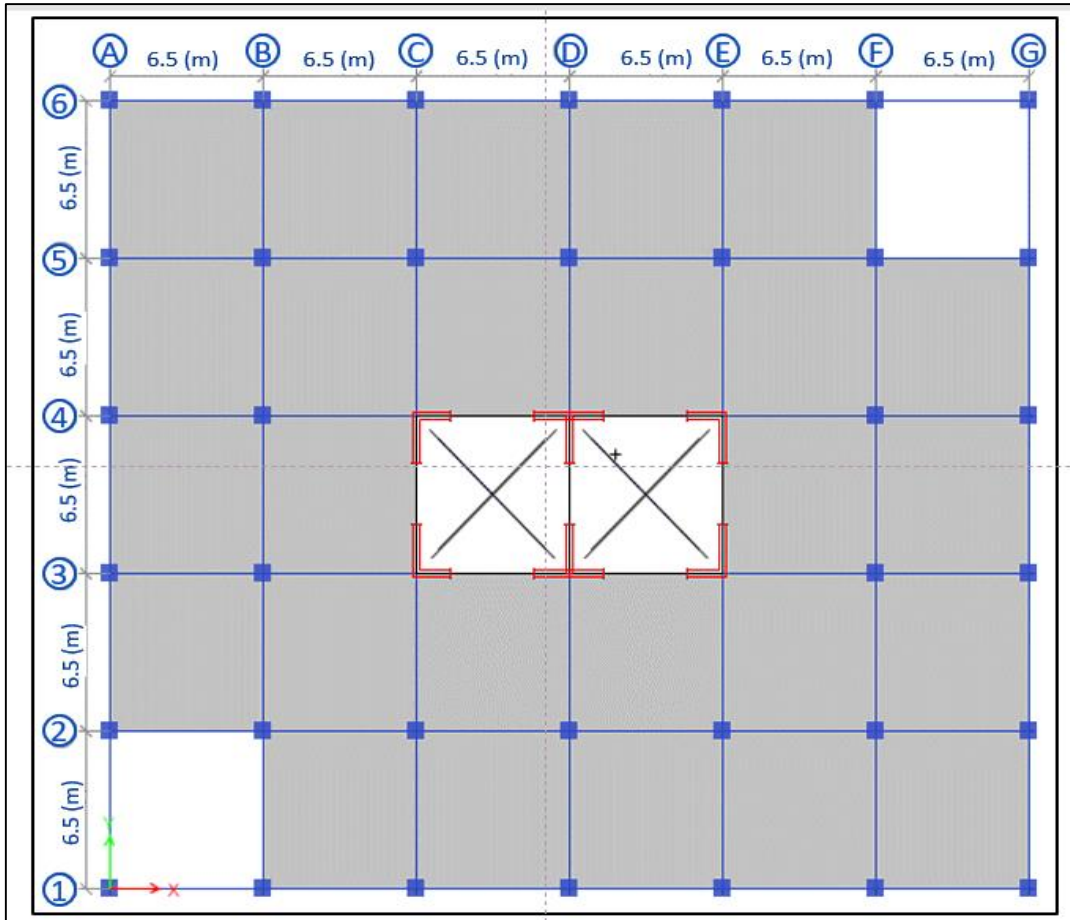
*Configuración de muros estructurales o muro de corte*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 16**

*Configuración de pórtico – muro.*



Fuente: Elaboración propia

**Configuración 01:** Tipo Muros estructurales o muros de Corte

**Configuración 02:** Tipo Muro Pórtico

Para cada uno de los casos a desarrollar las luces tanto en la dirección X y Y es 6.50 m de eje a eje. La estructura es semetrica y la distribución es la misma para cada caso

### **4.3.2. Predimensionamiento De Elementos Estructurales**

#### ***4.3.2.1. Predimensionamiento De Losa Maciza Bidireccional***

Como se observa la figura 14, al ser la losa de igual dimensión tanto en la dirección X y Y entonces la losa será bidireccional, A continuación, se realiza el pre dimensionamiento con la siguiente formula:

$$h = \frac{L}{40} \quad \text{ó} \quad h = \frac{P}{180}$$

Donde:

**h**: peralte de losa maciza,

**L**: luz mayor del paño más desfavorable

**P**: perímetro del paño más desfavorable. De los paños de la losa maciza se tienen los siguientes datos:

$$L = 6.20m$$

$$h = \frac{L}{40}$$

$$h = \frac{P}{180}$$

$$P = 6.20m * 4 = 24.80$$

$$P = 24.8$$

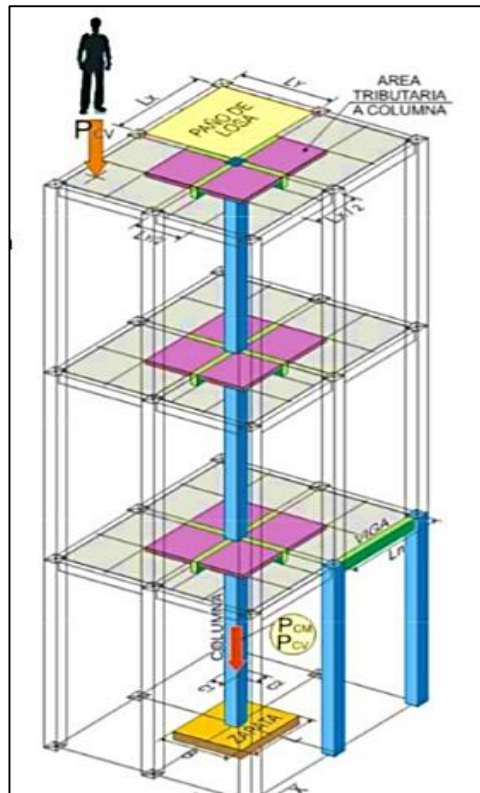
$$h = \frac{6.20}{4} = 0.155m$$

$$h = \frac{24.80}{180} = 0.14m$$

$$h = 0.15m$$

se escoge un espesor de 15 cm.

**Figura 17** Pre dimensionamiento Losa Maciza



Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.2.2. Predimensionamiento De Vigas

Las vigas se dimensionan generalmente considerando un peralte del orden de 1/10 a 1/12 de luz libre; debe aclararse que esta altura incluye el espesor de la losa del techo o piso

$$h = \left( \frac{1}{10}; \frac{1}{14} \right) \cdot L$$

Donde:

**h**: peralte de la viga,

**L**: luz libre entre ejes

$$h = \frac{1}{12} \cdot 6.20 = 0.516 \text{ redondeado } 0.60 \text{ m}$$

El ancho o base de la viga es variable de h/3 a 3/4h, teniendo en cuenta un ancho mínimo de 25cm, para poder evitar el congestionamiento de aceros (Blanco, 2010).

$$b = \frac{0.516}{3} = 0.172$$

$$b = \frac{3}{4} \cdot 0.516 = 0.38$$

al promediar ambos valores se puede obtener que la base de la viga es igual a 30 cm

**Tabla 01**  
*Vigas pre dimensionadas*

EJE	BASE (b)	PERALTE (h)
X	30 cm	60 cm
Y	30 cm	60 cm

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.3.2.3. Predimensionamiento De Columnas

Las columnas se predimensionan ante dos solicitaciones que son las cargas axiales y los momentos flectores las cuales trabajan simultáneamente. Si se tiene una estructura en relación mucho mayor de la carga axial sobre el momento flector



podemos buscar una sección de tal modo que la carga axial en servicio produzca un esfuerzo en compresión del orden de  $0.45f'c$ , pero si no es así sino al contrario, se tiene que usar un sección con más peralte en la dirección de momento más crítico (Blanco, 2010).

Por con siguiente (Blanco, 2010) recomienda hallar el área requerida de las columnas que resisten carga de gravedad con las siguientes expresiones, clasificando por la ubicación en la estructura:

**Tabla 02**

*Expresiones para el predimensionamiento de Columnas que resisten cargas de gravedad*

TIPO DE COLUMNA	EXPRESIÓN A USAR
Columnas Centrales	$A=P/(0.45*f'c)$
Columnas Excéntricas Y Esquinadas	$A=P/(0.35*f'c)$

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 03:**

*Peso promedio de la estructura por Categoría de la Edificación*

CATEGORÍA EDIFICACIONES (E030-TABLA N°5)	PESO DE LA ESTRUCTURA (P/m <sup>2</sup> )
A	1500 kg/m <sup>2</sup>
B	1250 kg/m <sup>2</sup>
C	1000 kg/m <sup>2</sup>
D	1000 kg/m <sup>2</sup>

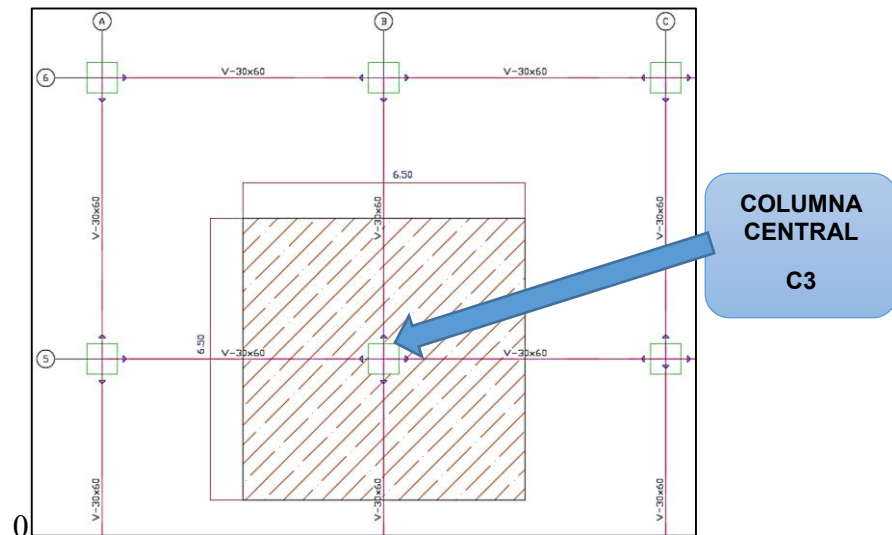
Fuente: Elaboración Propia

La carga P se obtiene de calcular el Metrado de cargas en servicio que son afectadas en la estructura y se multiplican por el Área Tributaria de cada columna, a su vez por el N° de pisos.

En la etapa de predimensionamiento se toma una carga promedio, la cual se puede considerar una recomendación dada por (Villareal, 2015):

**Figura 18**

*Área tributaria para el Predimensionamiento de Columnas*



Fuente: (Condori, 2014)

- Como se observa en la tabla anterior, se usa el peso promedio de la estructura de **1000 kg/m<sup>2</sup>**.
- El área tributaria es  $6.50 \times 6.50\text{m} = \mathbf{42.25\text{m}^2}$ .
- concreto con resistencia a la compresión igual a  $280 \text{ kg/cm}^2$  y se predimensiona cada columna, resumiéndola

**Tabla 04:**

*Datos usados para el Predimensionamiento de Columnas*

<b>Pservicio=</b>	<b>1000 kg/m<sup>2</sup></b>
<b>N°pisos=</b>	<b>15</b>
<b>f'c=</b>	<b>280 kg/cm<sup>2</sup></b>

Fuente: Elaboración Propia

$$PU = 1000Kg/m^2 \times 15 \times 42.25 m^2 = 633750 Kg$$

$$Ac = \frac{633750 Kg}{0.45 * 280Kg/cm^2} = 5029.77 Cm^2$$

$$Ac = 5030 cm^2 \quad h = 70 \quad b = 70$$

**Tabla 05**

*Predimensionamiento y Verificación de Columnas*

TIPO COL	COLUMNA CENTRAL	EJE	A tributaria (m <sup>2</sup> )	P (ton)	Ac (cm <sup>2</sup> )	Dimensiones		Ac col (cm <sup>2</sup> )	VERIFICACIÓN
						b (cm)	h (cm)		
COL CENT	C3	4D	42.25	633.75	5030	70	70	4900	Ac ≈ Ac col <b>OK</b>

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar se tienen dimensiones un tanto menores a lo correspondiente, se usa este valor de 70cm para ser un poco holgados con los resultados y las dimensiones, ya que las dos configuraciones propuestas usan muros de concreto armado, que en su mayoría absorberán más del 50% de la fuerza sísmica.

#### 4.4. Objetivo B (Realizar El Modelamiento Estructural De Un Edificio De 15 Pisos)

##### 4.4.1. Modelamiento De La Estructura

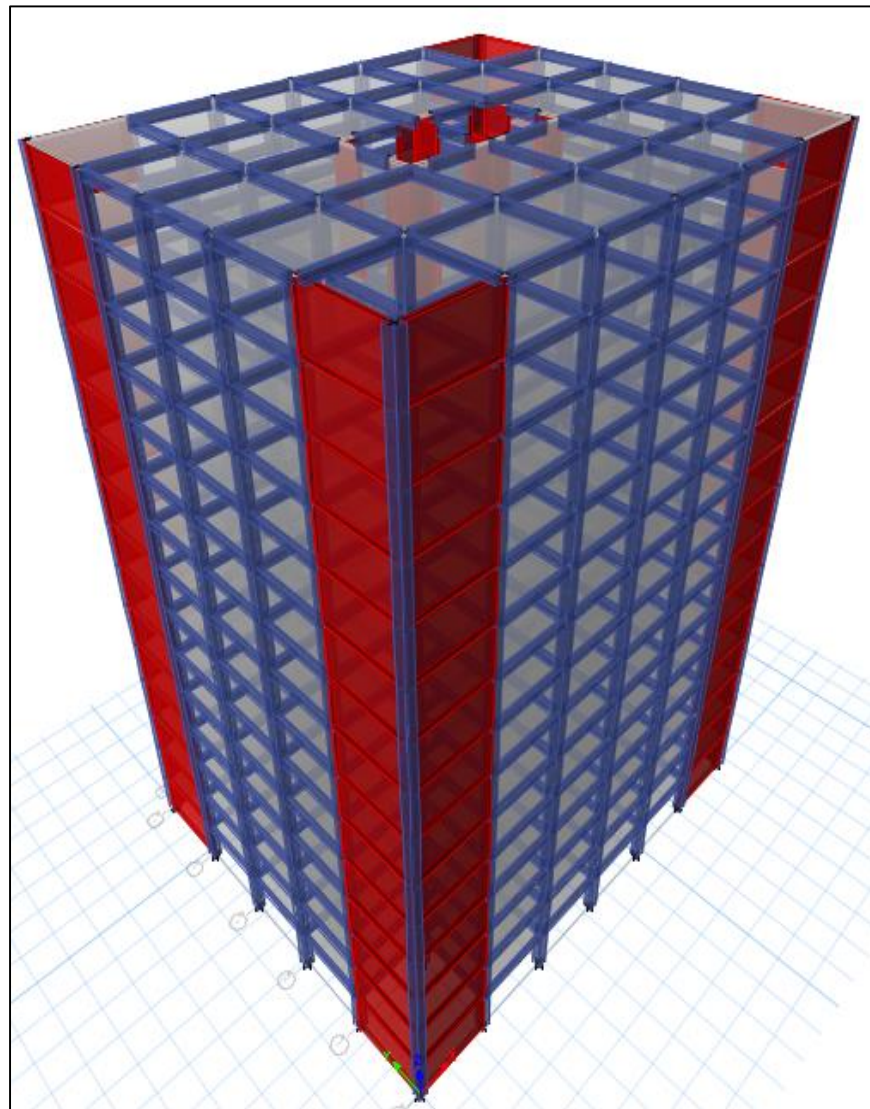
Para el modelamiento de la estructura, se utiliza el programa ETABS y se toma en cuenta las siguientes características para modelar la estructura (Taboada García & Martín de Izcue Uceda, 2009):

- Para el modelamiento de la losa maciza se usa los elementos tipo Shell.
- Para simular un comportamiento de diafragma rígido en todos los nudos de un nivel, se relacionan los grados de libertad de todos los nudos.
- Definimos el peso de la estructura, a través de las cargas asignadas y según los casos de carga.

- Asignar para el análisis dinámico, 3 modos dinámicos por cada planta del edificio, sobre el nivel del terreno. De esta manera se asignó  $3 \cdot (15) = 45$  modos dinámicos.

### Figura 19

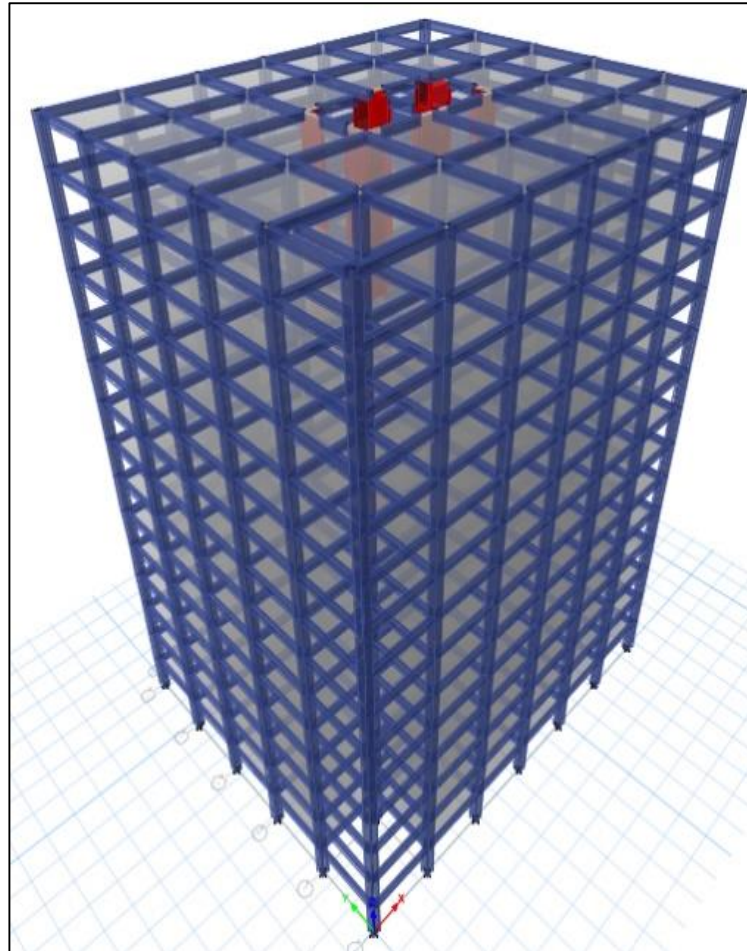
*Modelo del Edificio tridimensional.: Configuración de muros estructurales (muros de corte). modelado en ETABS 2019*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 20**

*Modelo del Edificio tridimensional. Configuración de pórtico – muro estructural modelado en ETABS 2019*



Fuente: Elaboración propia

#### **4.5. Realizar El Análisis Sísmico Estático Y Análisis Sísmico Dinámico De Un Edificio De 15 Pisos**

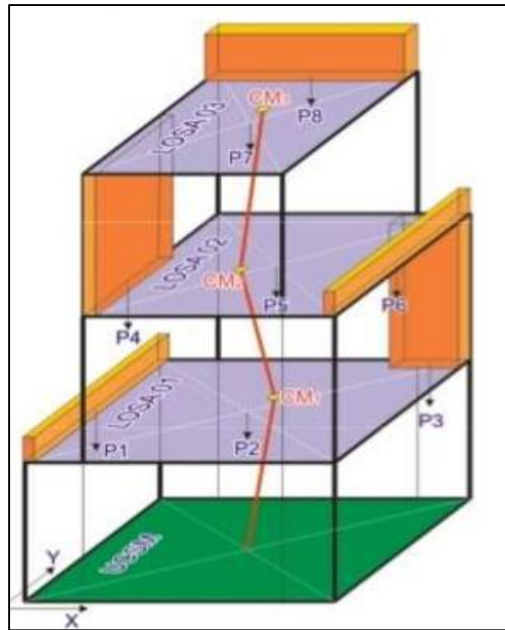
##### **4.5.1 . Análisis Sísmico**

El objetivo de realizar el análisis sísmico, es evitar pérdidas de vidas y hacer mínimos los daños en la edificación en estudio, cumpliendo con los requisitos de la E.030-2016. Para lo cual se encuentra las fuerzas internas y los desplazamientos de la estructura ocasionados por el sismo

#### 4.5.1.1. Centro De Masas

Es el punto por donde pasa la resultante de cargas axiales concentradas en cada piso y entrepiso, así como la línea de referencia por donde pasan las fuerzas cortantes horizontales en cada nivel, así pudiendo hallar las coordenadas del centro de masas

**Figura 21**  
Centro de Masa



Fuente: (Condori, 2014)

$$X_{cm} = \frac{\sum(P_i \cdot X_i)}{P_i} ; Y_{cm} = \frac{\sum(P_i \cdot Y_i)}{P_i}$$

Donde  $P_i$  es la carga axial y  $X_i, Y_i$  son las Coordenadas de cada elemento estructural. Para encontrar el centro de masas, se hace una comparación entre el cálculo manual que se hace del metrado de cada planta, y el cálculo hecho por el programa ETABS: Se muestra la tabla de centro de masa de cada una de las configuraciones a estudiar, tanto para muro estructurales (muros de corte) como para muros – pórticos de color azul

**Tabla 06**

*Centro de masas Configuración de muros estructurales y Configuración de pórtico – muro estructural.*

PISO	CONFIGURACIÓN 1 (muros)			CONFIGURACIÓN 2 (dual)		
	MASA (kg)	XCM (m)	YCM (m)	MASA (kg)	XCM (m)	YCM (m)
PISO 15	969076.6	21.45	17.875	923601.4	21.45	17.875
PISO 14	1138924.6	21.45	17.875	1027929.4	21.45	17.875
PISO 13	1138924.6	21.45	17.875	1027929.4	21.45	17.875
PISO 12	1138924.6	21.45	17.875	1027929.4	21.45	17.875
PISO 11	1138924.6	21.45	17.875	1027929.4	21.45	17.875
PISO 10	1138924.6	21.45	17.875	1027929.4	21.45	17.875
PISO 9	1138924.6	21.45	17.875	1027929.4	21.45	17.875
PISO 8	1138924.6	21.45	17.875	1027929.4	21.45	17.875
PISO 7	1138924.6	21.45	17.875	1027929.4	21.45	17.875
PISO 6	1138924.6	21.45	17.875	1027929.4	21.45	17.875
PISO 5	1138924.6	21.45	17.875	1027929.4	21.45	17.875
PISO 4	1138924.6	21.45	17.875	1027929.4	21.45	17.875
PISO 3	1138924.6	21.45	17.875	1027929.4	21.45	17.875
PISO 2	1138924.6	21.45	17.875	1027929.4	21.45	17.875
PISO 1	1138924.6	21.45	17.875	1027929.4	21.45	17.875

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 07**

*Diferencia de masas de la estructura de las dos configuraciones.*

PISO	CONFIGURACIÓN 2	CONFIGURACIÓN 1	DIFERENCIA (ton)
	MASA (kg)	MASA (kg)	
PISO 15	969076.6	923601.4	45.4752
PISO 14	1138924.6	1027929.4	110.9952
PISO 13	1138924.6	1027929.4	110.9952
PISO 12	1138924.6	1027929.4	110.9952
PISO 11	1138924.6	1027929.4	110.9952
PISO 10	1138924.6	1027929.4	110.9952

<b>PISO 9</b>	1138924.6	1027929.4	110.9952
<b>PISO 8</b>	1138924.6	1027929.4	110.9952
<b>PISO 7</b>	1138924.6	1027929.4	110.9952
<b>PISO 6</b>	1138924.6	1027929.4	110.9952
<b>PISO 5</b>	1138924.6	1027929.4	110.9952
<b>PISO 4</b>	1138924.6	1027929.4	110.9952
<b>PISO 3</b>	1138924.6	1027929.4	110.9952
<b>PISO 2</b>	1138924.6	1027929.4	110.9952
<b>PISO 1</b>	1138924.6	1027929.4	110.9952
<b>Σ</b>	15314613	<b>16914021</b>	<b>1599.408</b>

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.5.1.2. Centro De Rigidez

Se define por centro de rigideces (CR), al punto donde la fuerza cortante actúa, solo trasladándose horizontalmente sin rotar con respecto al nivel inferior.

Usando la siguiente expresión se puede obtener el CR (Fratelli, 2001):

$$X_{CR} = \frac{\sum Ki.Xi}{\sum Ki} \quad ; \quad Y_{CR} = \frac{\sum Ki.Yi}{\sum Ki}$$

Dónde  $Ki$  es la Rigidez del elemento estructural de soporte,  $Xi, Yi$  son las Coordenadas del centroide del elemento y  $\sum Ki$  es la Rigidez del piso en estudio.

**Tabla 08**

*Diferencia de centro de rigideces de la estructura*

PISO	CONFIGURACIÓN 1		CONFIGURACIÓN 2	
	XCR	YCR	XCR	YCR
	m	m	m	m
<b>PISO 1</b>	19.5	16.25	19.5	16.25
<b>PISO 2</b>	19.5	16.25	19.5	16.25
<b>PISO 3</b>	19.5	16.25	19.5	16.25
<b>PISO 4</b>	19.5	16.25	19.5	16.25
<b>PISO 5</b>	19.5	16.25	19.5	16.25
<b>PISO 6</b>	19.5	16.25	19.5	16.25
<b>PISO 7</b>	19.5	16.25	19.5	16.25
<b>PISO 8</b>	19.5	16.25	19.5	16.25
<b>PISO 9</b>	19.5	16.25	19.5	16.25
<b>PISO 10</b>	19.5	16.25	19.5	16.25
<b>PISO 11</b>	19.5	16.25	19.5	16.25
<b>PISO 12</b>	19.5	16.25	19.5	16.25



<b>PISO 13</b>	19.5	16.25	19.5	16.25
<b>PISO 14</b>	19.5	16.25	19.5	16.25
<b>PISO 15</b>	19.5	16.25	19.5	16.25
<b>Σ</b>	292.5	243.75	292.5	243.75

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.5.1.3. Excentricidad

La excentricidad es la distancia entre el centro de gravedad CG y el centro de rigidez CR.

**Tabla 09**

*Excentricidad de la estructura para cada configuración.*

<b>PISO</b>	<b>CONFIGURACIÓN 1</b>		<b>CONFIGURACIÓN 2</b>	
	<b>exc. X</b>	<b>exc. Y</b>	<b>exc. X</b>	<b>exc. Y</b>
	m	m	m	m
<b>PISO 1</b>	1.95	1.625	1.95	1.625
<b>PISO 2</b>	1.95	1.625	1.95	1.625
<b>PISO 3</b>	1.95	1.625	1.95	1.625
<b>PISO 4</b>	1.95	1.625	1.95	1.625
<b>PISO 5</b>	1.95	1.625	1.95	1.625
<b>PISO 6</b>	1.95	1.625	1.95	1.625
<b>PISO 7</b>	1.95	1.625	1.95	1.625
<b>PISO 8</b>	1.95	1.625	1.95	1.625
<b>PISO 9</b>	1.95	1.625	1.95	1.625
<b>PISO 10</b>	1.95	1.625	1.95	1.625
<b>PISO 11</b>	1.95	1.625	1.95	1.625
<b>PISO 12</b>	1.95	1.625	1.95	1.625
<b>PISO 13</b>	1.95	1.625	1.95	1.625
<b>PISO 14</b>	1.95	1.625	1.95	1.625
<b>PISO 15</b>	1.95	1.625	1.95	1.625

Fuente: Elaboración Propia

La Norma E.030 (en su ítem 4.6.5) considera una excentricidad accidental, la cual considera el traslado del centro de masas en el momento que se produce un sismo, ya que puede haber ambientes libres de cargas vivas. La excentricidad accidental en cada nivel se considera como el 5 % de la dimensión del edificio en la dirección perpendicular a la dirección del análisis

**Tabla 10**  
*Excentricidad accidental*

	X (m)	Y (m)
<b>DISTANCIA</b>	39.00	32.50
<b>EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL</b>	1.95	1.625

Fuente: Elaboración Propia

#### **4.5.1.4. Peso O Masa De La Estructura**

Según el ítem 4.3 de la Norma de Diseño Sismorresistente, se estimará adicionando a la carga permanente y total de la edificación un porcentaje de la carga viva o sobrecarga, que, en este caso por ser una edificación tipo C, será el 25% de la carga viva (MVCS, 2017). En este caso por ser una vivienda multifamiliar, se usó una sobrecarga de 200 kg/m<sup>2</sup> para entresijos y 100 kg/m<sup>2</sup> para azoteas, la azotea no cuenta con tabiques ni vigas chatas.

#### **4.5.1.5. Elementos Estructurales**

Los elementos estructurales predimensionados, se muestran a continuación como resumen de la configuración final, para cada sistema estructural:

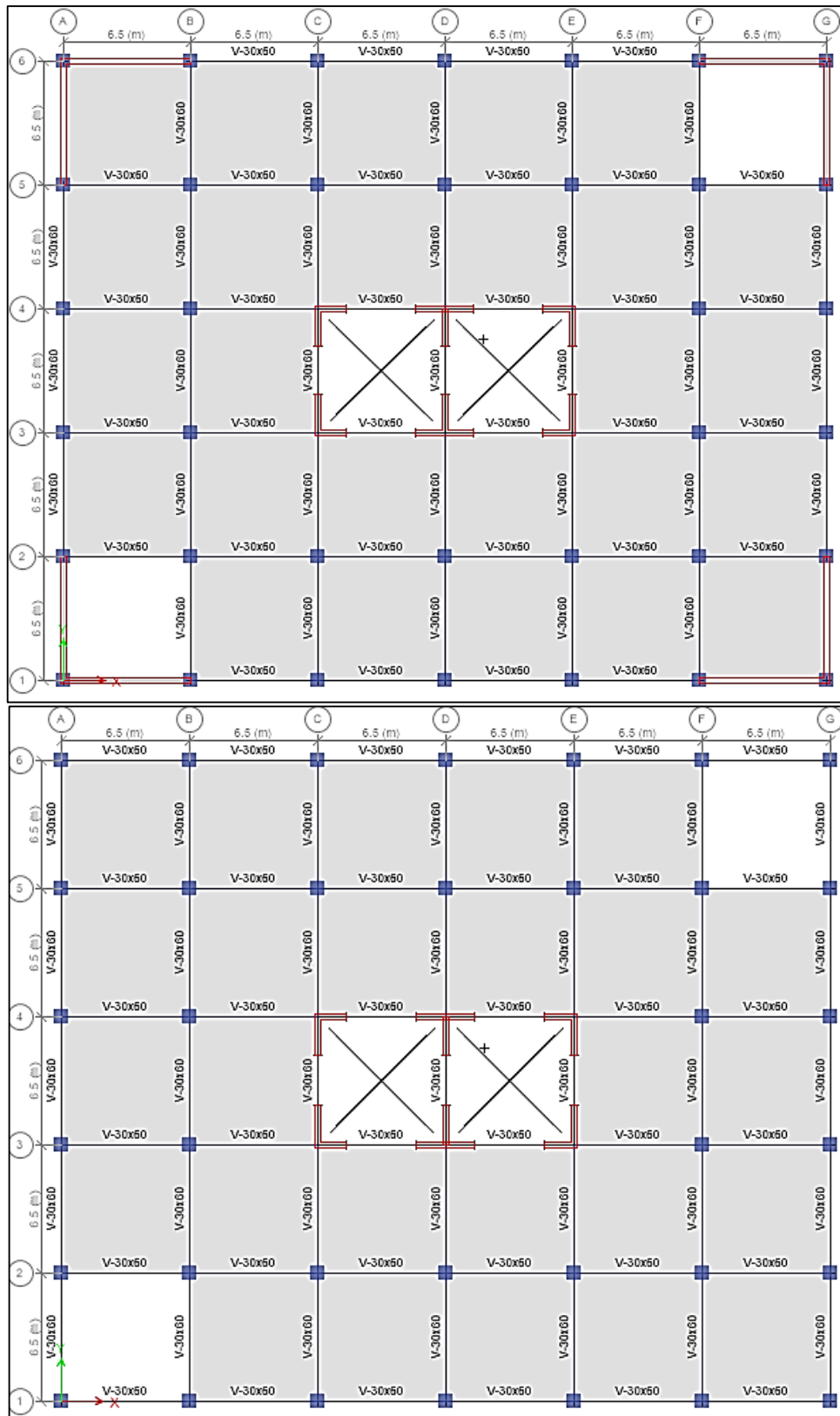
**Tabla 11**  
*Elementos estructurales*

<b>ELEMENTOS ESTRUCTURALES</b>	<b>EJE</b>	<b>BASE (b)</b>	<b>PERALTE (h)</b>
<b>VIGAS</b>	X	30 cm	60 cm
	Y	30 cm	60 cm
<b>COLUMNAS</b>	X e Y	70 cm	70 cm
<b>PLACA</b>	X e Y	Espesor 30 cm	

Fuente: Elaboración Propia

**Figura 22**

*Config Estructural . Arriba: Configuración 1. Abajo: Configuración 2.*

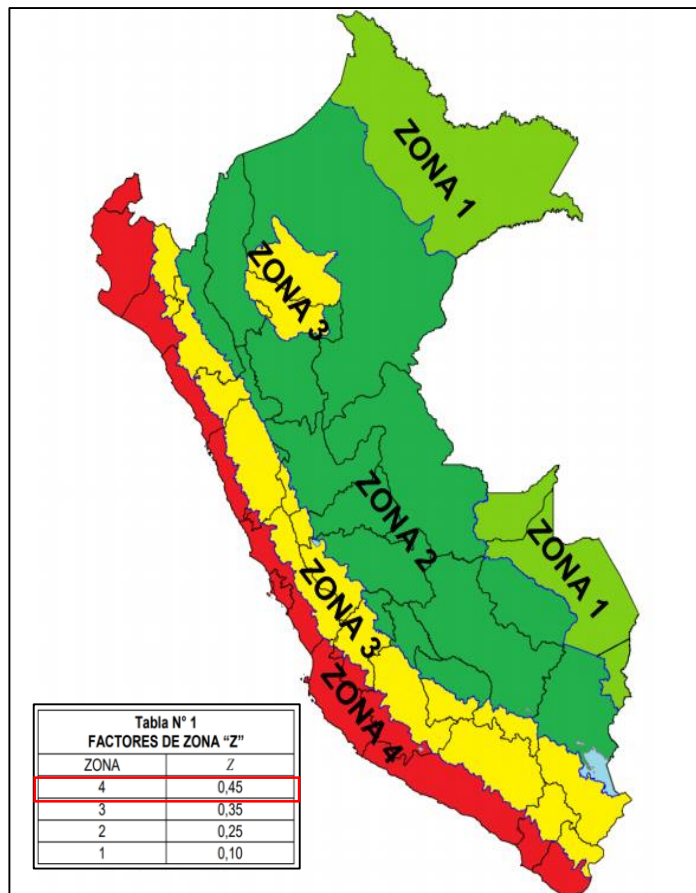


Fuente: Elaboración propia

#### 4.5.1.6. Peligro Sísmico

Según la Norma E030-2016 podemos calcularla mediante la Zonificación, Condiciones Geotécnicas, Parámetros de Sitio (S, TP y TL) y Factor de Amplificación Sísmica (C) que se detallan en los siguientes Ítems.

**Figura 23**  
*Zonificación Sísmica en Perú*



Fuente: Ministerio de Vivienda, 2019

##### 4.5.1.6.1. Zonificación (Z)

Este factor se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido, con una probabilidad de 10 % de ser excedida en 50 años (Sismo Raro para el SEAOC). El factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad y se asigna según la zona donde se encuentra una estructura (MVCS, 2017). En este

caso la estructura en estudio se encuentra en la zona 3 (Huancayo). Teniendo como valor de Zonificación (Z) a 0.35.

#### 4.5.1.6.2. Condiciones Geotécnicas

La estructura en estudio se encuentra sobre un perfil de suelo intermedio S2. Según estudio de mecánica de suelos realizadas con fines de cimentación de edificaciones cercanas.

#### 4.5.1.6.3. Parámetros De Sitio (S, Tp Y Tl)

Para obtener los valores que se adecuen a nuestras condiciones de donde se cimentará la estructura, usaremos la norma E030 -2019, donde detalla la zonificación y las condiciones geotécnicas para hallar los parámetros de sitio.

SUELO ZONA	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
Z <sub>4</sub>	0,80	1,00	1,05	1,10
Z <sub>3</sub>	0,80	1,00	1,15	1,20
Z <sub>2</sub>	0,80	1,00	1,20	1,40
Z <sub>1</sub>	0,80	1,00	1,60	2,00

	Perfil de suelo			
	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
T <sub>p</sub> (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T <sub>i</sub> (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

Factor de Sitio (S) **1.15**  
 Período Límite de la Meseta (Tp) **0.6**  
 Período del inicio del comportamiento inelástico del Suelo (TL) **2.00**

#### 4.5.1.6.4.FACTOR DE AMPLIFICACIÓN SÍSMICA (C)

De acuerdo a las características de sitio, se define el factor de amplificación sísmica (C) por las siguientes expresiones:

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

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

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

Los periodos fueron calculados mediante la aplicación de la expresión del acápite 4.5.4 de la Norma E030-2018:

$$T = 0.85 \cdot 2\pi \cdot \sqrt{\frac{(\sum_{i=1}^n P_i \cdot d_i^2)}{(g \cdot \sum_{i=1}^n f_i \cdot d_i)}}$$

Donde

**$P_i$**  : es el peso en el nivel  $i$

**$f_i$**  : es la fuerza lateral aplicada en el nivel  $i$

**$d_i$**  : es el desplazamiento lateral del centro de masa del nivel  $i$  en traslación pura (restringiendo los giros en planta) debido a las fuerzas  $f_i$

**$g$**  : es la aceleración de la gravedad

**$n$**  : es el número de pisos.

El factor multiplicado por 0.85 en la expresión de la Norma es porque en el modelamiento de la estructura no se consideraron el modelamiento de elementos no estructurales. Como el Período Fundamental de la estructura en los dos sentidos es mayor al Período Límite de la Meseta ( $T_p$ ) el valor del Factor de Amplificación Sísmica es hallada por la siguiente expresión:

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

$$C_x = 2.23 \quad C_y = 2.17$$

Este coeficiente se interpreta como el factor de amplificación de la aceleración estructural respecto de la aceleración en el suelo (MVCS, 2017).

<b>Concreto Armado:</b>	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
<b>Albañilería Armada o Confinada.</b>	3
<b>Madera (Por esfuerzos admisibles)</b>	7

#### 4.5.1.7. Categoría, Sistema Estructural Y Regularidad Del Edificio

**Tabla 12**

Tabla de la Categoría y Sistema Estructural de las estructuras.

		<b>CONFIGURACIÓN 1</b>	<b>CONFIGURACIÓN 2</b>
<b>CATEGORÍA DE LA EDIFICACIÓN</b>		Edificación de Categoría Tipo Común (C) por ser un edificio Multifamiliar	
<b>FACTOR DE USO</b>		U=1.00	
<b>SISTEMA ESTRUCTURAL</b>		El sistema estructural de la Edificación es de Muros Estructurales.	El sistema estructural de la Edificación es Dual.
<b>COEFICIENTE BÁSICO DE REDUCCIÓN DE LAS FUERZAS SÍSMICAS (R<sub>0</sub>)</b>		R <sub>0</sub> =6	R <sub>0</sub> =7

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.5.1.8. Análisis Estático

El método de análisis estático se usa para poder escalar el análisis dinámico, el cual se usa en el diseño. La Fuerza Cortante en la Base se halló siguiendo las indicaciones de la Norma E030-2016, con la siguiente expresión (MVCS, 2017):

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P$$

El valor de C/R no deberá considerarse menor que 0.125.

**Tabla 13***Parámetros y cortante basal según la Norma E-030.*

PÁRAMETROS E-030	CONFIGURACIÓN	
	1	2
<b>Z = Factor de zona</b>	0.35	
<b>S = Factor de Sitio</b>	1.00	
<b>Tp = Período Límite de la Meseta</b>	0.40	
<b>TL = Período del inicio del comportamiento inelástico del Suelo</b>	2.50	
<b>C = Factor de amplificación sísmica</b>	Se calcula en función al análisis modal, hecho líneas abajo.	
<b>U = Coeficiente de uso. La Categoría de la Edificación es Común por ser un edificio Multifamiliar</b>	1.00	
<b>R=Coeficiente de reducción</b>	6	7
<b>P=Peso de la edificación (ton)</b>	16914.021	15314.613

Fuente: Elaboración Propia

**4.5.1.8.1. Distribución De La Fuerza Sísmica En Altura**

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

$$F_i = \alpha_i \cdot V$$

$$\alpha_i = \frac{P_i \cdot (h_i)^k}{\sum_{i=1}^n P_i \cdot (h_i)^k}$$

Donde  $n$  es el número de pisos del edificio,  $k$  es un exponente relacionado con el periodo fundamental de vibración de la estructura  $T$ , en la dirección considerada, que se calcula de acuerdo a: a) Para  $T$  menor o igual a 0.50 segundos:  $k = 1.00$  y b) Para  $T$  mayor que 0.50 segundos:  $k = (0.75 + 0.50 T) \leq 2.00$ . A continuación, se presenta el resultado del análisis modal el cual se explicara detalladamente capítulos abajo:



**Tabla 14***Análisis modal de las estructuras.*

MODO	CONFIGURACIÓN 1				CONFIGURACIÓN 2			
	T (seg)	UX	UY	RZ	T (seg)	UX	UY	RZ
1	1.097	0.000	0.687	0.001	1.675	0.204	0.122	0.462
2	1.092	0.690	0.000	0.001	1.616	0.497	0.230	0.050
3	0.729	0.001	0.001	0.670	1.569	0.078	0.416	0.284

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 15***Cálculo del valor de C y K, para el análisis sísmico estático.*

MODO		T (seg)	K	C	C/R	ZUCS/ R	P (ton)	V (ton)
CONF. 01	X	1.092	1.296	0.916	0.153	0.053	16914.02 1	903.52 7
	Y	1.097	1.299	0.912	0.152	0.053	16914.02 1	899.40 9
CONF. 02	X	1.675	1.588	0.597	0.125	0.044	15314.61 3	670.01 4
	Y	1.616	1.558	0.619	0.125	0.044	15314.61 3	670.01 4

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 16***Distribución de la Fuerza Sísmica en Altura Configuración 1.*

P (ton)	h (m)	H (m)	DIRECCIÓN X			DIRECCIÓN Y		
			k=1.296	V=903.53 ton		k=1.299	V=899.41 ton	
			P*H^K	ALFA	F(ton)	P*H^K	ALFA	F(ton)
491.94	3.50	3.50	2494.76	0.45%	4.03	2502.58	0.44%	4.00
491.94	3.50	7.00	6125.80	1.09%	9.89	6155.67	1.09%	9.85
491.94	3.50	10.50	10360.42	1.85%	16.73	10421.50	1.85%	16.68
491.94	3.50	14.00	15041.73	2.69%	24.28	15141.30	2.68%	24.23
491.94	3.50	17.50	20085.99	3.59%	32.43	20230.23	3.58%	32.37
491.94	3.50	21.00	25439.70	4.55%	41.07	25634.07	4.54%	41.02
491.94	3.50	24.50	31065.27	5.55%	50.15	31314.68	5.55%	50.11
491.94	3.50	28.00	36934.54	6.60%	59.63	37243.50	6.60%	59.60
491.94	3.50	31.50	43025.54	7.69%	69.46	43398.24	7.69%	69.45
491.94	3.50	35.00	49320.56	8.81%	79.63	49760.90	8.81%	79.63

<b>491.94</b>	3.50	38.50	55804.98	9.97%		90.10	56316.62	9.97%	90.12
<b>491.94</b>	3.50	42.00	62466.46	11.16%		100.85	63052.90	11.17%	100.90
<b>491.94</b>	3.50	45.50	69294.47	12.38%		111.88	69959.01	12.39%	111.95
<b>491.94</b>	3.50	49.00	76279.87	13.63%		123.15	77025.66	13.64%	123.26
<b>329.66</b>	3.50	52.50	55896.90	9.99%		90.24	56453.14	10.00%	90.34
		$\Sigma=$	559636.977	100.00%		$\Sigma=$	564609.9934	100.00%	

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 17**

*Distribución de la Fuerza Sísmica en Altura Configuración 2.*

P (ton)	h (m)	H (m)	DIRECCIÓN X			DIRECCIÓN Y		
			k=1.588	V=670.01 ton		k=1.558	V=670.01 ton	
			P*H^K	ALFA	F(ton)	P*H^K	ALFA	F(ton)
<b>380.95</b>	3.50	3.50	2783.40	0.22%	1.50	2682.41	0.24%	1.61
<b>380.95</b>	3.50	7.00	8364.88	0.67%	4.52	7898.23	0.71%	4.74
<b>380.95</b>	3.50	10.50	15922.26	1.28%	8.60	14855.24	1.33%	8.92
<b>380.95</b>	3.50	14.00	25138.83	2.03%	13.58	23255.96	2.08%	13.97
<b>380.95</b>	3.50	17.50	35825.29	2.89%	19.35	32924.57	2.95%	19.77
<b>380.95</b>	3.50	21.00	47850.88	3.86%	25.85	43740.57	3.92%	26.27
<b>380.95</b>	3.50	24.50	61117.84	4.93%	33.02	55614.44	4.99%	33.40
<b>380.95</b>	3.50	28.00	75549.26	6.09%	40.82	68476.10	6.14%	41.13
<b>380.95</b>	3.50	31.50	91082.48	7.34%	49.21	82268.71	7.37%	49.41
<b>380.95</b>	3.50	35.00	107665.07	8.68%	58.17	96944.87	8.69%	58.22
<b>380.95</b>	3.50	38.50	125252.31	10.10%	67.67	112464.29	10.08%	67.55
<b>380.95</b>	3.50	42.00	143805.36	11.60%	77.69	128792.10	11.54%	77.35
<b>380.95</b>	3.50	45.50	163290.12	13.17%	88.22	145897.75	13.08%	87.63
<b>380.95</b>	3.50	49.00	183676.29	14.81%	99.23	163754.15	14.68%	98.35
<b>284.18</b>	3.50	52.50	152879.03	12.33%	82.59	136020.14	12.19%	81.69
		$\Sigma=$	1240203.311	100.00%	$\Sigma=$	1115589.533	100.00%	

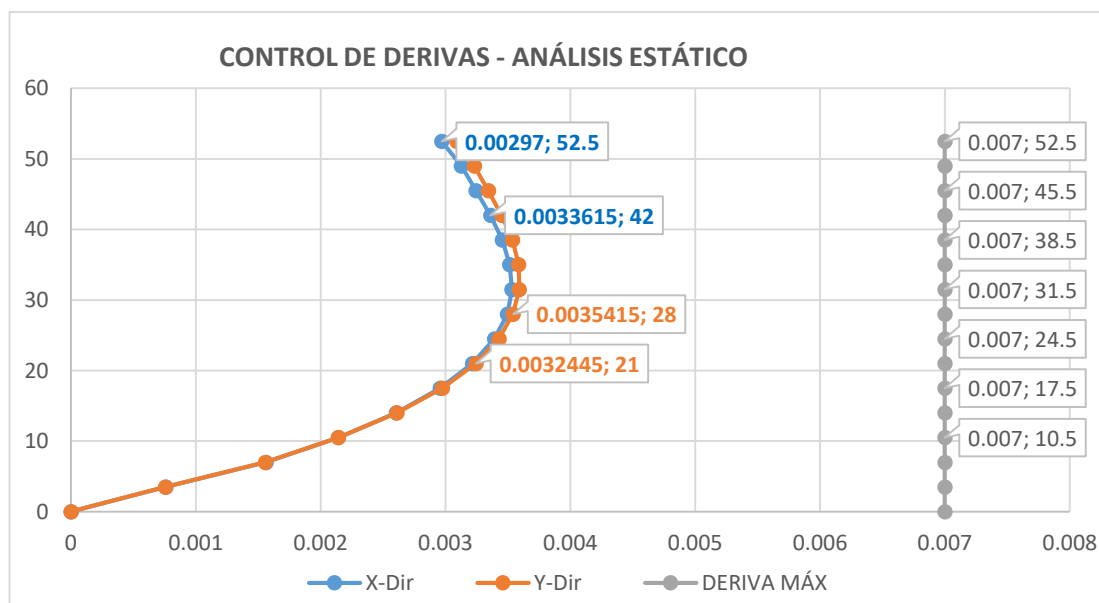
Fuente: Elaboración Propia

Una vez modelado el edificio y tanto las cargas verticales como laterales, se comprueban las derivas:

**Tabla 18***Derivas del sismo estático en dirección en X y Y – CONFIGURACIÓN 1.*

CONFIGURACIÓN 1 - ANÁLISIS ESTÁTICO			
PISO	H (m)	X-Dir	Y-Dir
15	52.5	0.00297	0.0030915
14	49	0.0031275	0.003231
13	45.5	0.0032445	0.0033435
12	42	0.0033615	0.0034515
11	38.5	0.003456	0.003537
10	35	0.0035145	0.0035865
9	31.5	0.0035325	0.003591
8	28	0.0034965	0.0035415
7	24.5	0.003393	0.003429
6	21	0.0032175	0.0032445
5	17.5	0.0029565	0.0029745
4	14	0.0026055	0.00261
3	10.5	0.002142	0.002142
2	7	0.0015615	0.001557
1	3.5	0.0007605	0.000756
BASE	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia

**Figura 24***Derivas del sismo estático en dirección en X y Y – CONFIGURACIÓN 1*

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 19**

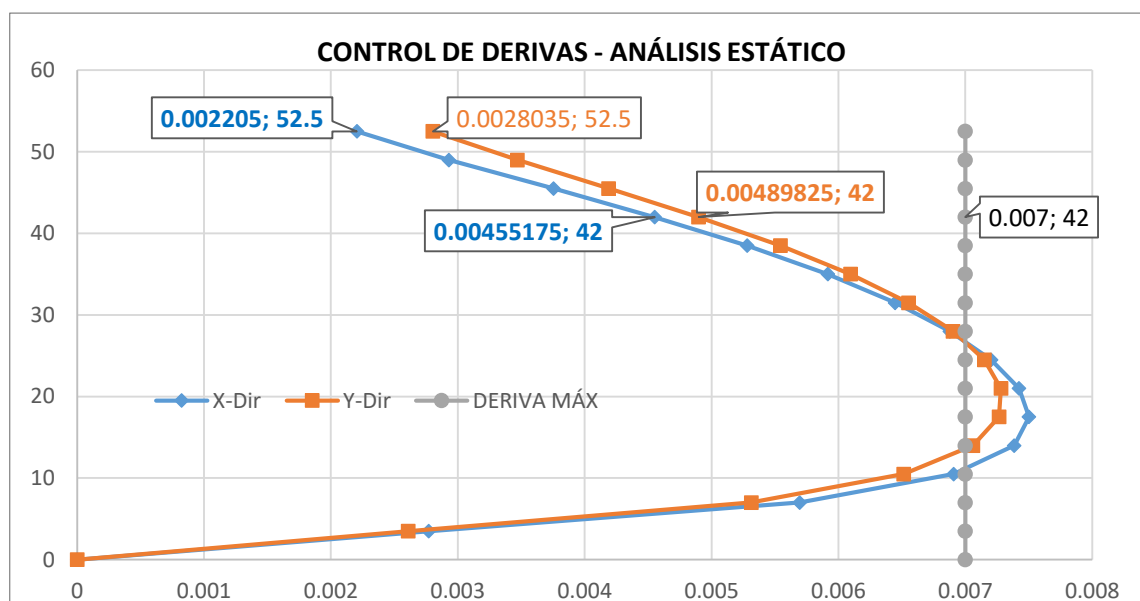
*Derivas del sismo estático en dirección en X y Y – CONFIGURACIÓN 2*

CONFIGURACIÓN 2 - ANÁLISIS ESTÁTICO			
PISO	H (m)	X-Dir	Y-Dir
15	52.5	0.002205	0.0028035
14	49	0.0029295	0.00347025
13	45.5	0.00375375	0.0041895
12	42	0.00455175	0.00489825
11	38.5	0.0052815	0.005544
10	35	0.00591675	0.00609525
9	31.5	0.006447	0.006552
8	28	0.0068775	0.00690375
7	24.5	0.007203	0.0071505
6	21	0.0074235	0.00728175
5	17.5	0.00750225	0.007266
4	14	0.00738675	0.00706125
3	10.5	0.006909	0.00651525
2	7	0.00569625	0.005313
1	3.5	0.002772	0.00260925
BASE	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia

**Figura 25**

*Derivas del sismo estático en dirección en X y Y – CONFIGURACIÓN 2*



Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en cuanto al análisis estático, la configuración 1 es mucho más conservadora. Y para la configuración 2 este está bordeando el 7 por mil, que es la deriva máxima propuesta por la norma. Esto quiere decir que la configuración 2, es mucho más flexible que la configuración 1. Pero esto se deberá comprobar con el análisis dinámico; ya que, se tiene que evaluar la forma de vibración de cada configuración.

#### 4.5.1.9. Análisis Modal

Los edificios, así como cualquier material, poseen diferentes formas de vibrar frente a cargas dinámicas. Estos modos de vibrar, se producen a diferentes periodos, por lo que, durante un terremoto, pueden afectar la estructura en mayor o menor medida, dependiendo del contenido frecuencial del sismo. Estas formas de vibrar se conocen como modos de vibración. Para edificios regulares en altura y elevación, y sin irregularidades en la distribución de masas y rigideces, el principal modo de vibración se corresponderá con el fundamental (De Montserrat, 2013).

A continuación, se presenta los resultados del análisis modal para cada configuración:

**Tabla 20**  
*Análisis modal - Factor de Masa Participativa – CONFIGURACIÓN 1*

CONFIGURACIÓN 1				
MODO	T (seg)	UX	UY	RZ
1	1.097	0.000	0.687	0.001
2	1.092	0.690	0.000	0.001
3	0.729	0.001	0.001	0.670
4	0.272	0.172	0.000	0.000
5	0.270	0.000	0.175	0.000
6	0.164	0.000	0.000	0.198
7	0.124	0.062	0.000	0.000
8	0.123	0.000	0.062	0.000
9	0.077	0.029	0.000	0.000

<b>10</b>	0.076	0.000	0.029	0.001
<b>11</b>	0.074	0.000	0.001	0.064
<b>12</b>	0.055	0.016	0.000	0.000
<b>13</b>	0.054	0.000	0.016	0.000
<b>14</b>	0.047	0.000	0.000	0.028
<b>15</b>	0.043	0.009	0.000	0.000
<b>16</b>	0.042	0.000	0.010	0.000
<b>17</b>	0.037	0.000	0.000	0.000
<b>18</b>	0.037	0.000	0.000	0.000
<b>19</b>	0.037	0.000	0.000	0.000
<b>20</b>	0.037	0.002	0.000	0.000
<b>21</b>	0.037	0.000	0.000	0.000
<b>22</b>	0.037	0.000	0.000	0.000
<b>23</b>	0.036	0.000	0.000	0.000
<b>24</b>	0.036	0.000	0.000	0.000
<b>25</b>	0.035	0.000	0.000	0.000
<b>26</b>	0.034	0.000	0.000	0.014
<b>27</b>	0.034	0.000	0.006	0.001
<b>28</b>	0.034	0.003	0.000	0.000
<b>29</b>	0.034	0.001	0.000	0.000
<b>30</b>	0.033	0.000	0.000	0.000
<b>31</b>	0.032	0.000	0.000	0.000
<b>32</b>	0.031	0.000	0.000	0.000
<b>33</b>	0.031	0.000	0.000	0.000
<b>34</b>	0.030	0.000	0.000	0.000
<b>35</b>	0.030	0.004	0.000	0.000
<b>36</b>	0.029	0.000	0.004	0.000
<b>37</b>	0.028	0.000	0.000	0.008
<b>38</b>	0.026	0.003	0.000	0.000
<b>39</b>	0.026	0.000	0.003	0.000
<b>40</b>	0.023	0.001	0.000	0.002
<b>41</b>	0.023	0.001	0.000	0.003
<b>42</b>	0.023	0.000	0.002	0.000
<b>43</b>	0.023	0.000	0.000	0.000
<b>44</b>	0.023	0.000	0.000	0.000
<b>45</b>	0.023	0.000	0.000	0.000
	$\Sigma$	0.996	0.996	0.991

Fuente: Elaboración Propia

- En sentido X como se puede observar la estructura tiene aproximadamente un 100.00% de la masa participativa y en el sentido Y un 100.00% de la masa

participativa, lo cual es mayor al mínimo del 90% que nos refiere la Norma E030-2016.

- Además, se observa que el primer modo de vibración tiene una traslación en “Y”. el segundo modo traslación en “X”, y el tercer modo es rotacional “Z”.
- El periodo fundamental de la estructura en dirección en X es 1.092 segundos y en la dirección Y es 1.097 segundos.
- Al observar los dos primeros modos de vibración, son casi perfectos, ya que la participación de la masa en los otros sentidos, no son predominantes en cada modo de vibración, es casi nula, evidenciando una distribución simétrica de elementos resistentes a cargas laterales, disminuyendo las rotaciones indeseadas.
- Se puede entonces tener una idea de que la estructura tendrá un comportamiento bueno ante la demanda sísmica. Esto se comprueba en el análisis sísmico dinámico.
- Además, la estructura al tener placas distribuidas en las partes esquinadas de la planta, tiene una adecuada rigidez a la torsión.
- Este tipo de estructuras con la configuración 1, son muy rígidas, como se observa en los modos de vibración.

**Tabla 21**

*Análisis modal - Factor de Masa Participativa – CONFIGURACIÓN 2*

CONFIGURACIÓN 2				
MODO	T (seg)	UX	UY	RZ
1	1.675	0.204	0.122	0.462
2	1.616	0.497	0.230	0.050
3	1.569	0.078	0.416	0.284
4	0.538	0.017	0.009	0.072
5	0.511	0.083	0.009	0.011
6	0.493	0.003	0.095	0.014
7	0.304	0.003	0.002	0.033
8	0.281	0.037	0.001	0.002

<b>9</b>	0.265	0.000	0.039	0.002
<b>10</b>	0.203	0.001	0.001	0.019
<b>11</b>	0.182	0.022	0.000	0.001
<b>12</b>	0.171	0.000	0.023	0.001
<b>13</b>	0.146	0.001	0.000	0.013
<b>14</b>	0.128	0.015	0.000	0.000
<b>15</b>	0.120	0.000	0.015	0.000
<b>16</b>	0.111	0.000	0.000	0.009
<b>17</b>	0.095	0.011	0.000	0.000
<b>18</b>	0.090	0.000	0.011	0.000
<b>19</b>	0.087	0.000	0.000	0.007
<b>20</b>	0.073	0.008	0.000	0.000
<b>21</b>	0.070	0.000	0.000	0.005
<b>22</b>	0.070	0.000	0.008	0.000
<b>23</b>	0.058	0.005	0.000	0.001
<b>24</b>	0.058	0.001	0.000	0.003
<b>25</b>	0.056	0.000	0.006	0.000
<b>26</b>	0.049	0.000	0.000	0.003
<b>27</b>	0.048	0.005	0.000	0.000
<b>28</b>	0.047	0.000	0.004	0.000
<b>29</b>	0.043	0.000	0.000	0.002
<b>30</b>	0.040	0.003	0.000	0.000
<b>31</b>	0.040	0.000	0.003	0.000
<b>32</b>	0.038	0.000	0.000	0.002
<b>33</b>	0.037	0.000	0.000	0.000
<b>34</b>	0.037	0.000	0.000	0.000
<b>35</b>	0.037	0.000	0.000	0.000
<b>36</b>	0.037	0.000	0.000	0.000
<b>37</b>	0.037	0.000	0.000	0.000
<b>38</b>	0.036	0.000	0.000	0.000
<b>39</b>	0.036	0.000	0.000	0.000
<b>40</b>	0.035	0.000	0.000	0.000
<b>41</b>	0.035	0.002	0.000	0.000
<b>42</b>	0.035	0.000	0.002	0.000
<b>43</b>	0.035	0.000	0.000	0.000
<b>44</b>	0.034	0.000	0.000	0.001
<b>45</b>	0.034	0.000	0.000	0.000
	$\Sigma$	0.996	0.996	0.999

Fuente: Elaboración Propia

- En sentido X como se puede observar la estructura tiene aproximadamente un 100.00% de la masa participativa y en el sentido Y un 100.00% de la masa



participativa, lo cual es mayor al mínimo del 90% que nos refiere la Norma E030-2016.

- Además, se observa que el primer modo de vibración es rotacional “Z”, el segundo modo traslación en “X”, y el tercer tiene una traslación en “Y”.
- Esto quiere decir que la estructura es flexible a la torsión, en el diseño se debe considerar los momentos provenientes por estos efectos.
- La gran importancia de esta configuración como se pudo observar su disposición; ya que es de gran utilidad arquitectónica, a la misma vez que se aprovecha la ductilidad de las columnas.
- El periodo fundamental de la estructura en dirección en X es 1.616 segundos y en la dirección Y es 1.569 segundos.
- Observando los resultados de los periodos fundamentales se puede decir que esta estructura es flexible por ende la sollicitación sísmica será menor.
- Este tipo de estructuras con la configuración 2, son flexible rotacionalmente, como se observa en los modos de vibración. Lo importante es aprovechar la ductilidad que se proporciona.

#### **4.5.1.10. Análisis Dinámico**

Según La Norma E030 - 2016 el espectro de aceleraciones se obtiene con la siguiente expresión:

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

Donde Z=0.35, U=1, S=1.15 y R=7 y 6 son valores conocidos que se vieron en el análisis estático de la estructura. Y g es la aceleración de la gravedad. En cuanto a la configuración 1, para ambas direcciones se utiliza un espectro de pseudo aceleraciones que se obtiene y gráfica a continuación:

**Tabla 22**

*Cálculo de aceleraciones en la base de las dos configuraciones.*

MODO		T (seg)	K	C	C/R	Sa (m/s <sup>2</sup> )= ZUCS*g/R
CONF. 1	X	1.092	1.296	0.916	0.153	0.52404
	Y	1.097	1.299	0.912	0.152	0.52165
CONF. 2	X	1.675	1.588	0.597	0.125	0.42919
	Y	1.616	1.558	0.619	0.125	0.42919

Fuente: Elaboración Propia

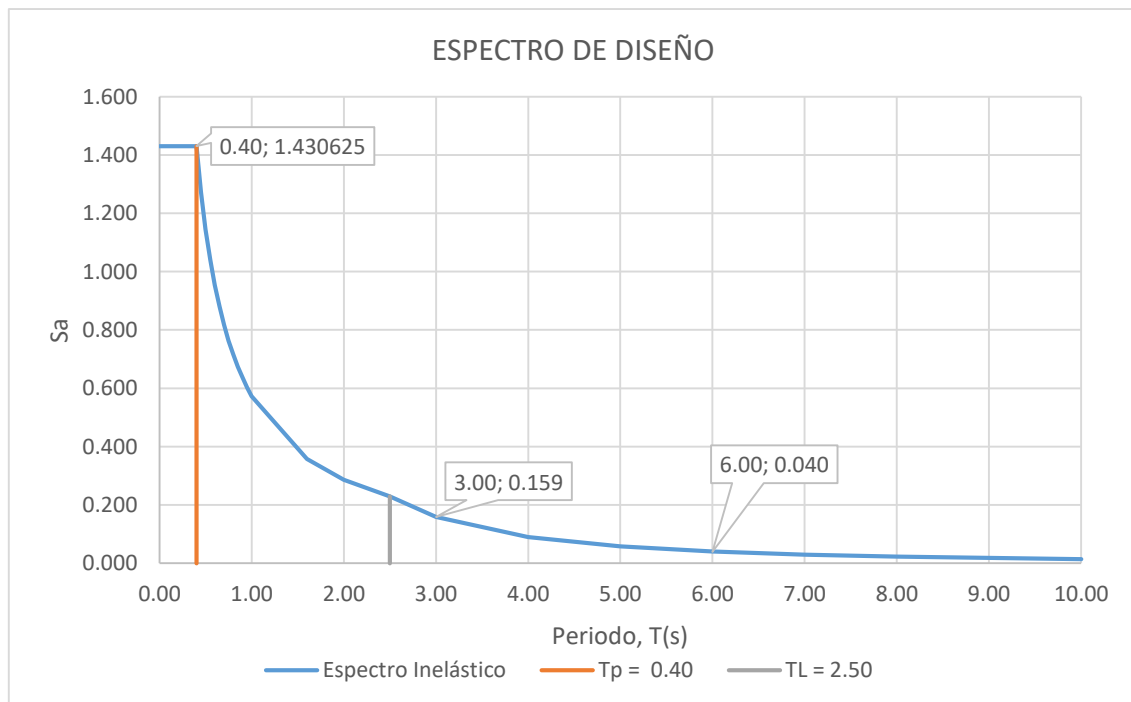
Donde C está en función al periodo:

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

Al variar el periodo se puede encontrar el espectro de pseudo aceleraciones:

**Figura 26**

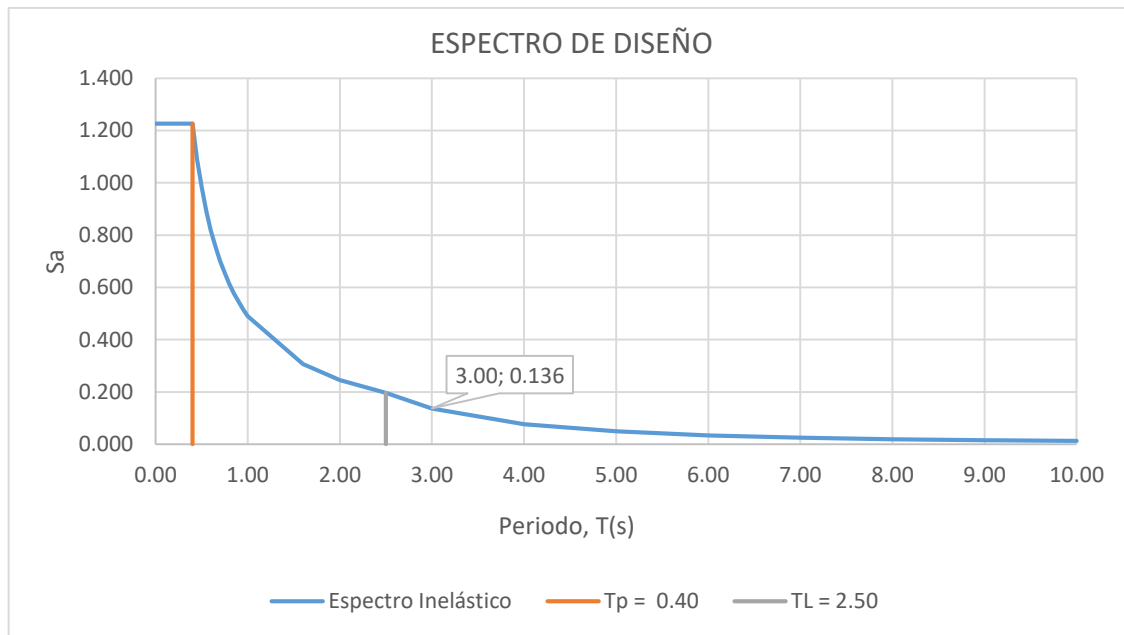
*Espectro de Aceleraciones en el sentido X y Y (R=6) CONFIGURACIÓN 1*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 27**

*Espectro de Aceleraciones en el sentido X y Y (R=7) CONFIGURACIÓN 2*



Fuente: Elaboración propia

El criterio de superposición utilizado para obtener la respuesta es el de Combinación Cuadrática Completa (CQC) para el cual se emplea un 5% de amortiguamiento y una excentricidad accidental perpendicular a la dirección del sismo igual a 0.05. Una vez modelado el edificio y tanto las cargas verticales como laterales, se comprueban las derivas:

**Tabla 23**

*Derivas del sismo estático en dirección en X y Y – CONFIGURACIÓN 1.*

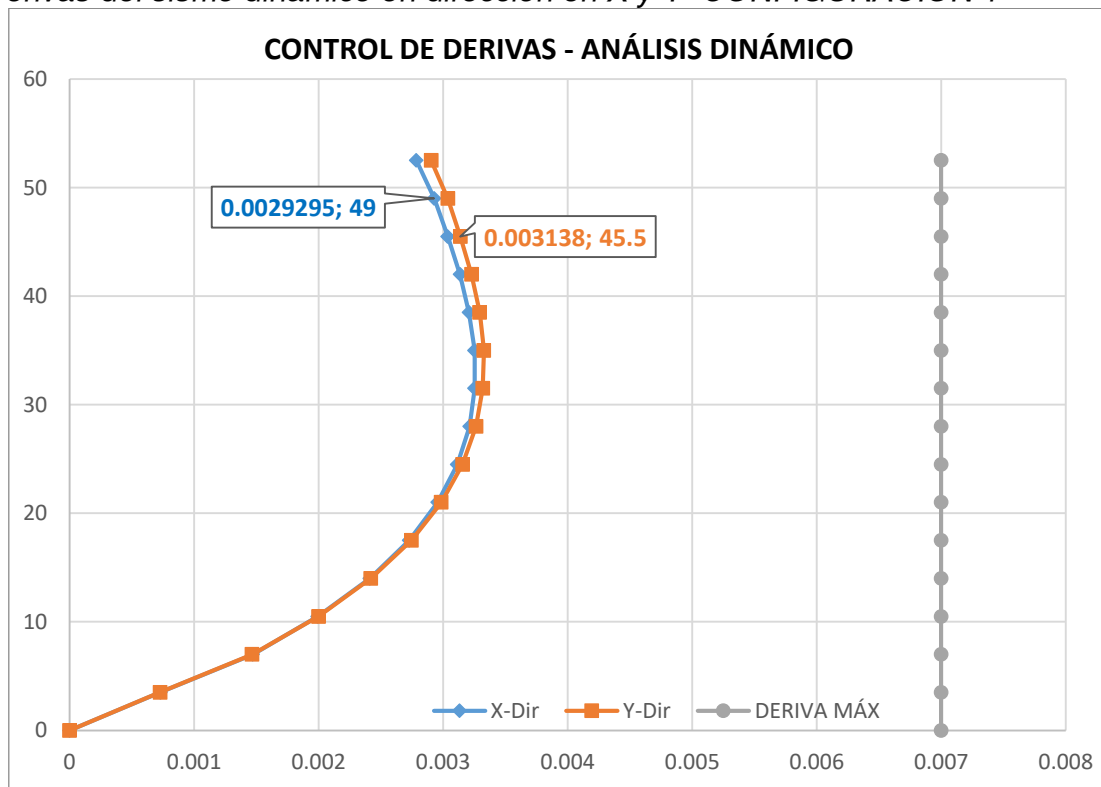
<b>CONFIGURACIÓN 1 - ANÁLISIS DINÁMICO</b>			
<b>PISO</b>	<b>H (m)</b>	<b>X-Dir</b>	<b>Y-Dir</b>
<b>15</b>	52.5	0.0027855	0.002904
<b>14</b>	49	0.0029295	0.003038
<b>13</b>	45.5	0.0030375	0.003138
<b>12</b>	42	0.0031365	0.003229

<b>11</b>	38.5	0.0032085	0.003294
<b>10</b>	35	0.0032535	0.003327
<b>9</b>	31.5	0.0032535	0.003319
<b>8</b>	28	0.003213	0.003265
<b>7</b>	24.5	0.003114	0.003157
<b>6</b>	21	0.0029565	0.002986
<b>5</b>	17.5	0.002727	0.002745
<b>4</b>	14	0.002412	0.00242
<b>3</b>	10.5	0.0019935	0.001999
<b>2</b>	7	0.0014715	0.001466
<b>1</b>	3.5	0.000729	0.000727
<b>BASE</b>	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia

**Figura 28**

*Derivas del sismo dinámico en dirección en X y Y-CONFIGURACIÓN 1*



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 24**

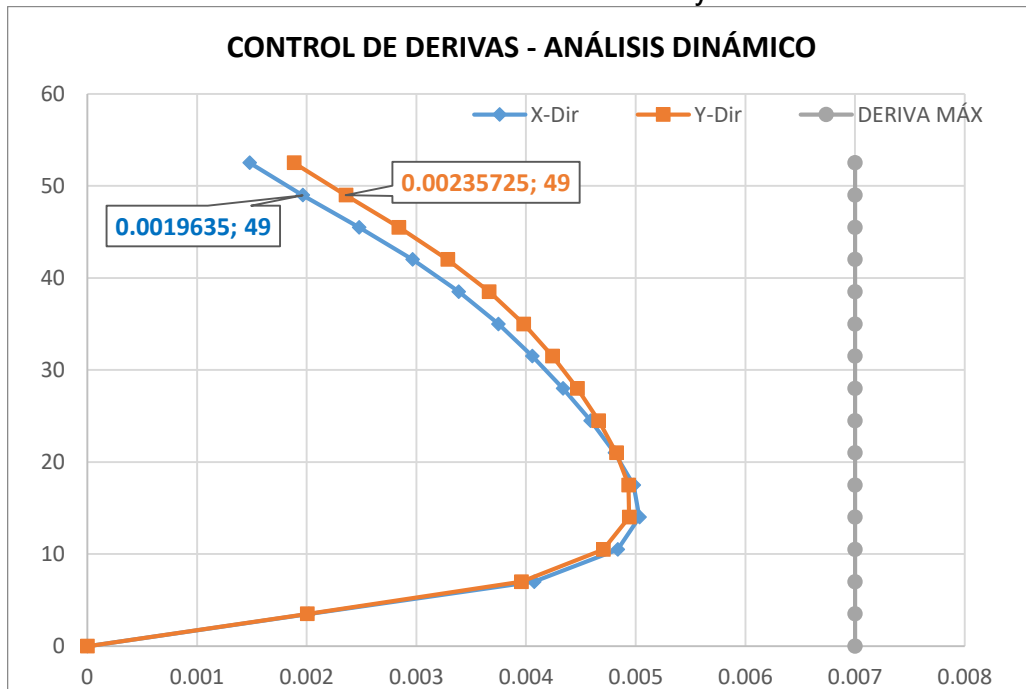
*Derivas del sismo estático en dirección en X y Y – CONFIGURACIÓN 2.*

<b>CONFIGURACIÓN 2 - ANÁLISIS DINÁMICO</b>			
<b>PISO</b>	<b>H (m)</b>	<b>X-Dir</b>	<b>Y-Dir</b>
15	52.5	0.0014805	0.00188475
14	49	0.0019635	0.00235725
13	45.5	0.002478	0.00284025
12	42	0.00296625	0.0032865
11	38.5	0.00338625	0.0036645
10	35	0.0037485	0.0039795
9	31.5	0.00405825	0.004242
8	28	0.0043365	0.00446775
7	24.5	0.0045885	0.004662
6	21	0.004809	0.00482475
5	17.5	0.00498225	0.004935
4	14	0.00503475	0.00494025
3	10.5	0.00483525	0.004704
2	7	0.004074	0.0039585
1	3.5	0.00202125	0.0020055
<b>BASE</b>	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia

**Figura 29**

*Derivas del sismo dinámico en dirección en X y Y–CONFIGURACIÓN 2*



Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en cuanto al análisis dinámico, la configuración 1 es mucho más conservadora (3.2 por mil aproximadamente). Y para la configuración 2 este está bordeando el 5 por mil. Esto quiere decir que la configuración 2, es mucho más flexible que la configuración 1. Además, las dos estructuras cumplen con la normativa peruana; para lo cual, con estos análisis ya se pueden diseñar estos tipos de estructuras.

#### 4.5.1.12. Cortante De Diseño Y Factores De Escala

La fuerza cortante basal que es calculada con el análisis dinámico no deberá ser menor que el 80% de la cortante basal calculada con el análisis estático por ser regular ya comprobado anteriormente. Es así que se calculan los factores de escalamiento para cada sentido del sismo.

A continuación, se presenta las cargas sísmicas en la base de cada tipo de estructura:

**Tabla 25**

*Cargas sísmicas en la base de la estructura – CONFIGURACIÓN 1*

CASO DE CARGA	P	VX	VY	T	MX	MY
	tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
SDX	0.00	902.47	2.39	15699.91	72.49	30638.85
SDY	0.00	2.39	898.57	18758.60	30433.22	72.22
SEX	0.00	-903.55	0.00	15300.20	0.00	-33836.75
SEY	0.00	0.00	-899.49	-18277.73	33698.00	0.00

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 26**

*Cargas sísmicas en la base de la estructura – CONFIGURACIÓN 2*

CASO DE CARGA	P	VX	VY	T	MX	MY
	tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
SDX	0.00	495.94	45.01	8041.41	1527.59	16396.87
SDY	0.00	45.01	497.14	9531.29	16349.14	1516.84
SEX	0.00	-670.01	0.00	11281.31	0.00	-26048.41
SEY	0.00	0.00	-670.01	-13537.70	25963.76	0.00

Fuente: Elaboración Propia

Al ser estructuras regulares el factor de escala y cortante de diseño son:

**Tabla 27**

*Factor de Escala y V (Cortante de Diseño) – CONFIGURACIÓN 1*

<b>80% V SISMO ESTÁTICO</b>		<b>V SISMO DINÁMICO</b>		<b>Factor de escalamiento</b>		<b>V DISEÑO</b>	
80%X	80%Y	X	Y	X	Y	X	Y
722.84	719.59	902.47	898.57	1.00	1.00	<b>902.4709</b>	<b>898.5673</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 28**

*Factor de Escala y V (Cortante de Diseño) – CONFIGURACIÓN 2*

<b>80% V SISMO ESTÁTICO</b>		<b>V SISMO DINÁMICO</b>		<b>Factor de escalamiento</b>		<b>V DISEÑO</b>	
80%X	80%Y	X	Y	X	Y	X	Y
536.01	536.01	495.94	497.14	1.08	1.08	<b>536.01144</b>	<b>536.01144</b>

Fuente: Elaboración Propia

#### **4.6. Análisis Comparativo De Los Dos Tipos De Configuraciones**

##### **4.6.1. Análisis Comparativo De Fuerzas Internas En Los Dos Tipos De Configuración.**

##### **4.6.1.1. Análisis Comparativo De Fuerzas Cortantes**

A continuación, se presenta los cuadros y gráficos que se encontramos como resultados del análisis comparativo. Resultados de Fuerza cortante para la configuración 1: Muros estructurales:

**Tabla 29***Cortantes por piso – CONFIGURACIÓN 1.*

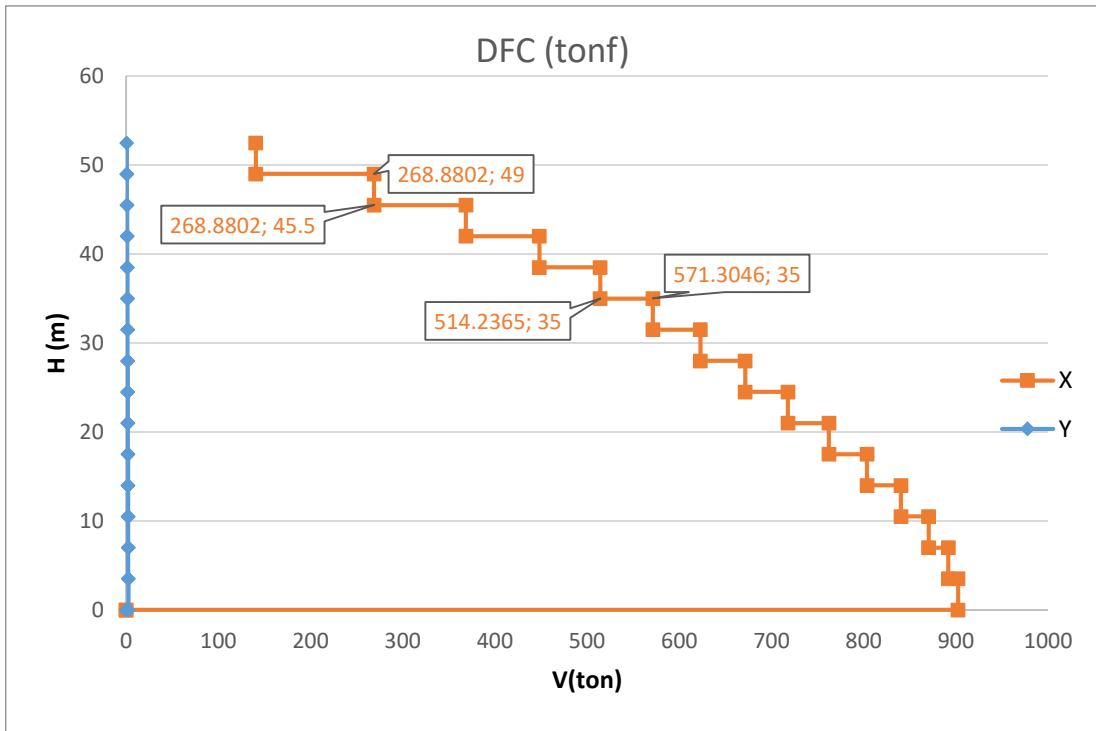
<b>CONFIGURACION 1</b>			<b>Vx DISEÑO</b>		<b>Vy DISEÑO</b>	
<b>PISO</b>	<b>H</b>	<b>LOCACION</b>	<b>DFC (tonf)</b>		<b>DFC (tonf)</b>	
	m		X	Y	X	Y
<b>Story15</b>	52.5	Top	140.6488	0.5936	0.5927	140.8835
	49	Bottom	140.6488	0.5936	0.5927	140.8835
<b>Story14</b>	49	Top	268.8802	0.9085	0.9053	268.7415
	45.5	Bottom	268.8802	0.9085	0.9053	268.7415
<b>Story13</b>	45.5	Top	368.5289	1.0853	1.0814	367.9323
	42	Bottom	368.5289	1.0853	1.0814	367.9323
<b>Story12</b>	42	Top	448.2284	1.2175	1.2118	446.8829
	38.5	Bottom	448.2284	1.2175	1.2118	446.8829
<b>Story11</b>	38.5	Top	514.2365	1.3404	1.3321	511.9824
	35	Bottom	514.2365	1.3404	1.3321	511.9824
<b>Story10</b>	35	Top	571.3046	1.4579	1.4483	568.1658
	31.5	Bottom	571.3046	1.4579	1.4483	568.1658
<b>Story9</b>	31.5	Top	622.9984	1.5723	1.5634	619.0701
	28	Bottom	622.9984	1.5723	1.5634	619.0701
<b>Story8</b>	28	Top	671.5085	1.6766	1.6694	667.0386
	24.5	Bottom	671.5085	1.6766	1.6694	667.0386
<b>Story7</b>	24.5	Top	717.9744	1.7714	1.7662	713.2187
	21	Bottom	717.9744	1.7714	1.7662	713.2187
<b>Story6</b>	21	Top	762.3617	1.8664	1.863	757.5737
	17.5	Bottom	762.3617	1.8664	1.863	757.5737
<b>Story5</b>	17.5	Top	803.7186	1.9749	1.9732	799.0708
	14	Bottom	803.7186	1.9749	1.9732	799.0708
<b>Story4</b>	14	Top	840.4829	2.0895	2.0893	836.0646
	10.5	Bottom	840.4829	2.0895	2.0893	836.0646
<b>Story3</b>	10.5	Top	870.6107	2.2012	2.2021	866.4253
	7	Bottom	870.6107	2.2012	2.2021	866.4253
<b>Story2</b>	7	Top	891.9288	2.3116	2.3128	887.8931
	3.5	Bottom	891.9288	2.3116	2.3128	887.8931
<b>Story1</b>	3.5	Top	902.4709	2.3877	2.3877	898.5673
	0	Bottom	902.4709	2.3877	2.3877	898.5673
<b>Base</b>	0	Top	0	0	0	0
	0	Bottom	0	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 30**

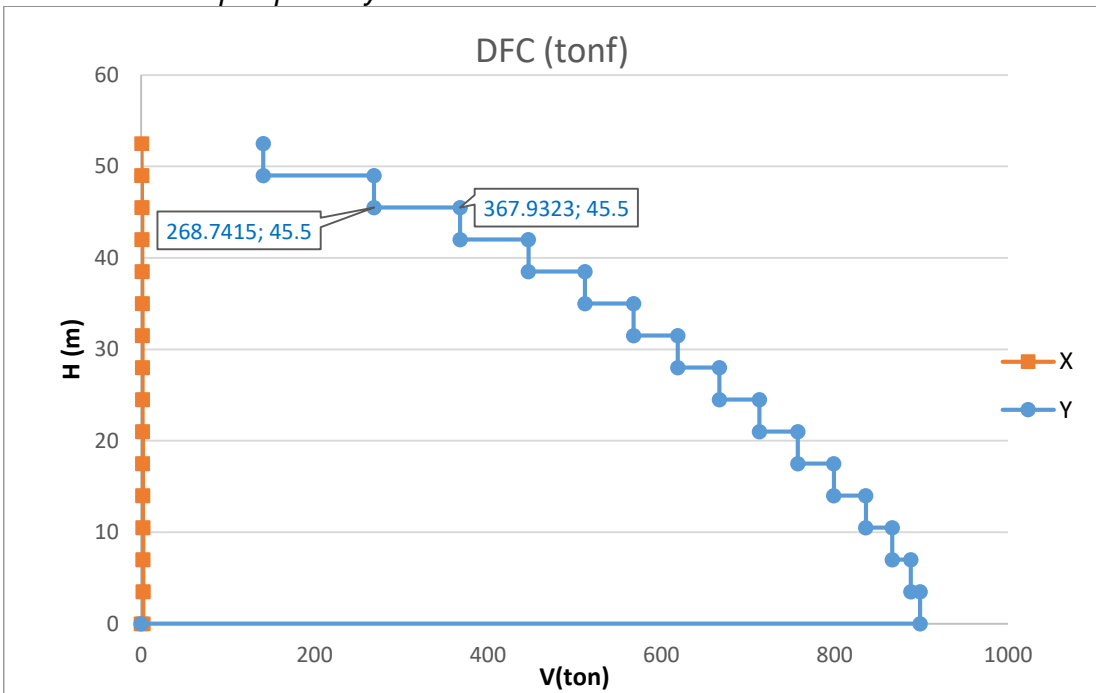
*Cortantes por piso Vy – CONFIGURACIÓN 1.*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 31**

*Cortantes por piso Vy – CONFIGURACIÓN 1.*



Fuente: Elaboración propia

A continuación, resultados obtenido para la configuración 2: Estructural dual:

**Tabla 30**

*Cortantes por piso – CONFIGURACIÓN 2.*

CONFIGURACION 2			Vx DISEÑO		Vy DISEÑO	
PISO	H	LOCACION	DFC (tonf)		DFC (tonf)	
	m		X	Y	X	Y
<b>Story15</b>	52.5	Top	90.79085	7.380396	6.96168	86.681448
	49	Bottom	90.79085	7.380396	6.96168	86.681448
<b>Story14</b>	49	Top	168.4817	14.43204	13.554108	160.320168
	45.5	Bottom	168.4817	14.43204	13.554108	160.320168
<b>Story13</b>	45.5	Top	231.8533	20.40617	19.130472	219.247344
	42	Bottom	231.8533	20.40617	19.130472	219.247344
<b>Story12</b>	42	Top	283.7169	25.38648	23.747796	266.596056
	38.5	Bottom	283.7169	25.38648	23.747796	266.596056
<b>Story11</b>	38.5	Top	326.3284	29.52407	27.531036	304.852032
	35	Bottom	326.3284	29.52407	27.531036	304.852032
<b>Story10</b>	35	Top	362.0024	33.0089	30.659256	336.492792
	31.5	Bottom	362.0024	33.0089	30.659256	336.492792
<b>Story9</b>	31.5	Top	393.0777	36.05332	33.350724	364.010328
	28	Bottom	393.0777	36.05332	33.350724	364.010328
<b>Story8</b>	28	Top	421.7181	38.85268	35.820252	389.654604
	24.5	Bottom	421.7181	38.85268	35.820252	389.654604
<b>Story7</b>	24.5	Top	449.5629	41.54663	38.231676	415.0521
	21	Bottom	449.5629	41.54663	38.231676	415.0521
<b>Story6</b>	21	Top	477.4096	44.18658	40.65336	440.92674
	17.5	Bottom	477.4096	44.18658	40.65336	440.92674
<b>Story5</b>	17.5	Top	505.0819	46.72199	43.038108	466.995564
	14	Bottom	505.0819	46.72199	43.038108	466.995564
<b>Story4</b>	14	Top	531.368	49.0117	45.233748	491.9427
	10.5	Bottom	531.368	49.0117	45.233748	491.9427
<b>Story3</b>	10.5	Top	554.0886	50.85169	47.017908	513.569052
	7	Bottom	554.0886	50.85169	47.017908	513.569052
<b>Story2</b>	7	Top	570.568	52.04488	48.1761	529.300656
	3.5	Bottom	570.568	52.04488	48.1761	529.300656
<b>Story1</b>	3.5	Top	578.4624	52.50247	48.613392	536.906232
	0	Bottom	578.4624	52.50247	48.613392	536.906232
<b>Base</b>	0	Top	0	0	0	0
	0	Bottom	0	0	0	0

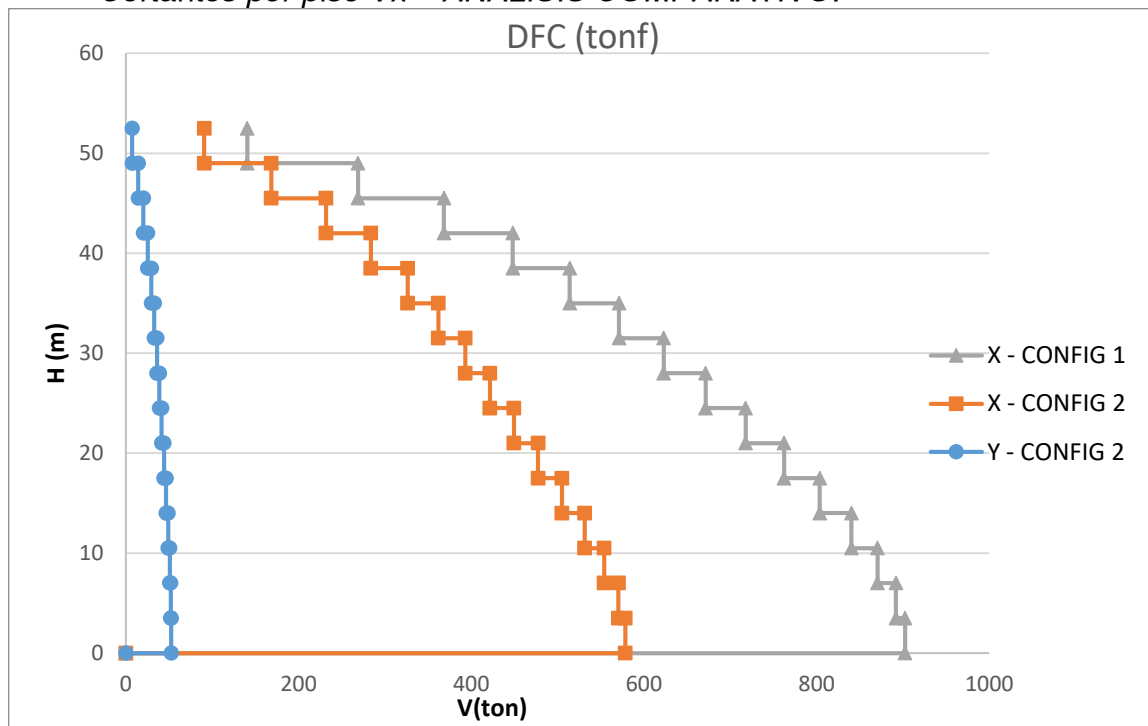
Fuente: Elaboración Propia



Como se puede observar existe una pequeña excentricidad, ya que la cortante en X y Y ocasiona cortantes en la otra dirección de aproximadamente 10%. Lo cual hace referencia que este tipo de configuración tiene un poco de flexibilidad torsional. Por consiguiente, se presente el análisis comparativo de los datos obtenidos:

**Figura 34**

*Cortantes por piso  $V_x$  – ANÁLISIS COMPARATIVO.*

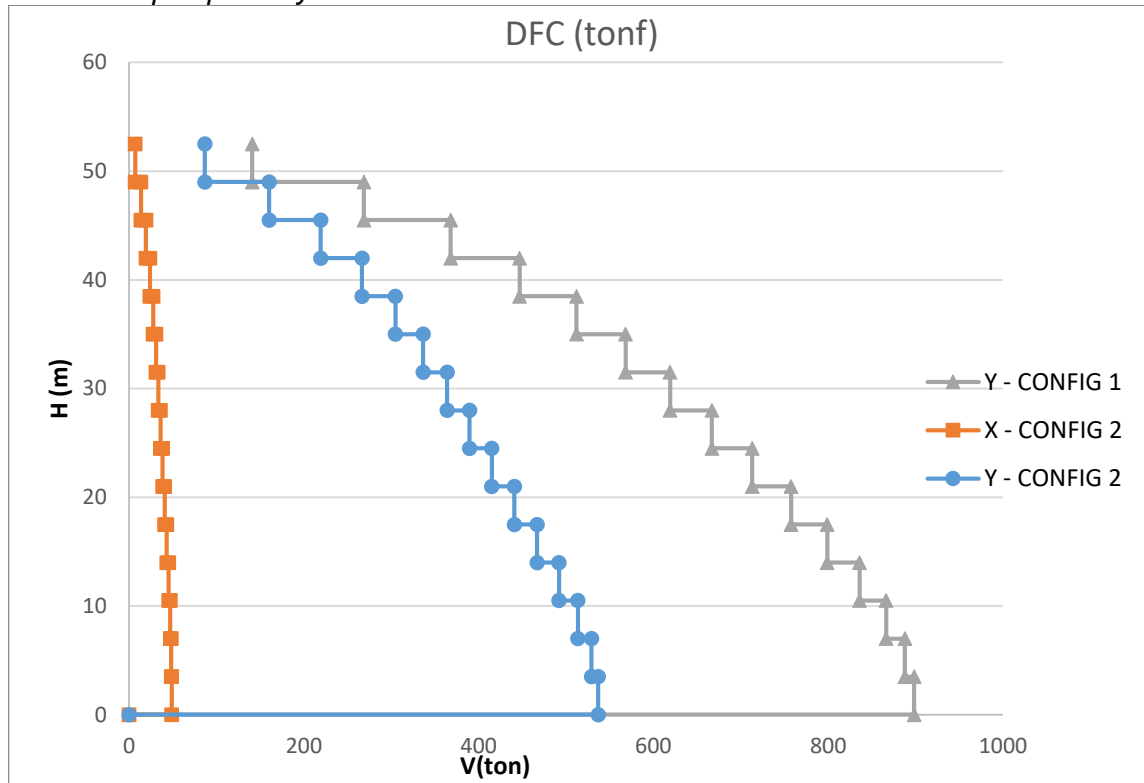


Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar la cortante para la configuración 1 es de 902.5 tonf y para la otra configuración es de 578.50 tonf, lo que hace suponer que es más flexible y más económica, por ende. Aproximadamente, se reduce en un 36% con respecto a la primera configuración de muros estructurales. Pero al tener un factor de reducción mayor y mayores desplazamientos como se observó en el análisis sísmico, esta estructura tendrá mayores daños ya que el factor de reducción sísmica se traduce en la capacidad de disipar la estructura mediante el daño o la degradación de la estructura.

**Figura 35:**

*Cortantes por piso Vy – ANÁLISIS COMPARATIVO.*



Fuente: Elaboración propia

Al igual que la dirección en X se reduce considerablemente la cortante en la base (de 898.57 a 536.91 tonf) en aproximadamente 40.25%. Pero como se dice al tener un mayor porcentaje de desplazamiento la configuración 2, esta tendrá mayores daños.

#### 4.6.1.2. Análisis Comparativo De Momentos Flectores

A continuación, se presenta los cuadros y gráficos que encontramos como resultado del análisis comparativo. Resultados de Momentos flectores para la configuración 1: Muros estructurales:

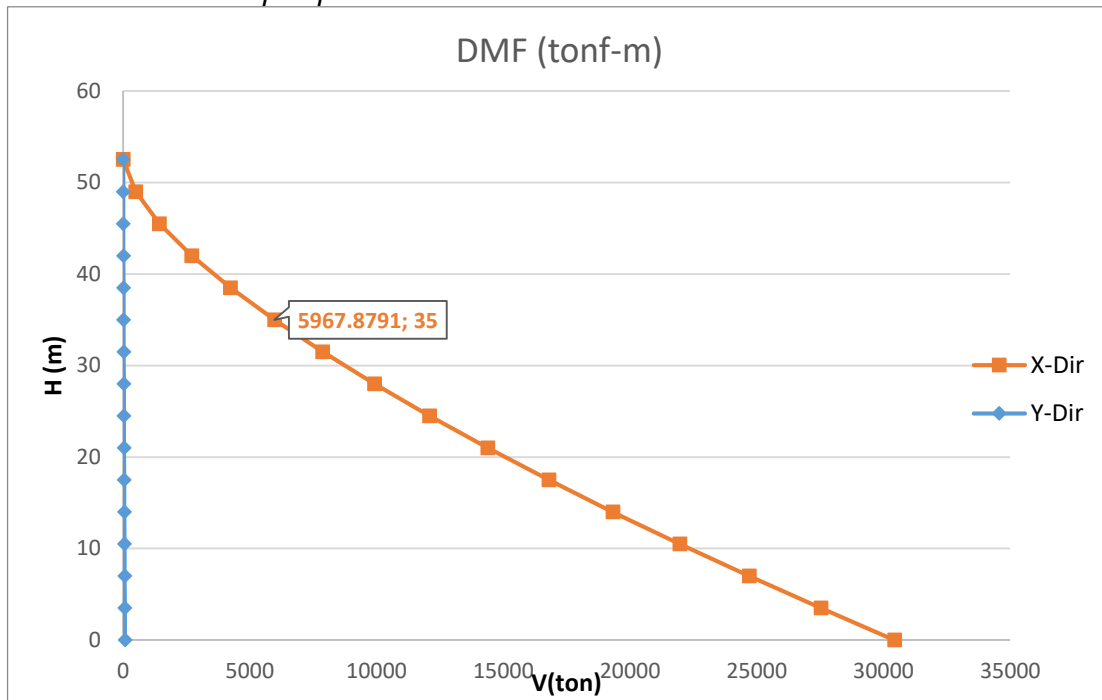
**Tabla 31**

*Momentos flectores por piso – CONFIGURACIÓN 1.*

CONFIGURACION 1		Mx DISEÑO		My DISEÑO	
PISO	H	DMF (tonf-m)		DMF (tonf-m)	
	m	X-Dir	Y-Dir	X-Dir	Y-Dir
		tonf-m	tonf-m	tonf-m	tonf-m
Story15	52.5	0	0	0	0
Story14	49	493.0922	2.0746	2.0777	492.2708
Story13	45.5	1429.363	5.1566	5.1715	1429.2852
Story12	42	2701.914	8.6812	8.7081	2704.4198
Story11	38.5	4233.122	12.4515	12.4926	4240.6001
Story10	35	5967.879	16.442	16.5057	5983.6382
Story9	31.5	7868.708	20.6738	20.7702	7896.3514
Story8	28	9911.88	25.1809	25.3161	9954.9235
Story7	24.5	12083.98	29.9841	30.1584	12145.4316
Story6	21	14378.51	35.08	35.2889	14460.5314
Story5	17.5	16792.4	40.4599	40.6964	16896.2137
Story4	14	19322.88	46.1367	46.3931	19448.7382
Story3	10.5	21964.65	52.139	52.4074	22112.0609
Story2	7	24707.92	58.4851	58.7585	24875.887
Story1	3.5	27537.49	65.1828	65.4558	27724.8575
Base	0	30433.22	72.2154	72.4857	30638.8492

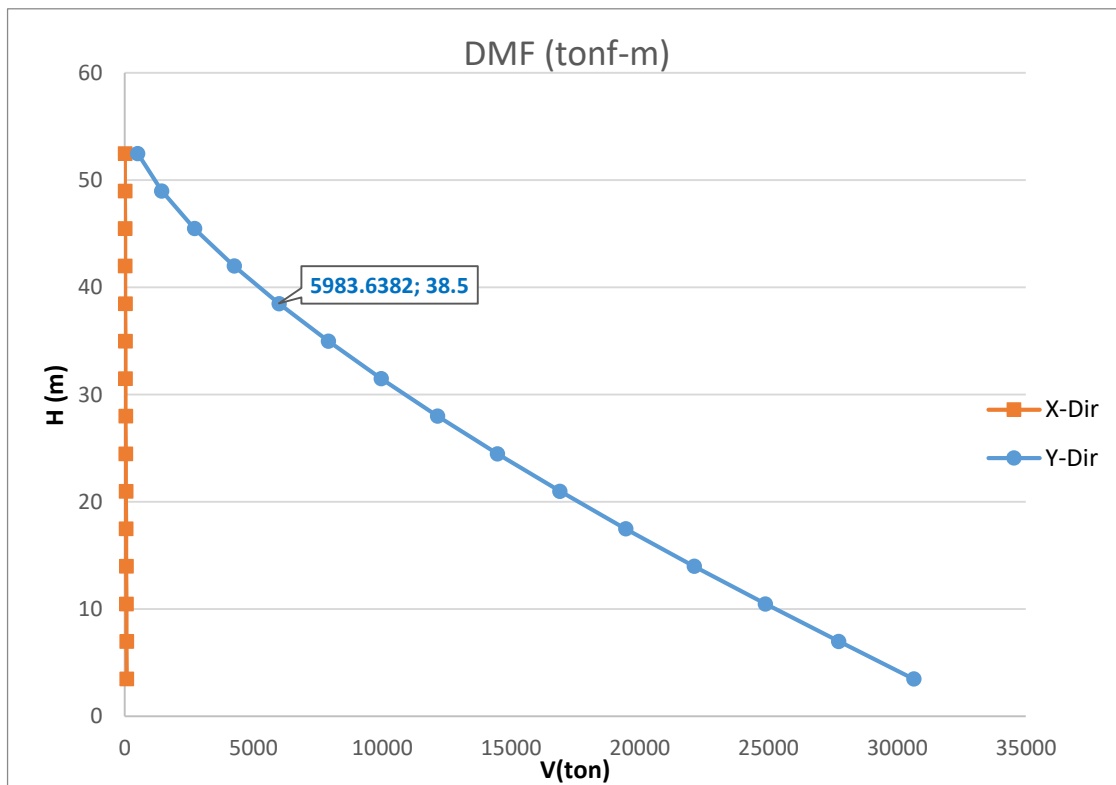
Fuente: Elaboración Propia

**Figura 36**  
 Momentos flectores por piso  $M_x$  – CONFIGURACIÓN 1.



Fuente: Elaboración propia

**Figura 37**  
 Momentos flectores por piso  $M_y$  – CONFIGURACIÓN 1.



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta los resultados obtenido para la configuración 2:

Estructural dual:

**Tabla 32**

*Momentos flectores por piso – CONFIGURACIÓN 2.*

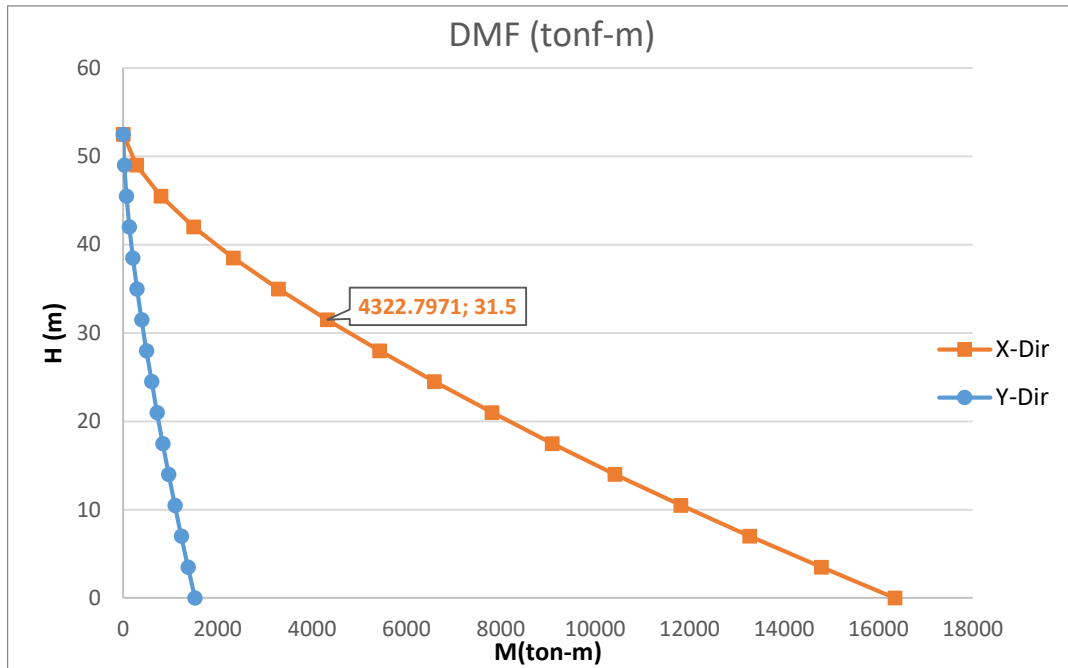
CONFIGURACION 2		Mx DISEÑO		My DISEÑO	
Story	Elevation	DMF (tonf)		DMF (tonf)	
	m	X-Dir	Y-Dir	X-Dir	Y-Dir
		tonf-m	tonf-m	tonf-m	tonf-m
<b>Story15</b>	49	0	0	0	0
<b>Story14</b>	49	280.9121	22.5611	22.1463	272.4349
<b>Story13</b>	45.5	795.1671	66.2892	65.2615	772.4418
<b>Story12</b>	45.5	1492.597	127.8255	126.0635	1454.8161
<b>Story11</b>	42	2333.413	203.8314	201.3433	2283.239
<b>Story10</b>	42	3285.176	291.3107	288.286	3227.4231
<b>Story9</b>	38.5	4322.797	387.7703	384.591	4263.3378
<b>Story8</b>	38.5	5428.708	491.3484	488.5475	5373.5389
<b>Story7</b>	35	6592.663	600.8683	599.0458	6547.0978
<b>Story6</b>	35	7810.923	715.7947	715.5095	7778.9565
<b>Story5</b>	31.5	9084.638	836.078	837.7443	9068.5726
<b>Story4</b>	31.5	10417.5	961.9037	965.7203	10417.8798
<b>Story3</b>	28	11812.91	1093.39	1099.3261	11828.7569
<b>Story2</b>	28	13271.15	1230.299	1238.1411	13300.3537
<b>Story1</b>	24.5	14787.01	1371.86	1381.3037	14826.8679
<b>Base</b>	24.5	16349.14	1516.84	1527.5891	16396.874

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 38**

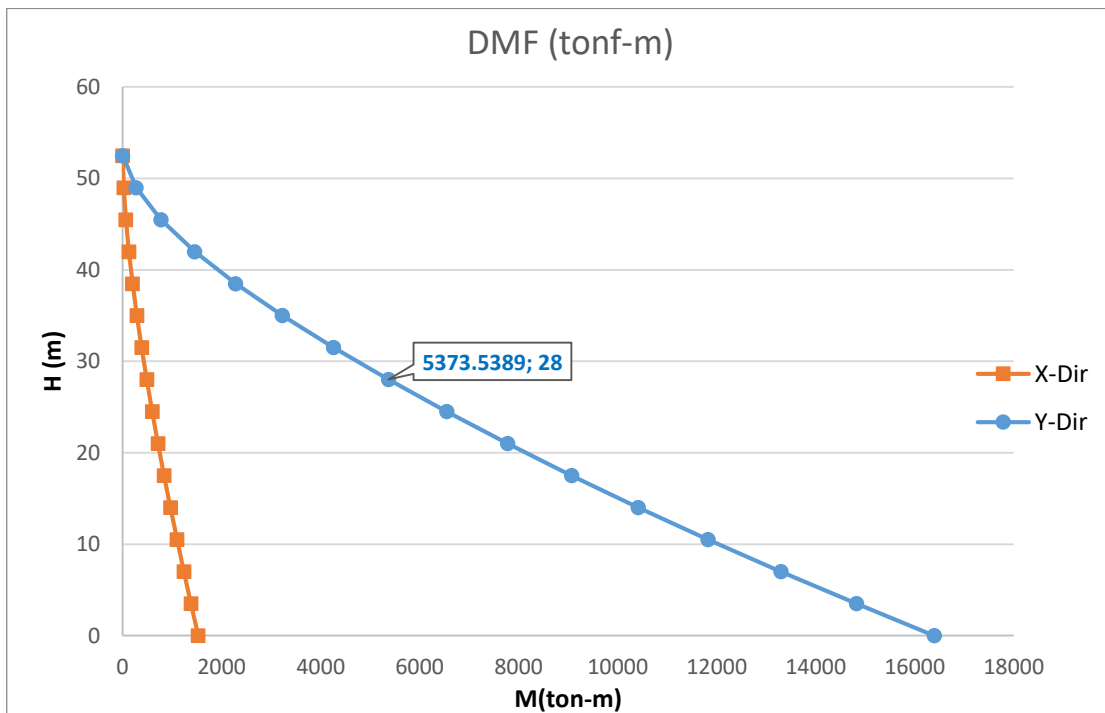
*Momentos flectores por piso  $M_x$  – CONFIGURACIÓN 2.*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 39**

*Momentos flectores por piso  $M_y$  – CONFIGURACIÓN 2.*

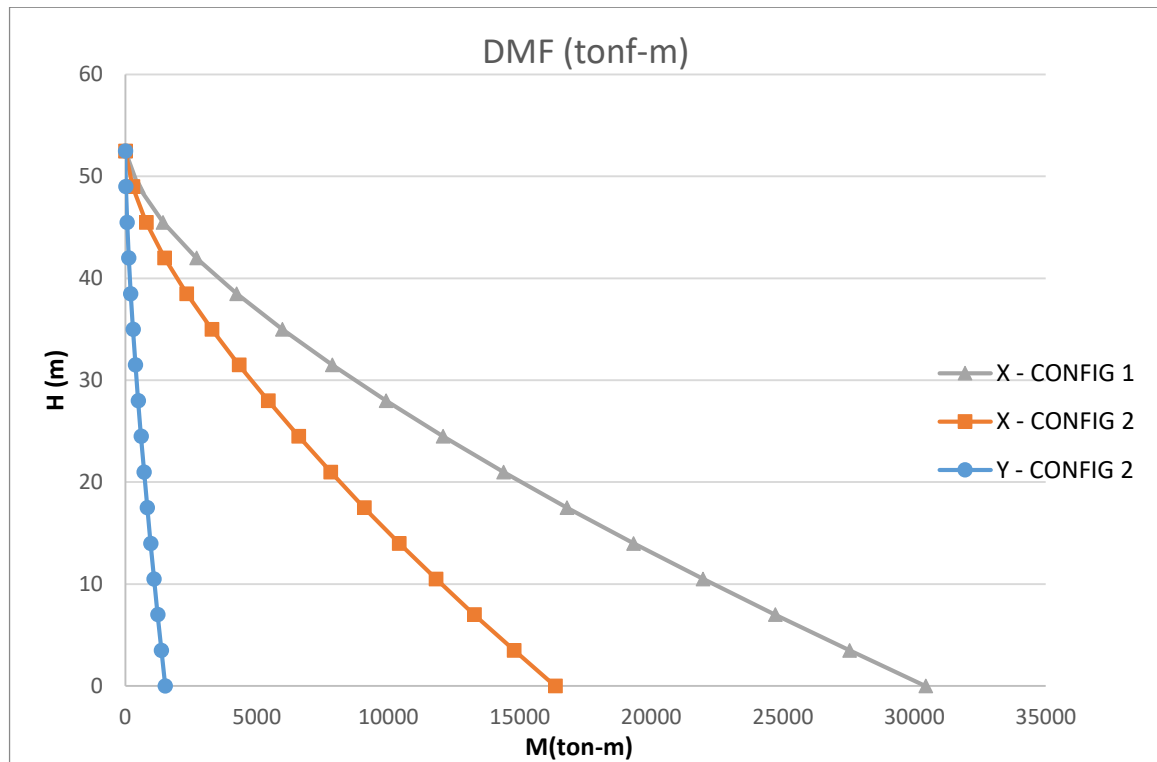


Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar existe una pequeña excentricidad, ya que la cortante en X y Y ocasiona cortantes en la otra dirección de aproximadamente 10%. Lo cual hace referencia que este tipo de configuración tiene un poco de flexibilidad torsional. Por consiguiente, se presente el análisis comparativo de los datos obtenidos:

**Figura 40**

*Momentos flectores por piso Mx – ANÁLISIS COMPARATIVO.*

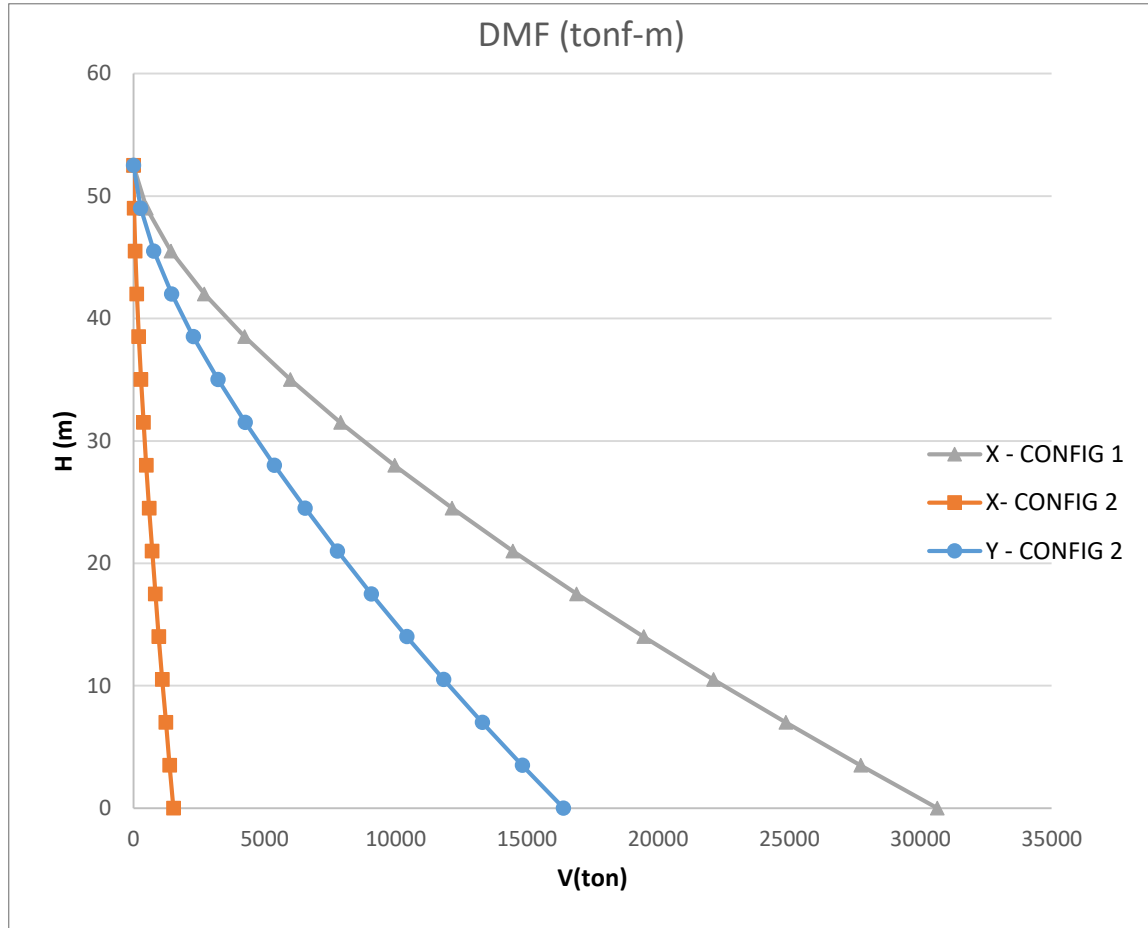


Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar los momentos flectores para la configuración 1 es de 30433 tonf-m y para la otra configuración es de 16349 tonf, lo que hace suponer que es más flexible y más económica, por ende. Aproximadamente, se reduce en un 46.28% con respecto a la primera configuración de muros estructurales. Se llega a la misma conclusión que para fuerzas cortantes.

**Figura 41**

*Momentos flectores por piso My – ANÁLISIS COMPARATIVO.*



Fuente: Elaboración propia

Al igual que la dirección en X se reduce considerablemente la cortante en la base (de 30639 a 16397 tonf) en aproximadamente 46.48%. Pero como se dice al tener un mayor porcentaje de desplazamiento la configuración 2, esta tendrá mayores daños. Al igual que el caso de las fuerzas cortantes existe una pequeña excentricidad, en la cual, se hace evidente que no ocasionará mayor daño. Pero al considerar edificios de mayor altura esta torsión puede ocasionar daños en la infraestructura.

#### 4.6.1.3. Análisis Comparativo De Rigideces

A continuación, se presenta los cuadros y gráficos que se encontramos como resultados del análisis comparativo. Resultados de Rigideces para la configuración

1: Muros estructurales:

**Tabla 33**

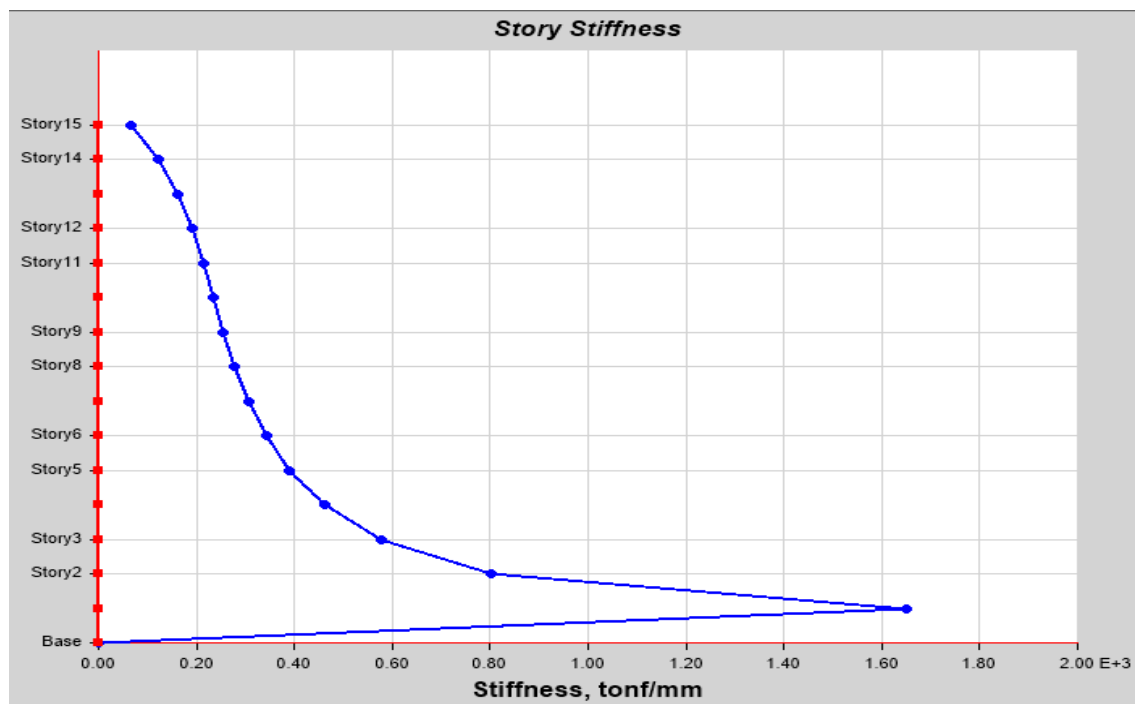
*Rigideces por piso – CONFIGURACIÓN 1.*

<b>PISO</b>	<b>H</b>	<b>X-Dir</b>	<b>Y-Dir</b>
	m	tonf/mm	tonf/mm
<b>Story15</b>	52.5	67.42682	65.69247
<b>Story14</b>	49	122.35578	119.66808
<b>Story13</b>	45.5	161.81677	158.46393
<b>Story12</b>	42	190.4618	186.89873
<b>Story11</b>	38.5	213.29199	209.70313
<b>Story10</b>	35	233.67442	230.24991
<b>Story9</b>	31.5	254.37035	251.24983
<b>Story8</b>	28	277.644	275.00371
<b>Story7</b>	24.5	305.86716	303.8802
<b>Story6</b>	21	342.02056	340.89015
<b>Story5</b>	17.5	390.9419	390.88411
<b>Story4</b>	14	461.95805	463.34307
<b>Story3</b>	10.5	577.63057	580.84028
<b>Story2</b>	7	802.05457	811.0099
<b>Story1</b>	3.5	1650.8828	1659.89493
<b>Base</b>	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia

**Figura 42**

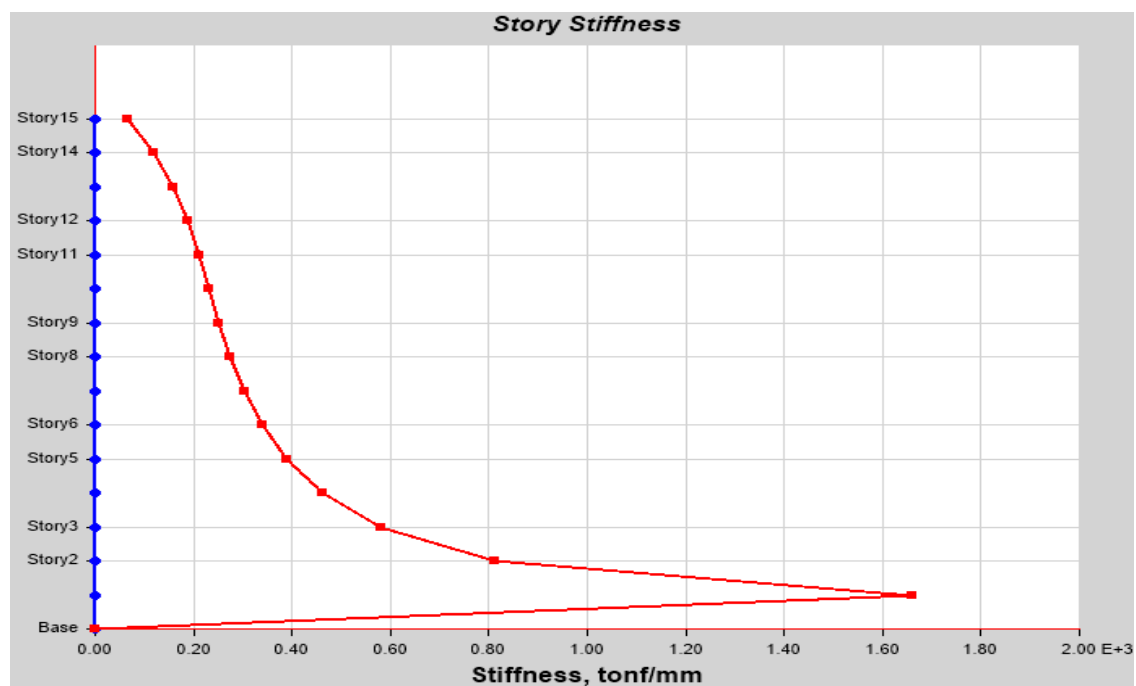
*Rigideces por piso X-X – CONFIGURACIÓN 1.*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 43**

*Rigideces por piso Y-Y – CONFIGURACIÓN 1.*



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta los resultados obtenido para la configuración 2:

Estructural dual:

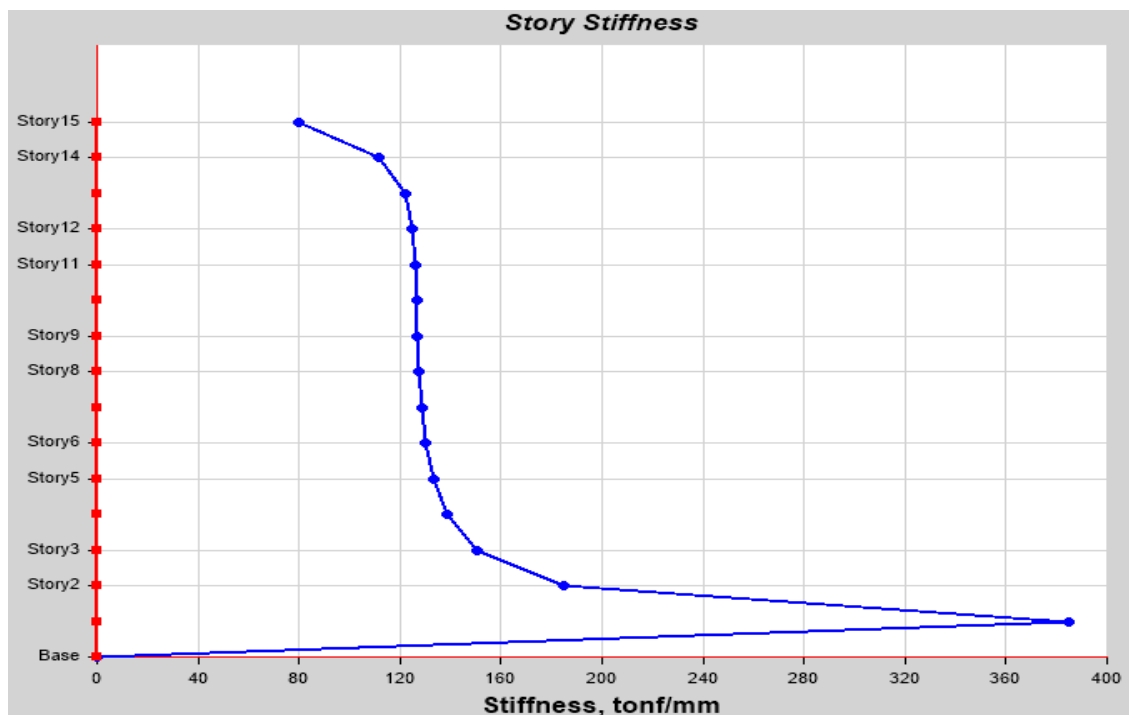
**Tabla 34**

*Rigideces por piso – CONFIGURACIÓN 2.*

<b>PISO</b>	<b>H</b>	<b>X-Dir</b>	<b>Y-Dir</b>
	m	tonf/mm	tonf/mm
<b>Story15</b>	52.5	79.60516	65.56225
<b>Story14</b>	49	111.8457	97.71355
<b>Story13</b>	45.5	121.96457	111.17241
<b>Story12</b>	42	125.05614	117.08959
<b>Story11</b>	38.5	126.06363	120.17733
<b>Story10</b>	35	126.47604	122.23801
<b>Story9</b>	31.5	126.84818	124.10822
<b>Story8</b>	28	127.44965	126.25325
<b>Story7</b>	24.5	128.47646	128.97068
<b>Story6</b>	21	130.17625	132.54457
<b>Story5</b>	17.5	133.10229	137.52229
<b>Story4</b>	14	138.60599	145.27751
<b>Story3</b>	10.5	150.76383	160.00318
<b>Story2</b>	7	184.61275	197.48599
<b>Story1</b>	3.5	385.12832	400.29918
<b>Base</b>	0	0	0

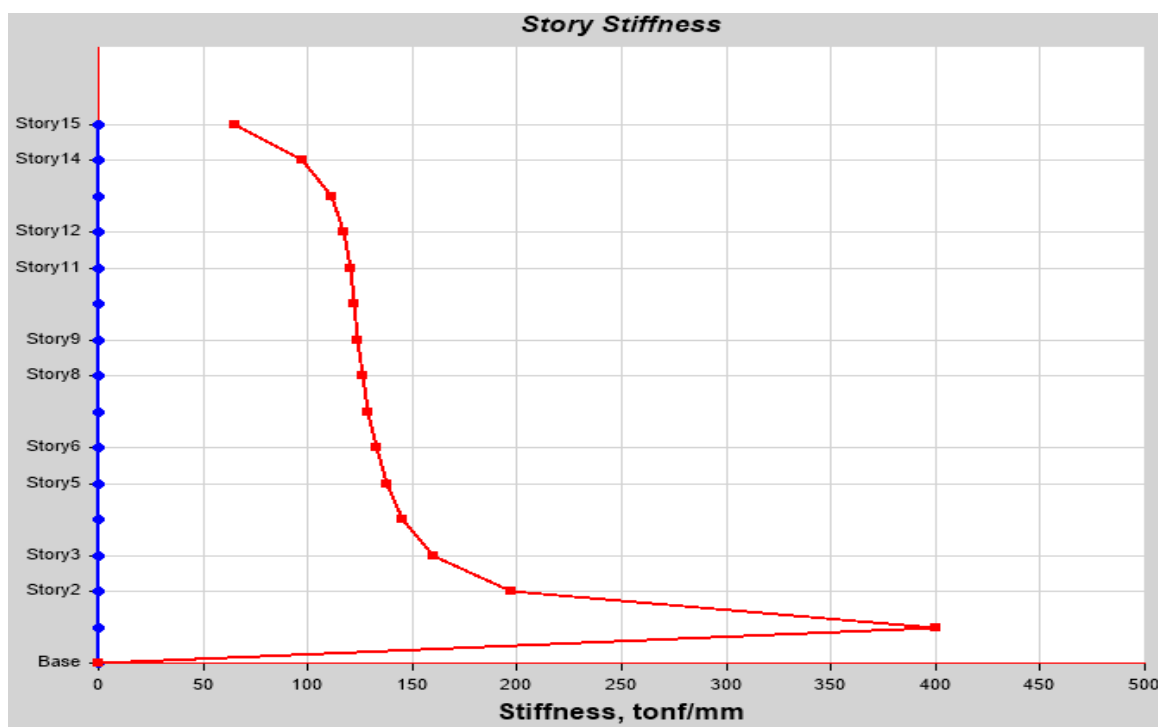
Fuente: Elaboración Propia

**Figura 44**  
*Rigideces por piso X-X – CONFIGURACIÓN 2.*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 45**  
*Rigideces por piso Y-Y – CONFIGURACIÓN 2.*



Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar la rigidez para la configuración 2 es mayor, ya que en si esta se desplaza más. Por ende, es capaz de disipar mayor energía cuando empiece a ser afectada por el sismo.

#### **4.6.2. Análisis Comparativo De Fuerzas Internas En Los Dos Tipos De Configuración – Ejemplo Columnas Y Vigas De Mayor Solicitación.**

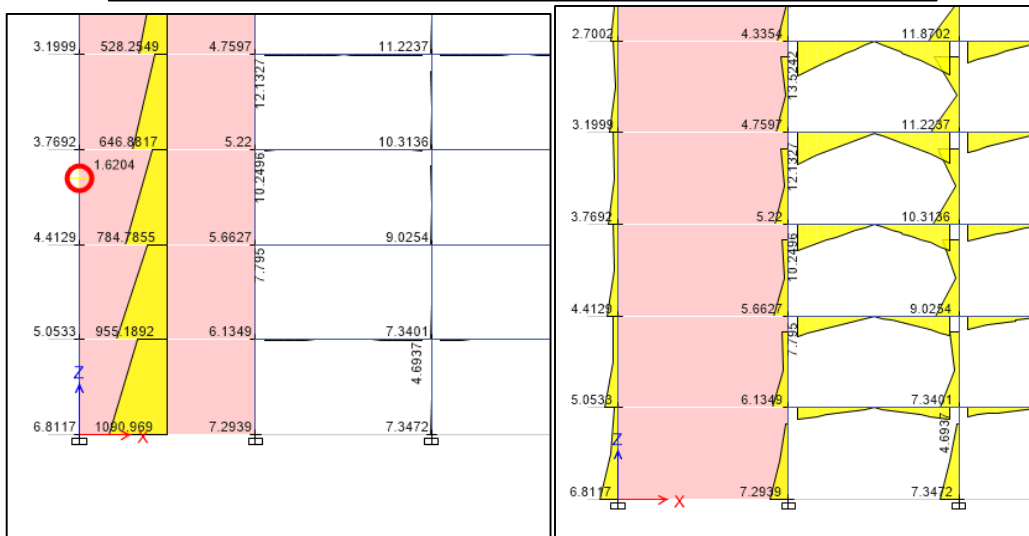
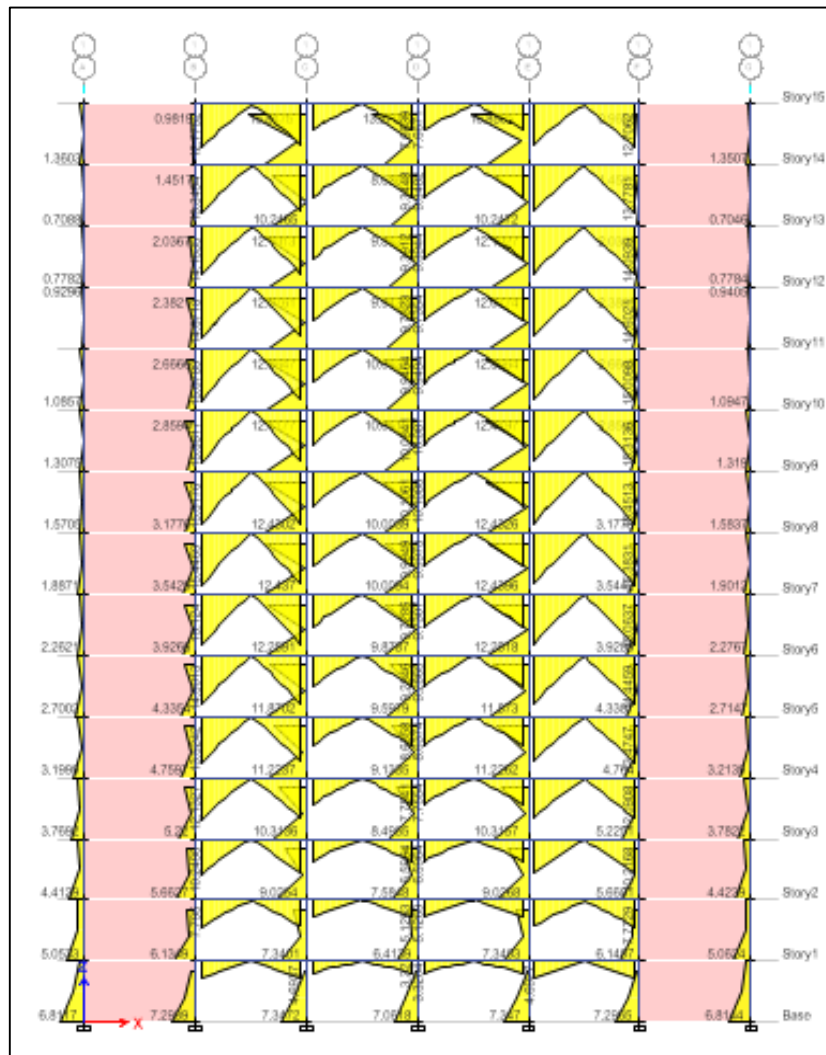
En esta sección se evaluará las solicitaciones para columnas y vigas de mayor solicitación. En este caso Perú al ser un país de gran riesgo sísmico, este factor es primordial en esta evaluación. Por cual las vigas y columnas que se encuentren en ejes exteriores serán los más afectados. Es por esto que se decide evaluar el eje 1 y el eje A para la dirección X y Y respectivamente.

##### ***4.6.2.1. Análisis Comparativo De Momentos Flectores Bajo Carga Sísmica***

A continuación, se presenta el DMF de los ejes 1 y A:

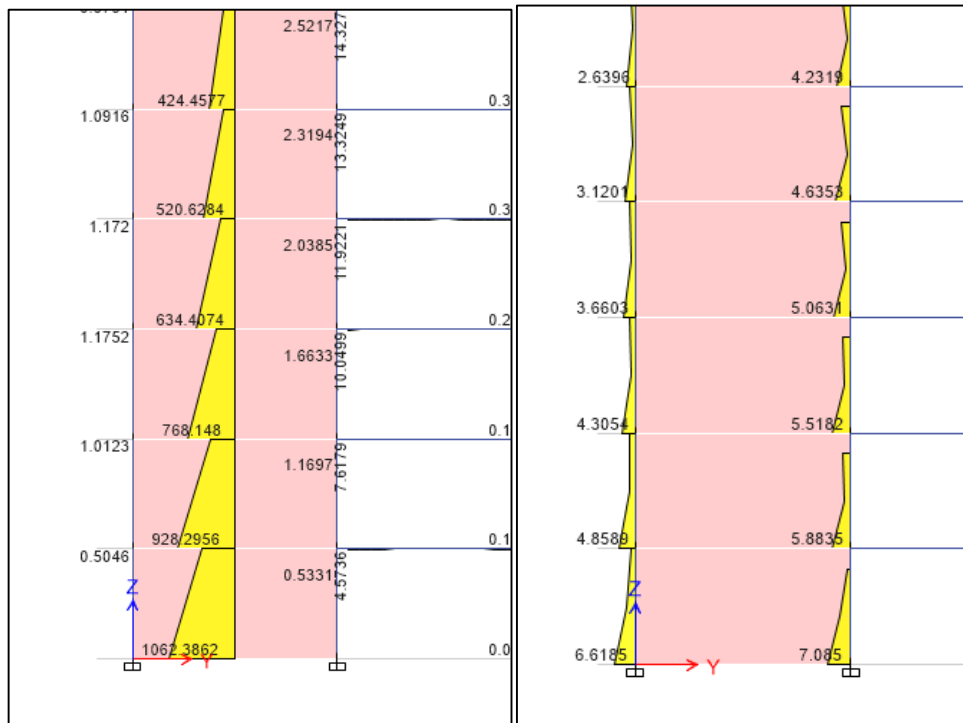


**Figura 46**  
DMF Eje 1 – CONFIGURACIÓN 1.



Fuente: Elaboración propia

**Figura 47**  
DMF Eje A – CONFIGURACIÓN 1.

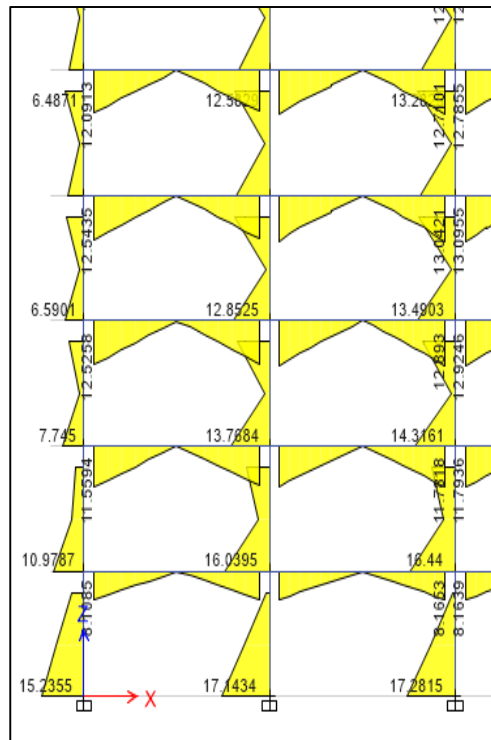


Fuente: Elaboración propia

Como se observa para este tipo de configuración de muros estructurales prácticamente absorben la fuerza sísmica casi en un 99%. Es así que las columnas se diseñarán con una sollicitación sísmica pequeña. Trabajando principalmente a carga axial. Y las vigas a flexión pura

**Figura 48**

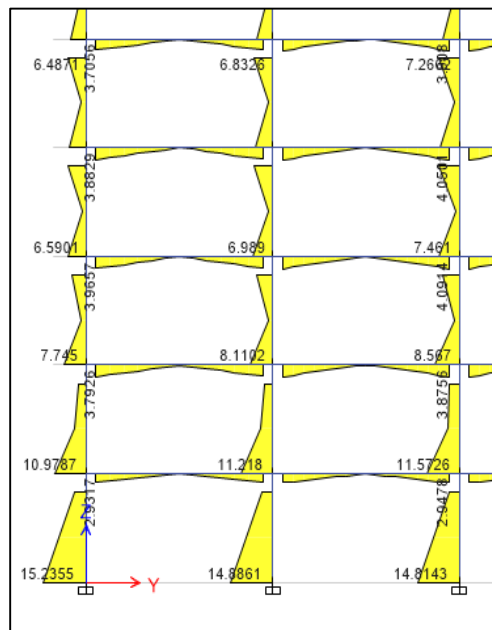
*DMF Eje 1 – CONFIGURACIÓN 2.*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 49**

*DMF Eje A – CONFIGURACIÓN 2.*



Fuente: Elaboración propia

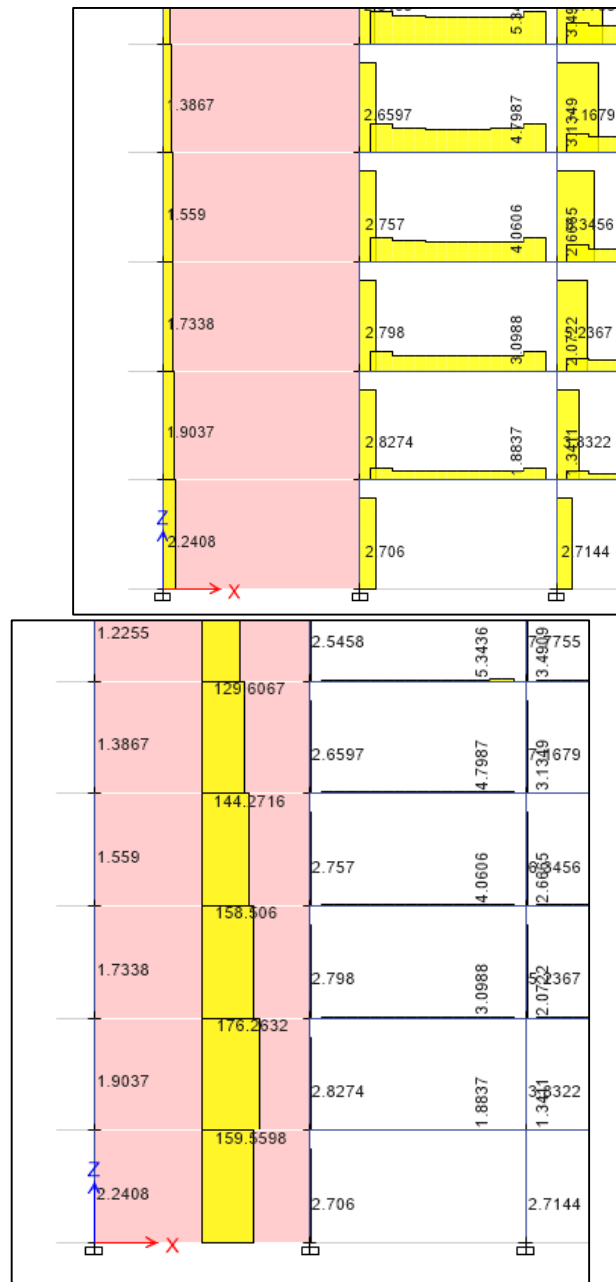
Para esta configuración 2: dual, las columnas absorben 2 veces más de lo que absorben en la configuración 1, esto quiere decir que su sollicitación es mucho mayor.

#### 4.6.2.2. Análisis Comparativo De Fuerzas Cortantes Bajo Carga Sísmica

A continuación, se presenta el DFC de los ejes 1 y A:

**Figura 50**

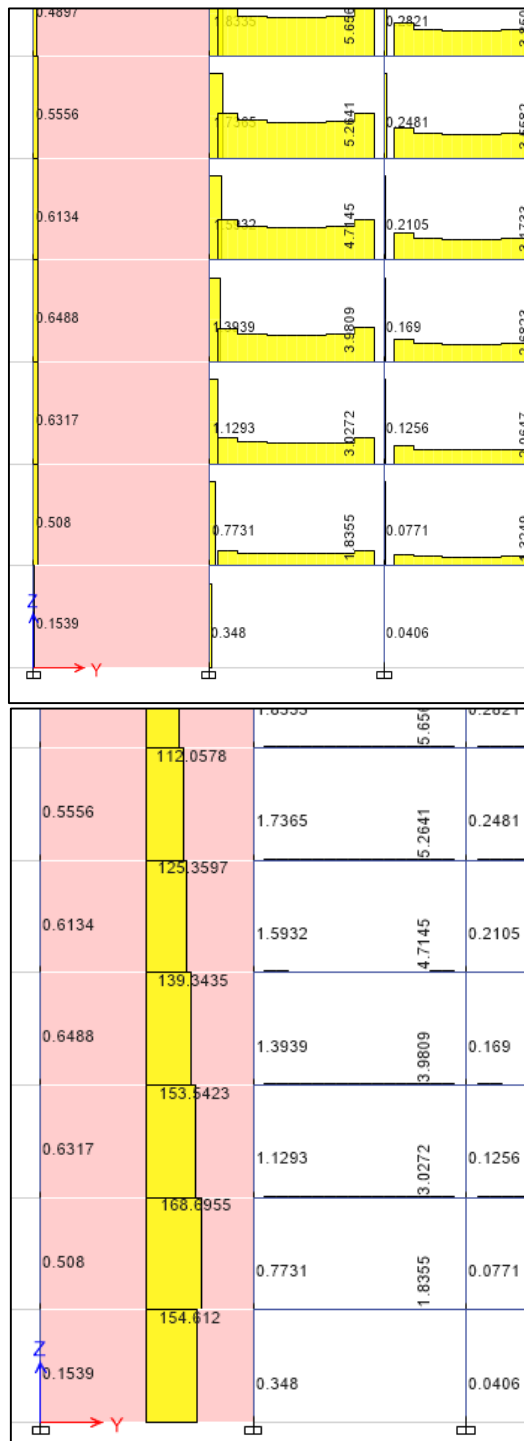
*DFC Eje 1 – CONFIGURACIÓN 1.*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 51**

*DFC Eje A – CONFIGURACIÓN 1.*

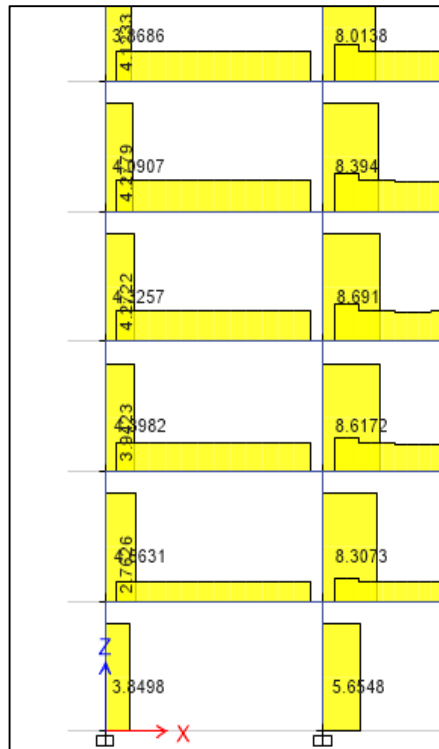


Fuente: Elaboración propia

Al igual que el diagrama de momentos flectores, la sollicitación para las columnas es mínima por ende su mayor sollicitación será por cargas axiales.

**Figura 52**

*DFC Eje 1 – CONFIGURACIÓN 2.*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 53**

*DMF Eje A – CONFIGURACIÓN 2.*



Fuente: Elaboración propia

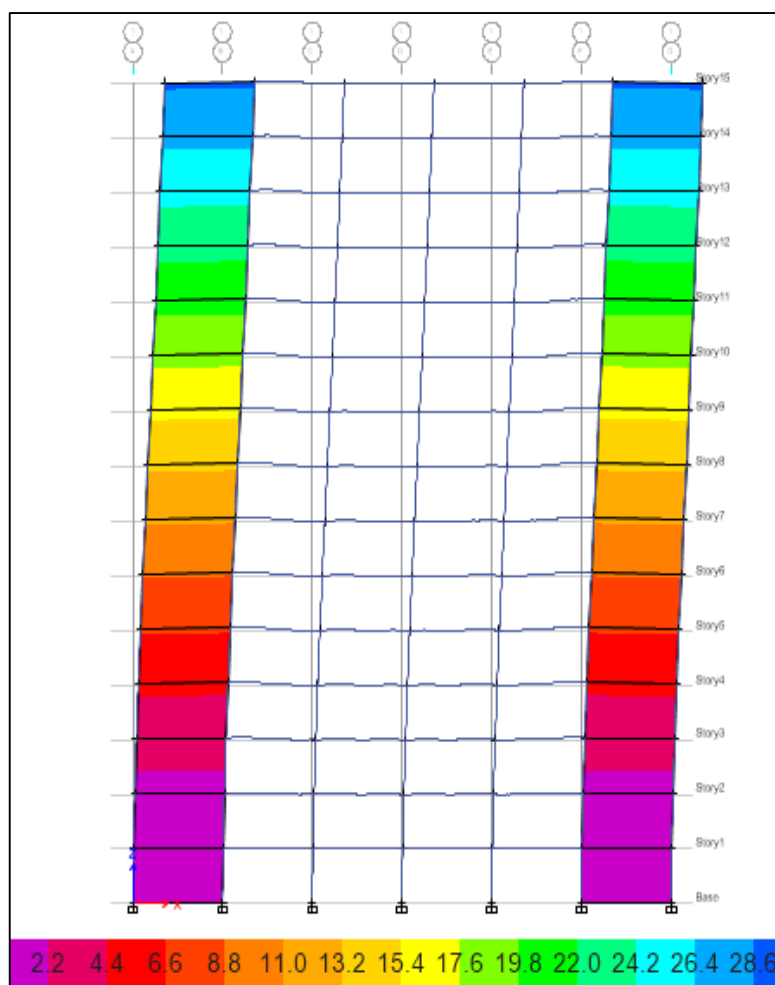
Para esta configuración 2: dual, las columnas absorben 2 veces más de lo que absorben en la configuración 1, esto quiere decir que su sollicitación es mucho mayor. Y en la ocurrencia de un sismo, esta tendrá una mayor importancia. Es por esto que, para el caso de esta configuración se debe diseñar con un mayor cuidado este tipo de estructuras.

#### 4.6.2.3. Análisis Comparativo De Desplazamientos Bajo Carga Sísmica

A continuación, se presenta los desplazamientos debido a carga sísmica de los ejes 1 y A:

**Figura 54**

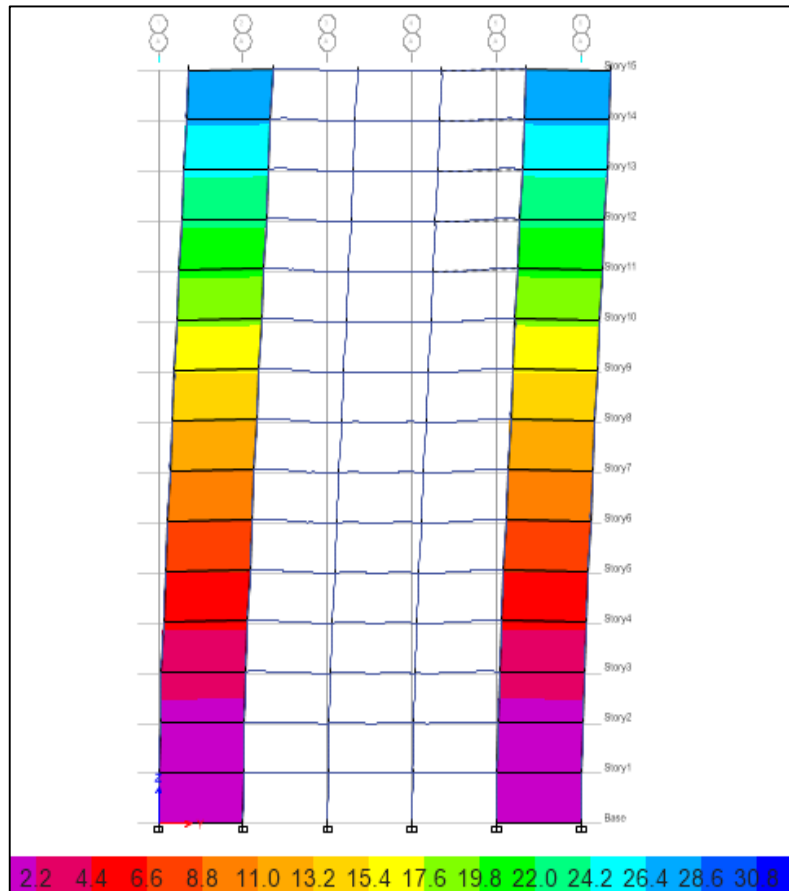
*Desplazamientos en mm Eje 1– CONFIGURACIÓN 1.*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 55**

*Desplazamientos en mm Eje A – CONFIGURACIÓN 1.*



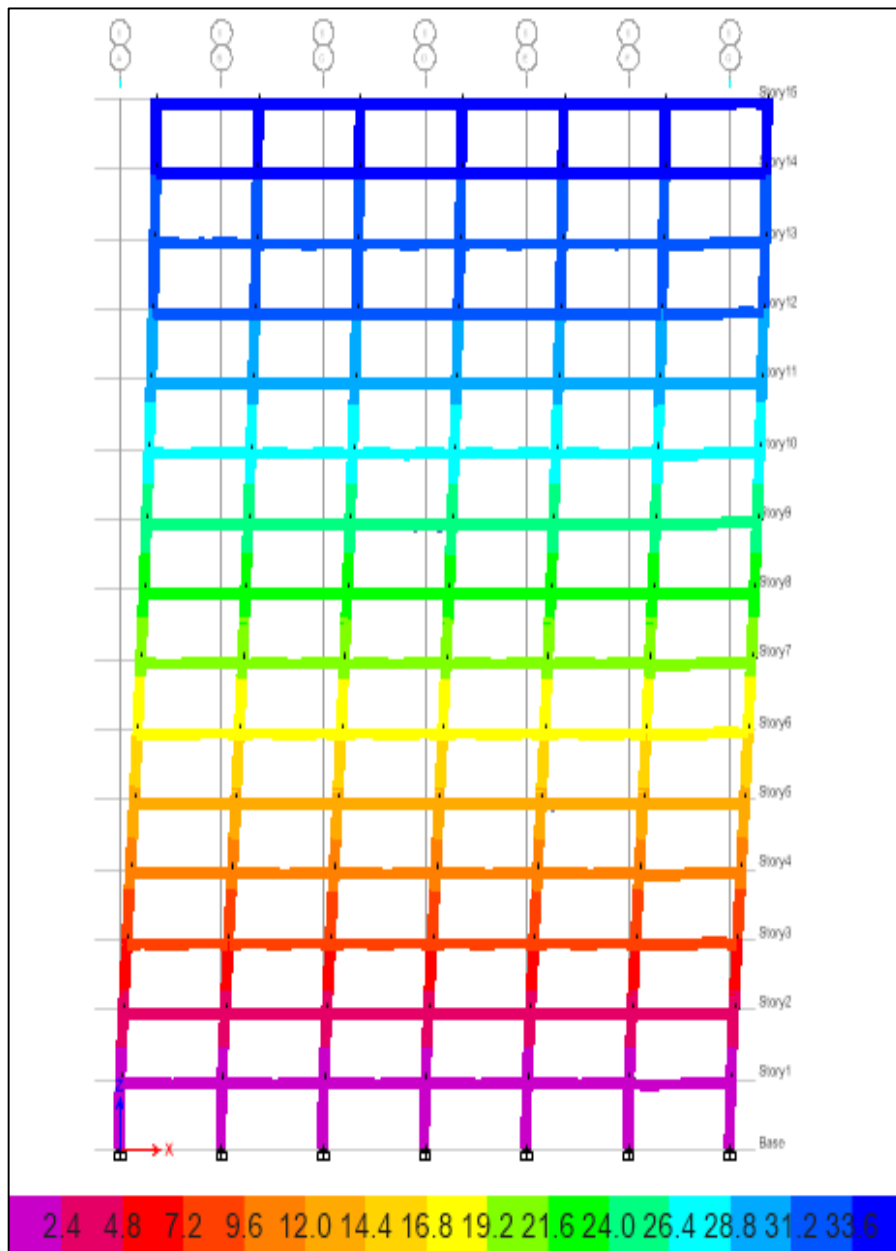
Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar la sollicitación de desplazamientos es mucho mayor en la dirección X, donde existe mayor desplazamiento, obteniendo así desplazamiento aproximado de 3 cm. Lo cual, es imperceptible para una altura de 52m aproximadamente. Al ser una estructura rígida, las columnas se desplazan muy poco, donde las placas son las que absorben la gran mayoría del desplazamiento total.



**Figura 56**

*Desplazamientos en mm Eje 1 – CONFIGURACIÓN 2.*

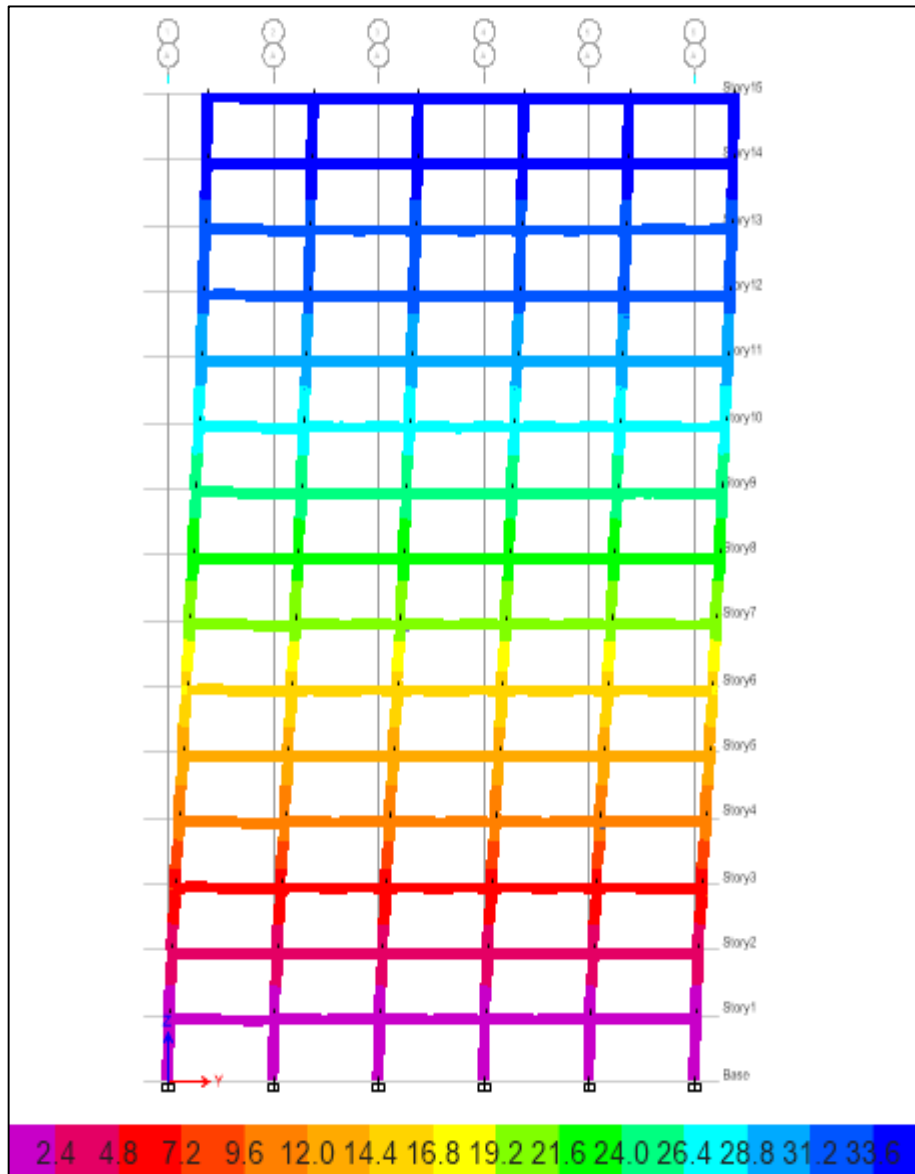


Fuente: Elaboración propia

Para esta configuración 2: dual, el desplazamiento es mucho mayor en las dos direcciones obteniendo así, que esta es una estructura mucho más flexible que la anterior, pero gracias a la ductilidad de las columnas éstas son capaces de absorber donde el desplazamiento máximo es 3.4cm.

**Figura 57**

*Desplazamiento en mm Eje A – CONFIGURACIÓN 2.*



Fuente: Elaboración propia

## CAPÍTULO V

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 5.1. Análisis, Interpretación Y Discusión De Resultado

Para el desarrollo de la investigación, habiendo realizado toda la metodología de diseño estructural y así poder determinar el comportamiento sísmico de estas dos estructuras con diferentes tipos de configuración, se llegó a obtener los siguientes resultados:

- ✓ El predimensionamiento se desarrolló en base a la arquitectura típica de una edificación de 15 pisos de uso administrativo de distribución simétrica para cada caso, las distancias con las que se trabajó según el plano de arquitectura son 6.5 m de eje a eje para cada columna en ambos sentidos, con los cuales se podrán conocer cuáles son las dimensiones planteadas para columnas, vigas, losas y otros elementos estructurales de la edificación. De los cálculos realizados, el resultado de la dimensión de la losa es 15 cm espesor, vigas de 30 x 60 en ambas direcciones y columnas de 70 x 70
  
- ✓ Para el modelamiento de la estructura se utilizó el programa ETABS y se toma en cuenta las siguientes características para modelar la estructura (Taboada García & Martín de Izcue Uceda, 2009), el modelamiento de la losa maciza, se modeló usando los elementos tipo Shell. Para poder simular un comportamiento de diafragma rígido en todos los nudos de un nivel, se relacionan los grados de libertad de todos los nudos. Se asignó para el análisis dinámico, 3 modos dinámicos por cada planta del edificio,

- ✓ El análisis sísmico estático y el análisis sísmico dinámico. Para el caso de momento flector volante, la configuración tipo muro pórtico es el 59% comparado con la configuración tipo muro de corte.

Esto hace suponer que necesita un mayor daño sísmico para poder soportar la sollicitación sísmica, los momentos torsores son 23 veces mayor para la configuración tipo muro pórtico y para las fuerzas cortante la configuración tipo muro pórtico es aproximadamente el 60% comparado con la configuración tipo muro de corte

## **5.2 Prueba de hipótesis**

### **5.2.1. Hipótesis General**

El Comportamiento Sísmico de un Edificio de 15 Pisos Cimentado en Suelo Rígido configurado Estructuralmente como Tipo Muro – Pórtico, presenta mayor resistencia sísmica que el configurado Estructuralmente como Muro de Corte en el Distrito de El Tambo - Huancayo – Junín.

Existe una mínima diferencian en el comportamiento de resistencia sísmica entre ambas configuraciones estructurales, las seguridades de las edificaciones están ligadas principalmente a los eventos sísmicos. La configuración tipo muro pórtico; se considera como la mejor solución estructural para este tipo de estructura, ya que permite un control de desplazamientos laterales. Además, los edificios con muros de corte son bastante rígidos y se presenta en ellos una menor distorsión y el daño global durante sismos severos tiende a ser menor.

### **5.2.2. Hipótesis Específica**

- ✓ La estructuración y predimensionamiento de un Edificio de 15 Pisos Cimentado en Suelo Rígido configurado Estructuralmente como Tipo Muro – Pórtico, posee una mayor rigidez lateral que el configurado Estructuralmente como Muro de Corte en el Distrito de El Tambo - Huancayo – Junín

De los resultados obtenidos se puede mencionar que la estructura configurada como tipo muro pórtico presenta menor rigidez lateral, casi 4 veces menor que el configurado tipo muro de corte, aunque los desplazamientos que estos generan son iguales,

- ✓ El modelamiento estructural de un Edificio de 15 Pisos Cimentado en Suelo Rígido configurado Estructuralmente como Tipo Muro – Pórtico soporta mayor carga sísmica que el configurado Estructuralmente como Muro de Corte en el Distrito de El Tambo - Huancayo – Junín

las dos configuraciones cumplen con los objetivos de desempeño de la norma, ya que las derivas son menores para cada caso al máximo permitido por la norma. La configuración tipo muro pórtico soporta menor carga sísmica, comparada con la configuración muro de corte,

- ✓ El Análisis Sísmico Estático y Análisis Sísmico Dinámico de un Edificio de 15 Pisos Cimentado en Suelo Rígido configurado Estructuralmente como Tipo Muro - Pórtico presenta menor desplazamiento que el configurado Estructuralmente como Muro de Corte en el Distrito de El Tambo - Huancayo – Junín

De las dos configuraciones se observa el comportamiento es bueno, aunque se debe tener en cuenta algunas consideraciones como la sollicitación torsional para la configuración 2, y la poca ductilidad que tiene la configuración 1. la configuración tipo muro pórtico presenta mayor desplazamiento al configurado tipo muro de corte. Esto hace suponer que necesita un mayor daño para poder soportar el sismo.

- ✓ El análisis comparativo del comportamiento sísmicos de los resultados de un Edificio de 15 Pisos Cimentado en Suelo Rígido configurado Estructuralmente como Tipo

Muro – Pórtico presenta menor daño post acción sísmica que el configurado Estructuralmente como Muro de Corte en el Distrito de El Tambo - Huancayo – Junín

La configuración tipo muro pórtico presenta mayor daño, ante la acción de la carga sísmica, comparada con la configuración tipo muro de corte, el daño se traduce en costo de reparación, se observa el comportamiento es bueno, aunque se debe tener en cuenta algunas consideraciones como la sollicitación torsional para la configuración tipo pórtico muro, y la poca ductilidad que tiene la configuración tipo muro de corte.

### 5.3. Presentación de Resultados

**Tabla 35**

*Resumen de resultados obtenidos..*

DESCRIPCIÓN	CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL				DIFERENCIA	
	CONFIGURACIÓN 1: MUROS DE CORTE		CONFIGURACIÓN 2: TIPO MURO – PÓRTICO		COMPARACIÓN PARA CADA DIRECCIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y
MOMENTO FLECTOR VOLCANTE (TON-M)	27537.49	27724.86	16349.14	16396.874	59%	59%
MOMENTO TORSOR (TON-M)	65.18	65.46	1516.84	1527.59	23.27	23.34
FUERZA CORTANTE BASAL (TON)	902.47	898.57	578.46	536.91	64%	60%
FUERZA CORTANTE TORSORA (TON)	2.39	2.39	52.502	48.61	21.97	20.34
RIGIDECES (TON/MM)	1650.88	1659.89	385.13	400.3	4.28	4.15
DESPLAZAMIENTO EN EL TECHO (MM)	30.8	31.2	33.6	33.9	1.09	1.09
DERIVA MÁXIMA (1/1000)	3.25	3.33	5.03	4.94	1.55	1.48

Fuente: Elaboración Propia

<b>CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL</b>		
<b>DESCRIPCION</b>	<b>TIPO 1 MURO DE CORTE</b>	<b>TIPO 2 MURO - PÓRTICO</b>
<b>MOMENTO FLECTOR VOLCANTE</b>	EL MOMENTO FLECTOR VOLCANTE ES MUCHO MAYOR, YA QUE LA CORTANTE BASAL ES MAYOR. APROXIMADAMENTE EN UN 59%	EL MOMENTO FLECTOR VOLCANTE ES MENOR, YA QUE LA ESTRUCTURA ES MENOS PESADA.
<b>MOMENTO TORSOR</b>	EL MOMENTO TORSOR ES MUY BAJO, CASI CERO, ESTO SE DA YA QUE LOS MUROS DE CORTE ESTAN SITUADOS EN EL PERIMETRO DOTANDO DE UNA BUENA RIGIDEZ TORSIONAL A LA ESTRUCTURA.	AL NO TENER MUROS PERIMITRALES, LA RIGIDEZ TORSIONAL ES PEQUEÑA PARA ESTE CASO ES APROXIMADAMENTE 24 VECES MAS.
<b>FUERZA CORTANTE BASAL</b>	LA CORTANTE BASAL ES 64% Y 60% MAYOR PARA LA DIRECCION X y Y RESPECTIVAMENTE.	LA CORTANTE BASAL ES MENOR YA QUE LA ESTRUCTURA PESA MENOS Y EL FACTOR DE DUCTILIDAD ES MAYOR.
<b>FUERZA CORTANTE TORSORA</b>	AL IGUAL QUE EL MOMENTO TORSOR, ESTA ES CASI NULA YA QUE SE TIENE UNA BUENA RIGIDEZ TORSIONAL.	APROXIMADAMENTE 21 Y 20 VECES MAYOR PARA LA DIRECCIÓN X y Y RESPECTIVAMENTE.
<b>RIGIDECES</b>	COMO SE PUEDE OBSERVAR LAS RIGIDICES SON APROXIMADAMENTE 4 VECES MAYORES, ESTO SE DEBE A LOS MUROS PROPORCIONAN UNA GRAN RIGIDEZ A TODA LA ESTRUCTURA.	SI BIEN ES CIERTO LOS PÓRTICOS SON MENOS RÍGIDOS, ESTOS SON MÁS DUCTILES, PROPORCIONANDO UNA GRAN CANTIDAD DE DEFORMACIÓN.
<b>DESPLAZAMIENTO EN EL TECHO</b>	PRACTICAMENTE LOS DESPLAZAMIENTOS MÁXIMOS SON IGUALES, LA DIFERENCIA SE ENCUENTRA EN LA SOLICITACIÓN SISMICA Y LA RIGIDEZ. AUNQUE NO SE DEBE DE OLVIDAR QUE EL MODELO TIPO II SE PUEDE DEFORMAR MUCHO MAS A MAYORES SOLICITACIONES.	
<b>DERIVA MAXIMA</b>	LA DERIVA ES MENOR, YA QUE LA DEFORMACIÓN POR PISO ES CONTROLADA POR LOS MUROS ESTRUCTURALES	LA DERIVA ES MAYOR, YA QUE LA DEFORMACIÓN ES CONTROLADA POR LOS PÓRTICOS DE CONCRETO ARMADO.

- ✓ Para el caso de momento flector volante, la configuración 2 es el 59% comparado con la configuración 1. Esto hace suponer que necesita un mayor daño para poder soportar la sollicitación sísmica.
- ✓ Para el caso de momento torsor, este es 23 veces mayor para a configuración 2. Esto quiere decir que la estructura necesita un adecuado estudio y detallado de acero para sollicitaciones torsionales.
- ✓ Para el caso de fuerza cortante, la configuración 2 es aproximadamente el 60% comparado con la configuración 1. Esto hace suponer que necesita un mayor daño para poder soportar la sollicitación sísmica.
- ✓ Para el caso de fuerza cortante torsora, este es aproximadamente 22 veces mayor para a configuración 2. Esto quiere decir que la estructura necesita un adecuado estudio y detallado de acero para sollicitaciones torsionales.
- ✓ Para el caso de las rigideces, la configuración 2 es aproximadamente el 23% de la configuración 1. Esto quiere decir que la configuración 2 es mucho más dúctil y necesita una menor fuerza para ser diseñado.
- ✓ Para el caso de desplazamiento, se puede observar que estos son prácticamente iguales para las dos configuraciones, esto hace suponer que la configuración 2 se dañará mucho más ya que la estructura entre en fluencia con una menor fuerza.
- ✓ Concluyendo finalmente con los datos presentados, que las dos configuraciones cumplen con los objetivos de desempeño de la norma ya que las derivas son menores para cada caso al máximo permitido por la norma. La configuración 1, tiene un menor daño ante la acción de la carga sísmica comparada con la configuración 2. A la misma vez si un cliente o un consultor desearía utilizar una de estas configuraciones, tendría que tener en cuenta que el daño se traduce en costo de reparación. Entonces la investigación tiene un gran valor en el diseño y calculo estructural, ya que no sólo se habla de comportamiento sísmico sino de reparación de daños post acción sísmica. Si bien es cierto esta investigación se enfoca en el comportamiento sísmico, se pueden utilizar estos resultados para poder interpretar el comportamiento de una estructura una vez que un sismo actúa.



- ✓ Esta investigación a la misma vez ayuda a entender porque estas dos configuraciones son usadas en la mayoría de edificios de gran altura alrededor del mundo, como se observa el comportamiento es bueno, aunque se debe tener en cuenta algunas consideraciones como la sollicitación torsional para la configuración 2, y la poca ductilidad que tiene la configuración 1. Es importante entender que este tipo de estructuras se pueden realizar en la ciudad de Huancayo.

## CONCLUSIONES

1. Al realizar una adecuada estructuración ya predefinida por el tipo de configuración Estructural: Tipo Muro - Pórtico y Muro de Corte en el Distrito de El Tambo - Huancayo – Junín, estas estructuras son sismos resistentes; a la misma vez, se usa formulas aproximadas de pre dimensionamiento con las que se obtuvieron el siguiente resultado para nuestro configuración estructural, columnas de 70 x 70 cm vigas de 30 x 60 en ambas direcciones y la losa bidireccional de 15 cm de espesor (cumpliendo con la normativa peruana). de acuerdo con la reglamentación y disposiciones de las actuales normas tales como: Norma técnica de Edificación E-030 Diseño Sismo resistente 1997 y la Norma técnica de Edificación E-060 de Concreto Armado
2. Al realizar el modelamiento estructural de un Edificio de 15 Pisos Cimentado en Suelo Rígido y en Función a su Configuración Estructural: Tipo Muro - Pórtico y Muro de Corte, usando el programa ETABS, se pudieron obtener resultados de gran importancia para la presente investigación. Se asignaron para el análisis dinámico, 3 modos dinámicos por cada planta del edificio sobre el nivel del terreno. De esta manera se asignó  $3*(15) = 45$  modos dinámicos y para el modelamiento de la losa maciza se usa los elementos tipo Shell. siendo una losa bidireccional esto nos ayuda a determinar deformaciones verticales utilizando el área tributaria ya que este tiene más grados de libertad considerando el desplazamiento en Z más los giros en X y Y.

3. Al realizar el Análisis Sísmico Estático y Análisis Sísmico de un Edificio de 15 Pisos Cimentado en Suelo Rígido y en Función a su Configuración Estructural: Tipo Muro - Pórtico y Muro de Corte en el Distrito de El Tambo - Huancayo - Junín, según la Norma E.030 de Diseño Sismorresistente. Se pudo observar que las estructuras tipo muro de corte son muy rígidas, donde aproximadamente su deriva máxima es 3.5 por mil, siendo la mitad de la deriva máxima permitida por la norma peruana. En cuanto a la configuración tipo muro – pórtico, esta es una estructura más flexible, que obtiene derivas de 5 por mil aproximadamente. Las dos configuraciones son sismos resistentes.
4. Al realizar el análisis comparativo de un Edificio de 15 Pisos Cimentado en Suelo Rígido y en Función a su Configuración Estructural: Tipo Muro - Pórtico y Muro de Corte en el Distrito de El Tambo - Huancayo – Junín; se concluyó que las estructuras tipo muro – pórtico son más susceptibles a la torsión, esto hace que estructuras de muchos mayores pisos se deban tener cuidado con esta sollicitación. En cuanto a la configuración muro de corte, estas son más rígidas aproximadamente 4 veces más por la existencia de muros, estas resisten mayores pisos y son recomendables para pisos mucho más altos.
5. Esta investigación a la misma vez ayuda a entender porque estas dos configuraciones son usadas en la mayoría de edificios de gran altura alrededor del mundo, como se observa el comportamiento es bueno, aunque se debe tener en cuenta algunas consideraciones como la sollicitación torsional para la configuración tipo muro pórtico, y la poca ductilidad que tiene la configuración tipo muro de corte. Es importante entender que este tipo de estructuras se pueden realizar en la ciudad de Huancayo.

## RECOMENDACIONES

1. Para poder elegir el tipo de estructuración para el diseño tipo Muro de corte o Pórticos Muro, ya que ambos son sismo resistente, se recomienda considerar el uso que se dará a la estructura, el costo de construcción y el número de pisos a diseñar, ya que son elementos importantes a considerar para una buena elección.
2. Para poder realizar un buen modelamiento estructural usando el programa ETABS, se recomienda tener bien definidos los datos de diseño, ya que es un programa de gran apoyo, si se ingresan datos erróneos estos nos darán como resultados valores que no se representen la realidad de nuestro diseño.
3. Siendo las dos configuraciones sismo resistentes, se recomienda hacer análisis profundo de los dos tipos de configuración a elegir, los Muros de Corte tienen poca ductilidad y soportan el sismo sin sufrir daños representativos. En los Pórticos Muros se debe considerar la sollicitación torsional, ya que estos soportan el sismo con un mínimo daño que afecta gravemente a la estructura que pueden ser reparable.
4. se recomienda considerar durante el diseño de la estructura si estas edificaciones serán mayores a 15 niveles, se debe optar por una configuración tipo Muro de Corte, porque son más rígidas y estas resisten mayores pisos recomendables para pisos mucho más altos.
5. El comportamiento de ambas configuraciones estructurales es óptimo; es por ello que, se recomienda que el proyectista realice un estudio de costos y beneficios para su diseño. Ya que los muros de corte tienen mayor costo de construcción y menor costo de reparación por daños ocasionados por eventos sísmicos y los pórticos muros tienen mayor costo de reparación de daños ante un evento sísmico pero su costo de construcción es mucho menor.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Blanco, A. (2010). *estructuración y diseño de edificaciones de concreto armado*. Lima: Capitulo de Ingenieria Civil
- Condori, G. V. (2014). *comparación del comportamiento sísmico lineal y no-lineal, en el análisis y diseño estructural de un edificio alto, con disipadores de energía e interacción suelo- estructura*. universidad católica de santa maría.
- Bolaños, A. y Monrroy, O. (2004). *Espectro de peligro Sismico Uniforme*, Pontificia Universidad Catolica del Peru
- De Montserrat, A. (2013). *relación entre el periodo fundamental de vibracion y el indice de daño de un edificio de hormigón armado*.
- Fratelli, M. G. (2001). *Estructuras sismorresistentes -*.
- MVCS. *reglamento nacional de edificaciones*. , (2017).
- Pomez, D. (2012). *estudio de alternativas estructurales para el techado de un edificio de oficinas*.
- Stafford, B., & Coull, A. (1991). *tall building structures: analysis and design* (p. 557). p. 557.
- Taboada García, J. A., & Martín de Izcue Uceda, A. (2009). *análisis y diseño de edificios asistido por computadoras*. pucp.
- Alva,H.J.(2003). *Diseño de Cimentaciones*: ICG
- Condori y Barreto. (2009). Estudios geotecnicos de El Tambo -Huancayo. Condori B y Barreto P, *Estudios geotecnicos* (págs. 623-626). Lima: ICG

## ANEXO 01: MODELAMIENTO CON EL PROGRAMA ETABS

### 1. MATERIALES Y CARGAS DE DISEÑO

En este apartado se describen las propiedades de los materiales y cargas consideradas para el análisis de la estructura.

#### 1.1.MATERIALES

A continuación, se presentan las propiedades mecánicas de los materiales empleados:

#### Concreto:

The screenshot shows the 'Material Property Data' dialog box for a concrete material. The dialog is organized into several sections:

- General Data:**
  - Material Name:
  - Material Type:
  - Directional Symmetry Type:
  - Material Display Color:
  - Material Notes:
- Material Weight and Mass:**
  - Specify Weight Density  Specify Mass Density
  - Weight per Unit Volume:  kgf/m<sup>3</sup>
  - Mass per Unit Volume:  kg/m<sup>3</sup>
- Mechanical Property Data:**
  - Modulus of Elasticity, E:  kgf/mm<sup>2</sup>
  - Poisson's Ratio, U:
  - Coefficient of Thermal Expansion, A:  1/C
  - Shear Modulus, G:  kgf/mm<sup>2</sup>
- Design Property Data:**
  -
- Advanced Material Property Data:**
  - 
  - 
  -

At the bottom of the dialog are  and .

## Acero de refuerzo:

Material Property Data

**General Data**

Material Name:

Material Type:

Directional Symmetry Type:

Material Display Color:

Material Notes:

**Material Weight and Mass**

Specify Weight Density  Specify Mass Density

Weight per Unit Volume:  kg/m<sup>3</sup>

Mass per Unit Volume:  kg/m<sup>3</sup>

**Mechanical Property Data**

Modulus of Elasticity, E:  kgf/mm<sup>2</sup>

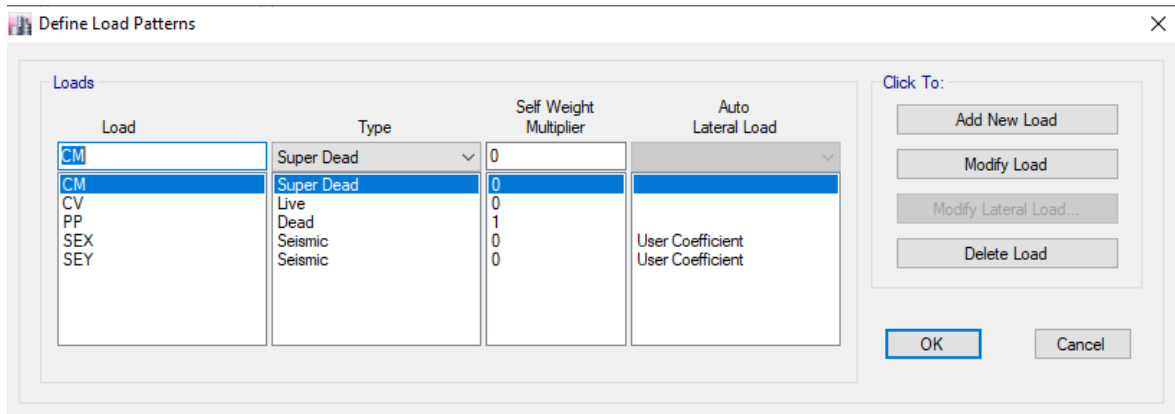
Coefficient of Thermal Expansion, A:  1/C

**Design Property Data**

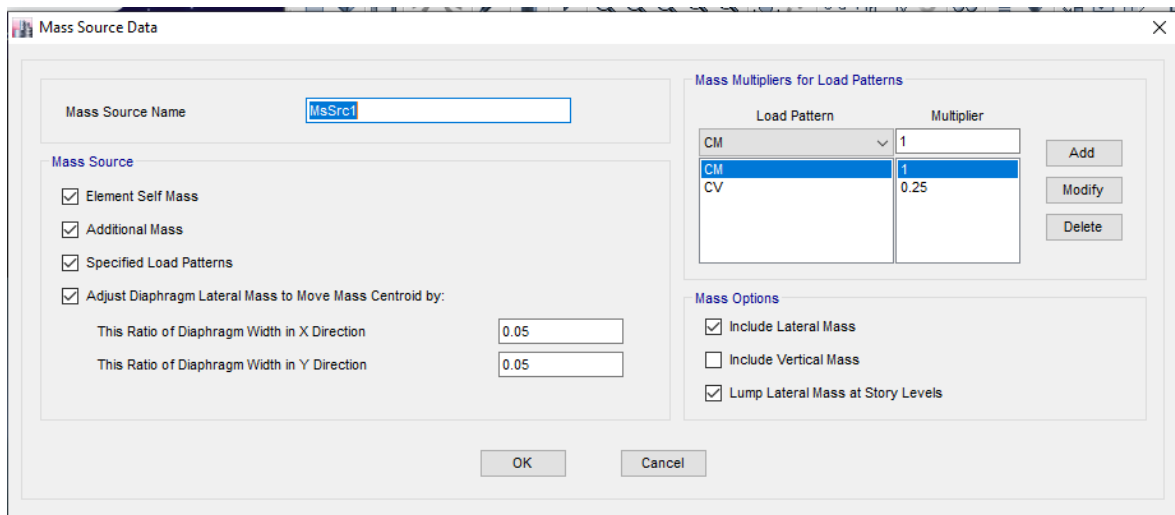
**Advanced Material Property Data**

## 1.2.CARGAS DE DISEÑO

- ✓ Carga Muerta (Dead)
- ✓ Cargas Vivas (Live)
- ✓ Carga por Sismo



## 1.3.MASA DE LA ESTRUCTURA $MASSSOURCE=100\% CM+25\% CV$





## 1.4.ANALISIS MODAL

Modal Case Data ×

**General**

Modal Case Name:  Design...

Modal Case Sub Type:  Notes...

Exclude Objects in this Group:

Mass Source:

**P-Delta/Nonlinear Stiffness**

Use Preset P-Delta Settings  Modify/Show...

Use Nonlinear Case (Loads at End of Case NOT Included)

Nonlinear Case:

**Loads Applied**

Advanced Load Data Does NOT Exist  Advanced

**Other Parameters**

Maximum Number of Modes:

Minimum Number of Modes:

Frequency Shift (Center):  cyc/sec

Cutoff Frequency (Radius):  cyc/sec

Convergence Tolerance:

Allow Auto Frequency Shifting

## 1.5.ANALISIS ESTÁTICO

Load Case Data

**General**

Load Case Name:  Design...

Load Case Type: Linear Static Notes...

Exclude Objects in this Group: Not Applicable

Mass Source: MsSrc1

**P-Delta/Nonlinear Stiffness**

Use Preset P-Delta Settings: None Modify/Show...

Use Nonlinear Case (Loads at End of Case NOT Included)

Nonlinear Case:

**Loads Applied**

Load Type	Load Name	Scale Factor
Load Pattern	SEX	1

Add Delete

OK Cancel

Load Case Data

**General**

Load Case Name:  Design...

Load Case Type: Linear Static Notes...

Exclude Objects in this Group: Not Applicable

Mass Source: MsSrc1

**P-Delta/Nonlinear Stiffness**

Use Preset P-Delta Settings: None Modify/Show...

Use Nonlinear Case (Loads at End of Case NOT Included)

Nonlinear Case:

**Loads Applied**

Load Type	Load Name	Scale Factor
Load Pattern	SEY	1

Add Delete

OK Cancel

## 1.6. ANALISIS SISMICO ESPECTRAL

### CONFIGURACIÓN 1: MUROS DE CORTE

Response Spectrum Function - Peru NTE E.030 2014

Function Name:

Function Damping Ratio:

**Parameters**

Seismic Zone:

Occupation Category:

Soil Type:

Irregularity Factor, I<sub>a</sub>:

Irregularity Factor, I<sub>p</sub>:

Basic Response Modification Factor, R<sub>0</sub>:

**Define Function**

Period	Acceleration
0	0.125
0.1	0.125
0.2	0.125
0.3	0.125
0.4	0.125
0.5	0.125

**Plot Options**

Linear X - Linear Y

Linear X - Log Y

Log X - Linear Y

Log X - Log Y

**Function Graph**

## CONFIGURACIÓN 2: PÓRTICO MURO (DUAL)

Response Spectrum Function - Peru NTE E.030 2014

Function Name:

Function Damping Ratio:

**Parameters**

Seismic Zone:

Occupation Category:

Soil Type:

Irregularity Factor, Ia:

Irregularity Factor, Ip:

Basic Response Modification Factor, R0:

**Define Function**

Period	Acceleration
0	0.1071
0.1	0.1071
0.2	0.1071
0.3	0.1071
0.4	0.1071
0.5	0.1071

**Plot Options**

Linear X - Linear Y

Linear X - Log Y

Log X - Linear Y

Log X - Log Y

**Function Graph**

## 1.7.CASOS DE CARGA ANALISIS DINAMICO ESPECTRAL

Load Case Data ×

**General**

Load Case Name:  Design...

Load Case Type:  Notes...

Exclude Objects in this Group:

Mass Source:

**Loads Applied**

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	E030R7	9806.65

?  
Add  
Delete  
 Advanced

**Other Parameters**

Modal Load Case:

Modal Combination Method:

Include Rigid Response

Rigid Frequency, f1:

Rigid Frequency, f2:

Periodic + Rigid Type:

Earthquake Duration, td:

Directional Combination Type:

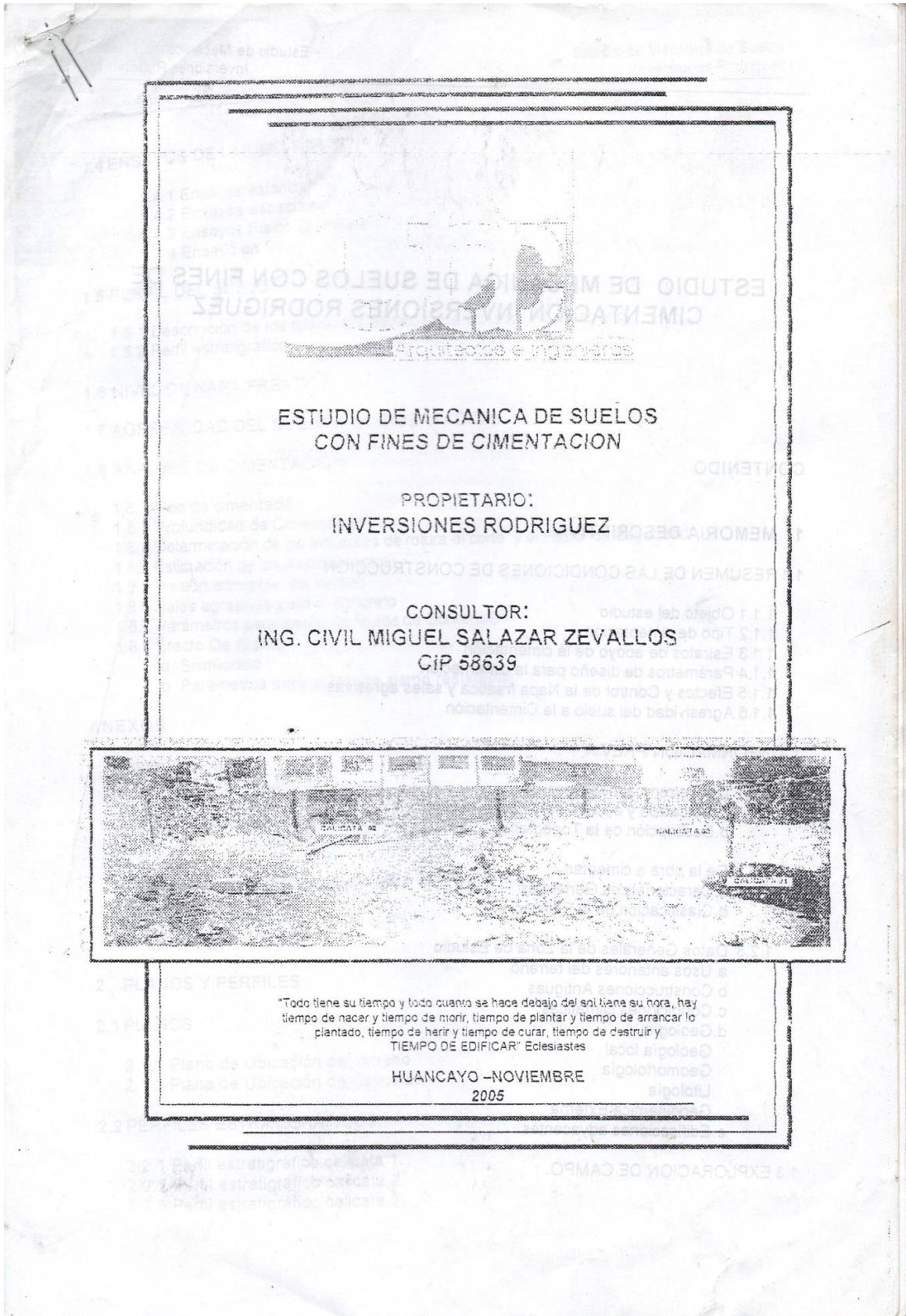
Absolute Directional Combination Scale Factor:

Modal Damping:  Modify/Show...

Diaphragm Eccentricity:  Modify/Show...

OK Cancel

**ANEXO 02: ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN**



## 1.1 RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CONSTRUCCION

El suelo cumple un papel preponderante y esencial como elemento principal de sostenimiento de las cargas que ejerce una estructura cualesquiera sobre este. Por tal motivo, es tema de este informe, el estudio de Mecánica de Suelos del terreno asignado para el PROYECTO INVERSIONES RODRIGUEZ, ubicado en el distrito de El Tambo de la ciudad de Huancayo.

A continuación se presentan las conclusiones y recomendaciones del estudio.

### 1.1.1 Objeto del estudio

El presente informe técnico del Estudio de Mecánica de Suelos, tiene por objeto:

- ✓ Evaluar las ~~muestras~~ de los estratos presentes en las calicatas realizadas para su extracción.
- ✓ Definir el Perfil Estratigráfico presente en el área de terreno en estudio.
- ✓ Obtener las propiedades físico, mecánicas y químicas de las muestras, mediante ensayos de laboratorio.

### 1.1.2 Tipo de cimentación

Para lograr un comportamiento estructural óptimo de la construcción, y de acuerdo al tipo de suelo y potencias encontradas en el terreno en estudio, se deberá realizar una cimentación superficial, consistente en un conjunto de zapatas, las mismas que tienen la función de absorber las cargas de la estructura transmitidas por medio de las columnas y a su vez transmitir las al terreno.

### 1.1.3 Estratos de apoyo de la cimentación

En la conformación del subsuelo de apoyo de la cimentación, según la Clasificación SUCS, se tienen los siguientes estratos:

Re	: Conformado por Material de relleno con presencia de raíces.
GP - GM	: Conformado por Grava pobremente graduada con limo y arena.
GP	: Conformado por Grava pobremente graduada.
GW - GM	: Grava bien graduada con limo y arena.
SM	: Arena limosa con grava

Estos tipos de suelos se presenta en las tres excavaciones realizadas, teniendo en cada una de ellas características particulares que se detallan mas adelante.

### 1.1.4 Parámetros de diseño para la cimentación

No se presenta problemas en la formación geológica del suelo.

La capacidad portante se calculo mediante las formulas de Terzaghi y Peck y los parámetros de Vesic obteniendo diferentes capacidades para alturas y anchos de cimentación determinados.

Se obtiene para zapatas cuadradas, los siguientes resultados:

ZAPATAS CUADRADAS		
Base (cm)	Prof. (cm)	Cap. Portante (kg/cm <sup>2</sup> )
200	90	10.99
200	100	11.78
200	110	12.57

Para otras profundidades y dimensiones se presenta la hoja de calculo correspondiente

El asentamiento de la cimentación se calculó por la teoría de elasticidad según Lambe y Whitman, para un esfuerzo neto transmisible de 5.00 Kg/cm<sup>2</sup> se obtiene un asentamiento máximo de 2.07 cm, encontrándonos en el rango para evitar daños estructurales si la distancia entre columnas es mayor a 2.40 m.

De lo analizado se puede afirmar, aun cuando la presión admisible de un terreno no es una constante, que a 1.00 m del nivel del sótano y para lados promedio de 2.00 m en zapatas, puede considerarse una presión admisible de 4.06 kg/cm<sup>2</sup>, considerando que las distancias entre columnas debe ser como mínimo 2.40 m, para evitar daños estructurales.

Sismicamente, el distrito del Tambo perteneciente al Departamento de Junín, se encuentra comprendido en la zona 2 y a la que le corresponde una sismicidad media y de una intensidad VII en la Escala de Mercalli Modificada.

Para el diseño sísmico, se recomienda los siguientes parámetros:

- ✓ Factor de zona = 0.3
- ✓ Período Predominante (Ts) = 0.6
- ✓ factor de Suelo (s) = 1.2

#### 1.1.5 Efectos y control de la napa freática

No existirá problemas de infiltraciones de aguas subterráneas, puesto que hasta una profundidad de 25 m no se ha encontrado napa freática..

#### 1.1.6 Agresividad del suelo a la Cimentación

De la muestra extraída se realizo ensayos fisico quimicos que permiten afirmar que existen agentes agresivos perjudiciales para el concreto utilizar en la cimentación Cemento Pórtland tipo V.

#### 1.1.7 Aplicabilidad del estudio

Las conclusiones y recomendaciones establecidas en el presente informe técnico son solo aplicables para el área estudiada. De ninguna manera se puede aplicar a otros sectores u otros fines.

### 1.2 INFORMACION PREVIA

#### 1.2.1 Del Terreno a Investigar



a. Ubicación y acceso del área en estudio.

Ubicación	Distrito	Provincia	Departamento
	El Tambo	Huancayo	Junín

El terreno se encuentra ubicado en la intersección del Jr. La Merced y el Jr. Libertad en el distrito del Tambo.

**Limites**

Por el Este	: Jr. La Merced
Por el Oeste	: Propiedad de Terceros
Por el Norte	: Jr. Libertad
Por el Sur	: Jr. La Merced y Propiedad de Terceros

**Accesos**

El área de estudio, por encontrarse en zona urbana, es de fácil acceso puesto que se encuentra a 15 minutos de caminata del Centro de la ciudad de Huancayo y a 5 minutos en Vehículo, teniendo todas las vías de acceso circundantes pavimentadas.

Se adjunta plano de localización y ubicación.

b. Descripción de la Topografía

La topografía del terreno es de semi plana a plana.

1.2.2 De la obra a cimentar

a. Características Generales

**Uso de la estructura**

La estructura a construir estará destinada al funcionamiento de un Hotel.

**Numero de Pisos**

Se proyecta una edificación de un semisótano, una mezanine, 05 pisos y 01 azotea.

**Niveles de Piso Terminado**

Los niveles informados por el responsable del estudio arquitectónico son:

Nivel piso terminado semisótano	: - 2.30 m
Nivel primer piso	: +1.93 m
Nivel mezanine	: +5.00 m
Nivel segundo piso	: +8.05 m
Nivel tercer piso	: +11.10 m
Nivel cuarto piso	: +14.15 m

9

Nivel quinto piso	+17.20 m
Nivel azótea	+20.25m

**Área aproximada de construcción**

El área que se proyecta construir es de aproximadamente 300 m<sup>2</sup>

**Tipo de Estructura:**

El proyecto consistirá en la construcción de una edificación de concreto armado de sistema aporticado

Elementos Estructurales: Zapatas, Columnas, Vigas y Losa de Concreto Armado.

Elementos No Estructurales: Tabaqueras, Acabados, Pisos

La estructura corresponde al Tipo C, según la Norma E-050 de Suelos y Cimentaciones.

**Luces**

Se proyecta luces de 4.50 como luz mínima y 8.00 m como luz máxima

**Cargas estimadas**

El responsable del calculo estructural proporcionó la información de las cargas de la columna mas cargada, así:

Carga viva	: 64 Tn
Carga muerta	: 211 Tn

**b. Clasificación de la Edificación**

Según la Norma E-050 de Suelos y cimentaciones, se ha clasificado a la edificación como tipo C, correspondiente a sistema aporticado de distancia mayor entre apoyos de 8.60 m estando en el rango de luces <10 y numero mayor de pisos (incluidos sótanos) dentro del rango de 4 a 8 según la Tabla N° 2.1.2 de la Norma E-050.

**1.2.3 Datos Generales de la Zona de Estudio**

**a. Usos anteriores del terreno**

El terreno en estudio, anteriormente solo fue un área verde de recreación, sin ninguna construcción de ningún tipo (adobe o concreto).

**b. Construcciones Antiguas**

Se ha observado el entorno constructivo al terreno existe edificaciones de material rustico (adobe), de aproximadamente 30 años de antigüedad, pero que aparentemente presentan estabilidad, sin embargo la mayoría de edificaciones colindantes son relativamente nuevas y de concreto armado que no presentan problemas de inestabilidad.

**c. Condiciones climáticas.**

ORGANIZACIÓN TÉCNICA DE APOYO A LA CONTRUCCION CIVIL  
 Psje. Arenales 255 Pto Pata  
 Telefono: 253357-9312319

**CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE POR CORTE**

PROYECTO : INVERSIONES RODRIGUEZ  
 UBICACIÓN : DISTRITO EL TAMBO - PROVINCIA HUANCAYO - JUNIN  
 FECHA : OCT-05  
 N° DE MUESTRA : 1  
 N° DE CALICATA : C-02

**CALCULO DE CAPACIDAD DE CARGAS PARA DIFERENTES ALTURAS DE CIMENTACION**

**TIPO DE FALLA GENERAL PARA CIMIENTOS CORRIDOS**

PESO ESPECIFICO	Ø	Ø'	C kg/cm <sup>2</sup>	C'	Nc	Nq	Ny	Sc	Sq	Sy	F.S.
0.0017	33.5	33.5	0	0.00	40.4	27.94	38.13	1	1	1	2.9

**TIPO DE FALLA GENERAL PARA ZAPATA CUADRADA**

PESO ESPECIFICO	Ø	Ø'	C kg/cm <sup>2</sup>	C'	Nc	Nq	Ny	Sc	Sq	Sy	F.S.
0.0017	33.5	33.5	0	0.00	40.4	27.94	38.13	1.69	1.66	0.6	2.9

**CIMIENTO CORRIDO**

Base (cm)	Prof. (cm)	Qc (kg/cm <sup>2</sup> )	Qd (kg/cm <sup>2</sup> )
40	80	5.10	1.76
40	90	5.57	1.92
40	100	6.05	2.08
40	110	6.52	2.25
40	120	7.00	2.41
40	130	7.47	2.58
40	140	7.95	2.74
50	80	5.42	1.87
50	90	5.90	2.03
50	100	6.37	2.20
50	110	6.85	2.36
50	120	7.32	2.52
50	130	7.80	2.69
50	140	8.27	2.85
200	80	10.28	3.55
200	90	10.76	3.71
200	100	11.23	3.87
200	110	11.71	4.04
200	120	12.18	4.20
200	130	12.66	4.36
200	140	13.13	4.53
270	80	12.55	4.33
270	90	13.02	4.49
270	100	13.50	4.65
270	110	13.97	4.82
270	120	14.45	4.98
270	130	14.92	5.15
270	140	15.40	5.31

**ZAPATA CUADRADA**

Base (cm)	Prof. (cm)	Qc (kg/cm <sup>2</sup> )	Qd (kg/cm <sup>2</sup> )
100	80	8.26	2.85
100	90	9.05	3.12
100	100	9.84	3.39
100	110	10.63	3.66
100	120	11.42	3.94
100	130	12.21	4.21
100	140	13.00	4.48
150	80	9.23	3.18
150	90	10.02	3.46
150	100	10.81	3.73
150	110	11.60	4.00
150	120	12.39	4.27
150	130	13.18	4.54
150	140	13.97	4.82
200	80	10.20	3.52
200	90	10.99	3.79
200	100	11.78	4.06
200	110	12.57	4.34
200	120	13.36	4.61
200	130	14.15	4.88
200	140	14.94	5.15
250	80	11.18	3.85
250	90	11.97	4.13
250	100	12.75	4.40
250	110	13.54	4.67
250	120	14.33	4.94
250	130	15.12	5.21
250	140	15.91	5.49

CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE POR CORTE

CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE POR ASENTAMIENTO

PROYECTO : INVERSIONES RODRIGUEZ  
 UBICACIÓN : DISTRITO EL TAMBO - PROVINCIA HUANCAYO - JUNIN  
 FECHA : OCT-05  
 N° DE MUESTRA : 1  
 N° DE CALICATA : C-02

**METODO ELASTICO**

Formula :

$$S = q (1 - u^2) l_f / E_s$$

Donde :

- q = Presión de trabajo (tn/m<sup>2</sup>) = 50.00 (Capacidad Portante)
- B = Ancho de la cimentación (m) = 2.50
- u = Relación de Poisson = 0.15
- l<sub>f</sub> = Factor de forma (cm/m) = 254.00 (la mas critica)
- E<sub>s</sub> = Módulo de elasticidad (tn/m<sup>2</sup>) = 15000.00 (Grava densa)
- S = Asentamiento probable(cm) = 2.07

Los valores han sido tomados conservadoramente de la publicación "Cimentaciones de Concreto Armado en Edificaciones" del ACI Capitulo de Estudiantes de la UNI, en Mayo de 1993.

**DISTORCION ANGULAR**

Formula :

$$\alpha = \delta / L$$

Donde :

- δ = Asentamiento diferencial (cm) = 2.07
- L = Luz de eje a eje (cm) = 233
- α = Distorsión angular = 1/150

Cuando se trata de suelos granulares se calcula con el 75% del asentamiento

**CONCLUSIONES.**

Según las normas peruanas E-050 de Suelos y Cimentaciones la distorsión máxima para evitar daños estructurales es de 1/150, en nuestro caso eso se da cuando la luz entre columnas es de 2.33 m, por lo que se recomienda usar como mínimo luces de 2.40 m, para una capacidad portante de 5.00 Kg/cm<sup>2</sup>-

# PERFIL ESTRATIGRAFICO

CALICATA C-1

PROYECTO : INVERSIONES RODRIGUEZ  
ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS  
UBICACION : INTERSECCION JR. LA MERCED Y JR. LIBERTAD  
LOCALIZACION : EL TAMBO - HUANCAYO - JUNIN

CALICATA : C-1  
NIVEL FREATICO : NO PRESENTA  
PROYECTO : 14.00 M

Prof.(m)	Grafico	SUCS	Muestra	Potencia	Descripcion
0.00		Re		0.29	0.00m a 0.29 m. Material de Relleno con material de cultivo de raíces, de compacidad media, cementación moderada, color marrón claro en estado seco de grava subredondeada color gris.
0.29		GP-CM		0.61	0.29m a 0.90 m. Grava pobremente graduada con limo y arena, color rojizo oxidado, de cementación moderada, compacidad media, plasticidad no presente, presencia de bolonería de 4" en un 60% en estado seco.
0.90		GP		1.43	0.90m a 2.33 m. Grava pobremente graduada, color gris oscuro de cementación débil, consistencia firme, plasticidad no presente, con bolonería de 5" en un 40% con grava subredondeada en estado seco.
2.33		GP-GM		1.21	2.33 m a 3.54 m. Grava pobremente graduada con limo y arena, color rojizo oscuro de cementación fuerte, consistencia dura, plasticidad baja, con bolonería de 6" en un 30% con grava subredondeada en estado seco.
3.54		GW-GM		1.35	3.54m a 4.89m. Grava bien graduada con limo y arena, de cementación moderada, consistencia fuerte de color marrón claro o beige, con bolonería de 5" en un 35% aproximadamente con grava redondeada.
4.89		SM		9.11	4.89m a 14.00m. Arena Limosa con grava, de cementación moderada, consistencia firme de color marrón claro, con bolonería de 3" en un 25% aprox. con grava subredondeada.

