

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**Diseño estructural con disipadores de energía viscoso para  
una edificación cuyo uso es residencia estudiantil de la  
Universidad San Pedro – SAD Sullana.**

**Tesis para obtener el título profesional de ingeniería civil**

**Autor**

Erick Alonso Cortegana Rivas

**Asesor**

Flores Reyes, Gumercindo

Sullana – Perú

2018

## **PALABRA CLAVE**

Tema	Disipadores Sísmicos
Especialidad	Estructuras

## **KEYWORDS**

Theme	Seismic Dissipaters
Especially	Structures

## **LINEA DE INVESTIGACION**

Código	Línea
1.0.	Ingeniería
2.0.	Ingeniería y Tecnología
2.1.	Ingeniería Civil

**TITULO:**

**Diseño estructural con disipadores de energía viscoso para una edificación cuyo uso es residencia estudiantil de la Universidad San Pedro – SAD Sullana.**

## RESUMEN

Este trabajo de investigación incluyó una descripción de los tipos de disipadores de energía que existen en el medio como SISTEMA DE PROTECCIÓN SÍSMICA, de acuerdo con la nueva norma de sismo resistencia E-030, del Reglamento nacional de Edificaciones; en su Título 2 de Estructuras, fue imprescindible proponer un diseño y criterio estructural de los tipos de sistemas a diseñar, se utilizó una metodología de análisis descriptivo, Analítico y de corte transversal.

En este trabajo como caso práctico se mostró el **“Diseño estructural disipadores de energía viscoso para una edificación cuyo uso es residencia estudiantil de la universidad San Pedro – SAD Sullana**, en las cuales se tuvo una configuración estructural, dimensionamiento y diseño, se hizo uso de un programa de cálculo estructural como es el SAP en su versión 17; se obtuvo como resultado que la inclusión de disipadores Taylor son eficientes ya que logran disminuir alrededor del 80% de desplazamientos, lo cual indicó que todavía se tiene holgura para disminuir las secciones de los elementos estructurales, así como la cantidad de armadura respecto al diseño convencional.

•

## ABSTRACT

This research work included a description of the types of energy dissipaters that exist in the environment as SEISMIC PROTECTION SYSTEM, according to the new earthquake resistance standard E-030, of the National Building Regulations; In its Title 2 of Structures, it was essential to propose a design and structural criterion of the types of systems to be designed, a methodology of descriptive, analytical and cross-sectional analysis was used.

In this work as a practical case we showed the "**Structural design with viscous energy dissipaters for a student building - Residencia Universidad San Pedro - SAD Sullana**", in which we had a structural configuration, sizing and design, we used a program of structural calculation such as SAP in its version 17; it was obtained as a result that the inclusion of Taylor dissipaters are efficient since they manage to decrease around 80% of displacements, which indicated that there is still room to reduce the sections of the structural elements, as well as the amount of reinforcement compared to the conventional design .

## INDICE GENERAL

	<b>Pagina N<sup>a</sup></b>
Tema.....	<b>I</b>
Palabra Clave .....	<b>II</b>
Título de investigación .....	<b>III</b>
Resumen .....	<b>IV</b>
Abstract .....	<b>V</b>
Indice.....	<b>1</b>
Introduccion.....	<b>24</b>
Metodologia.....	<b>26</b>
Resultados.....	<b>35</b>
Análisis y discusión.....	<b>38</b>
Conclusiones.....	<b>39</b>
Recomendaciones.....	<b>40</b>
Referencias bibliográficas.....	<b>42</b>
Anexos.....	<b>42</b>

## INTRODUCCIÓN

El problema del diseño sismo resistente de nuestras estructuras es interpretar los resultados de manera ideal y esperar la respuesta sísmica que tengan las edificaciones producto de nuestra norma sismo resistente, que de por si se tienen cambios significativos asociados a resistencia y ductilidad estructural.

En la actualidad no basta hacer un análisis sísmico estático y un análisis sísmico dinámico a las edificaciones; si no que además se requiere de un sistema de protección sísmica que pueda garantizar una respuesta estructural óptima y que cumpla con la finalidad del diseño sismo resistente que es salvaguardar la vida humana. Es por ello que hace necesaria difundir y aplicar nociones de mecánica estructural y de materiales para poder lograr una buena respuesta ante un sismo.

La presente investigación tiene como finalidad de diseñar una estructura en la universidad privada San Pedro cuyo uso es para residencia estudiantil SAD Sullana, en las cuales el por primera vez se realizarían estos diseños con disipadores de energía viscosos, se incluyen factores y criterios de diseño tanto del Reglamento Nacional de la Construcción (2007) y del Uniform Building Code (1997) asistiéndose del software SAP 2000 para la modelación y análisis de la estructura. Se realizó un análisis comparativo de la estructura convencional.

Actualmente en el Perú los sistemas de protección Sísmica, tanto disipación de energía como aislamiento, ya están disponibles comercialmente y se están desarrollando muchos proyectos empleando estas tecnologías.

El trabajo se ha realizado de la siguiente manera:

En el capítulo II se hace una presentación del tipo de Metodología de investigación utilizando técnicas de recolección de datos (American Society of Civil Engineers) (ASCE) (2005).

En el capítulo III se realiza un Analisis Sismico de una edificacion Convencional usando como referencia el Reglamento Nacional de Edificaciones (2006) Norma técnica de edificación E.030. Diseño sismo resistente.

En el capítulo IV se realiza un Analisis Sismicos usando Disipadores Viscosos usando como referencia el sistema M.D. Symans Et al. (2008). Energy Dissipation Systems for Seismic Applications:Current Practice and Recent Developments. Estados Unidos.

A continuación, se presentan principales antecedentes nacionales:

En la tesis. “Diseño Estructural de una edificación con disipadores de energía y análisis comparativo sísmico entre el edificio convencional y el edificio con disipadores de energía para un sismo severo”, cuyos Autores: Himler Zumaeta Cano Lagos y Iván Escobedo Ener (UPC – año 2012), concluyen lo siguiente:

- En la actualidad en el Perú, se vienen ejecutando la construcción de Edificios con disipadores de energía, como por ejemplo el Edificio Centro Empresarial Reducto. (Actualmente en proyecto), el edificio PANORAMA, que se encuentra en proyecto y el Edificio del Aeropuerto Jorge Chávez que ya está ejecutado.
- A partir de la metodología de diseño publicado por el comité Vision 2000 – SEAOC, se obtiene una deriva objetivo que nos permite controlar los posibles daños estructurales moderados ocasionados por un sismo.
- El amortiguamiento de la estructura calculado a partir de la deriva objetivo del 23%, esto refleja el 18% del disipador mas el 5% de amortiguamiento inherente a la estructura, estos datos fueron comprobados en el SAP 2000 teniendo los siguientes resultados:



Disipador Visco-Elástico :25%

Disipador Viscoso :30%

- Para los disipadores viscosos después de una serie de iteraciones se diseño con un coeficiente de amortiguamiento “C” de 100 TN-s/m; y para disipadores visco elásticos se tiene “C” de 200 TN-s/m.
- Se puede notar en el balance de energía que los disipadores absorben alrededor de casi 84.5% para disipadores viscosos y 83% para disipadores visco-elásticos, verificando que con el uso de disipadores se incrementa la capacidad de disipación de energía entre la presencia de un sismo.
- Se puede verificar que con el uso de disipadores viscosos se reducen los desplazamientos entre pisos en un rango de 60 a 67% y con un disipador visco-elástico en un rango de 53% al 59%.
- El primer modo de vibración SD es 0.76 y con disipadores viscosos es 0.71 (Variación mínima). Con lo que se corrobora que con el uso de VD no se genera ningún efecto en la rigidez de la estructura por lo cual el periodo de la misma debe mantenerse intacto.

En la tesis: “Evaluación del proyecto estructural y optimización del diseño con disipadores de energía viscosos Taylor para una edificación esencial de 6 pisos“, cuyo autor es marco Antonio Diaz La Rosa Sánchez (UPAO-Año 2014), concluye que:

- El primer modo de vibración (modo fundamental) de la edificación se mantiene intacto al implementarla con los disipadores de energía viscosos con lo que se comprueba que el uso de estos dispositivos no altera la rigidez de la estructura; la misma que estaría controlada por el sistema de muros estructurales.
- En estructuras con un diseño tradicional como la expuesta en este trabajo, la estructura se encarga de tomar el 100% de la energía de entrada, pero al adicionar disipadores de energía dentro de la misma, la disipación de energía sísmica la

realizan los disipadores y reducen la energía sísmica absorbida por la estructura, es decir una reducción de la energía inelástica a través del incremento de la energía de amortiguamiento, lo que deriva en menos daño estructural.

- La implementación de estos disipadores a la estructura, ha producido una disminución de los desplazamientos máximos presentados en el sexto nivel en un 41.81%. Así como la reducción de las derivas de entrepiso desde un 38.57% hasta un 51.10%.
- Se pudo observar una reducción significativa en las fuerzas cortantes de los muros de corte en el eje Y (donde están presentes los dispositivos) desde un 32.04 % hasta un 48.58%, así mismo en las columnas esta reducción es de hasta 35.31%.
- También se pudo observar una reducción de los momentos de hasta 47.93% para placas y 35.30% para columnas.
- La disipación de energía con los disipadores viscosos es del 55 % empleándose en el diseño un total 27 disipadores y considerando como sismo de diseño el de Moquegua 2001, demostrándose así que con el uso de estos dispositivos se incrementa la capacidad de disipación de energía ante la acción de un sismo.
- Se demostró que es posible optimizar el diseño del sistema de disipación verificando el desempeño de cada dispositivo (fuerza axial y curva histérica) y realizando a su vez variaciones en la disposición, propiedades, número de disipadores, etc

La presente investigación se justifica por la necesidad de contar con edificaciones cuyos diseños tengan un sistema de protección sísmica conforme a la nueva norma de diseño sismo resistente E-030 peruana.

Por lo general, las edificaciones en la ciudad de Sullana no cuentan con este sistema de disipadores de energía viscoso propuesta de la presente investigación destinada a residencia estudiantil en la universidad San Pedro SAD Sullana. Esta iniciativa es producto de nuestra realidad, en la cual la ciudad de Sullana es

considerada zona de alto riesgo sísmico. Se propone con este diseño difundir y que en adelante los diseños de las estructuras a futuro ya sea: oficinas, centros comerciales, hospitales, etc; cuenten con este nuevo sistema de protección sísmica conforme la norma nos manda y que estos sistemas ayudan a proteger del colapso total de la edificación y ayudando a proteger la vida humana.

Por último, ponemos a disposición estos nuevos métodos de protección sísmica para ayudar en los conocimientos de las asignaturas del concreto armado, ingeniería sismo resistente, etc., con la finalidad de que los estudiantes de la especialidad de ingeniería civil; especialmente de la universidad San Pedro SAD Sullana lo puedan tomar como libro de consulta e investigación.

Por lo consiguiente hemos formulado un enunciado a través de la siguiente pregunta:

¿Cómo contrarrestar la vulnerabilidad en la que se somete la edificación durante un movimiento telúrico (sismo) cuyo uso es residencia estudiantil en la universidad san Pedro – SAD Sullana?

Se hace mención a la hipótesis del proyecto el cuál el diseño con disipadores de energía viscoso mejora el comportamiento estructural de la edificación destinada a residencia estudiantil en la universidad San Pedro SAD Sullana.

Como objetivo general del proyecto debemos diseñar una edificación destinada a residencia estudiantil en la universidad San Pedro SAD Sullana con disipadores de energía viscosos.

También debemos plasmar objetivos específicos la cuales son las siguientes:

- Realizar el proceso de estructuración de una edificación destinada a residencia estudiantil en la universidad San Pedro SAD Sullana.
- Dimensionar los elementos estructurales tales como vigas, columnas,

losa aligerada, zapatas y vigas de cimentación de concreto armado de una edificación destinada a residencia estudiantil en la universidad San Pedro SAD Sullana.

- Diseñar los elementos estructurales tales como vigas, columnas, losa aligerada, zapatas y vigas de cimentación de concreto armado de una edificación destinada a residencia estudiantil en la universidad San Pedro SAD Sullana.
- Diseñar la edificación destinada a residencia estudiantil en la universidad San Pedro SAD Sullana con disipadores de energía viscosos.

Para comenzar a diseñar nuestro edificio emplearemos el análisis sísmico del edificio de manera convencional lo cual tomaremos los siguientes aspectos acorde al reglamento E030.

✓ Debemos empezar por hacer un metrado de cargas

**Cargas muertas. -**

- Peso de los elementos estructurales
- Peso losa aligerada (casetón Tecnopor) 220 kg/m<sup>2</sup>
- Tabiquería móvil 100 kg/m<sup>2</sup>
- Peso de acabados 80 kg/m<sup>2</sup>
- Cargas vivas.-
- Sobrecarga en ambientes . 250 kg/m<sup>2</sup>
- Sobrecarga en escalera . 400 kg/m<sup>2</sup>

- ✓ Determinación de las Acciones Sísmicas mediante el Factor de Zona (Z) según el peligro sísmico.



El proyecto de encuentra ubicado en la ciudad de Sullana y según tabla N° 1 le corresponde  $Z= 0.45$

De acuerdo a los resultados del Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) se determinó un suelo cohesivo con arcilla y según tabla N°2 se determinó el tipo de suelo S2 (suelo medio).

- ✓ Como siguiente paso debemos determinar los Parámetros de Sitio  $S$ ,  $T_p$ ,  $T_L$

Para el perfil de suelo  $S_2$  según tabla N°3 le corresponde un valor de  $S=1.05$  y un valor  $T_p=0.6$  y  $T_L=2.0$  El factor de implicación de suelo  $C = 2.5 (T_p/T) = 2.5(0.6/T) =$

- ✓ Factor Amplificación Sísmica  $C$  versus Período  $T$

$$T = \frac{h_n}{c_T} = \frac{10.60}{35} = 0.30s$$

Entonces

para

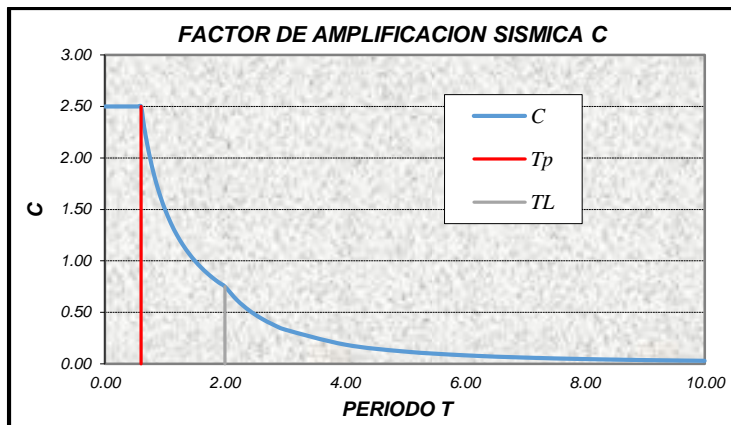
$$T < 0.6 \quad C = 2.5$$

$$0.6 < T < 2.0 \quad C = 2.5 \left( \frac{0.6}{T} \right)$$

$$T > 2.0 \quad C = 2.5 \left( \frac{0.6 \times 2.0}{T} \right)$$

Con los valores obtenidos se construye el grafico siguiente:

<b>C</b>	<b>T (s)</b>	<b>C</b>	<b>T (s)</b>
2.50	0.00	1.58	0.95
2.50	0.02	1.50	1.00
2.50	0.04	1.36	1.10
2.50	0.06	1.25	1.20
2.50	0.08	1.15	1.30
2.50	0.10	1.07	1.40
2.50	0.12	1.00	1.50
2.50	0.14	0.94	1.60
2.50	0.16	0.88	1.70
2.50	0.18	0.83	1.80
2.50	0.20	0.79	1.90
2.50	0.25	0.75	2.00
2.50	0.30	0.62	2.20
2.50	0.35	0.52	2.40
2.50	0.40	0.44	2.60
2.50	0.45	0.38	2.80
2.50	0.50	0.33	3.00
2.50	0.55	0.19	4.00
2.50	0.60	0.12	5.00
2.31	0.65	0.08	6.00
2.14	0.70	0.06	7.00
2.00	0.75	0.05	8.00
1.88	0.80	0.04	9.00
1.76	0.85	0.03	10.00
1.67	0.90		



✓ Para nuestro diseño es muy importante analizar las características de nuestro edificio analizando los siguientes aspectos:

- Categoría de la edificación Según la tabla 5 como la edificación es esencial porque puede servir de refugio después de un desastre entonces está en la categoría A y le corresponde un factor de uso  $U= 1.5$
- El sistema estructural según la Tabla 6 será concreto armado: pórticos donde la rigidez lateral lo aportan las columnas y vigas y el diafragma rígido de la losa
- Coeficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas  $R_0$  De la tabla N° 7 y con sistema estructural a porticado le corresponde  $R_0=8$

✓ Para nuestro diseño es importante analizar los factores de Irregularidad

- Irregularidad en altura  $I_a$   
La estructura no presenta irregularidad en altura, por lo tanto el factor  $I_a=1$ .
- Irregularidad en planta  $I_p$   
La estructura no presenta irregularidad en planta, por lo tanto el factor  $I_p=1$ .

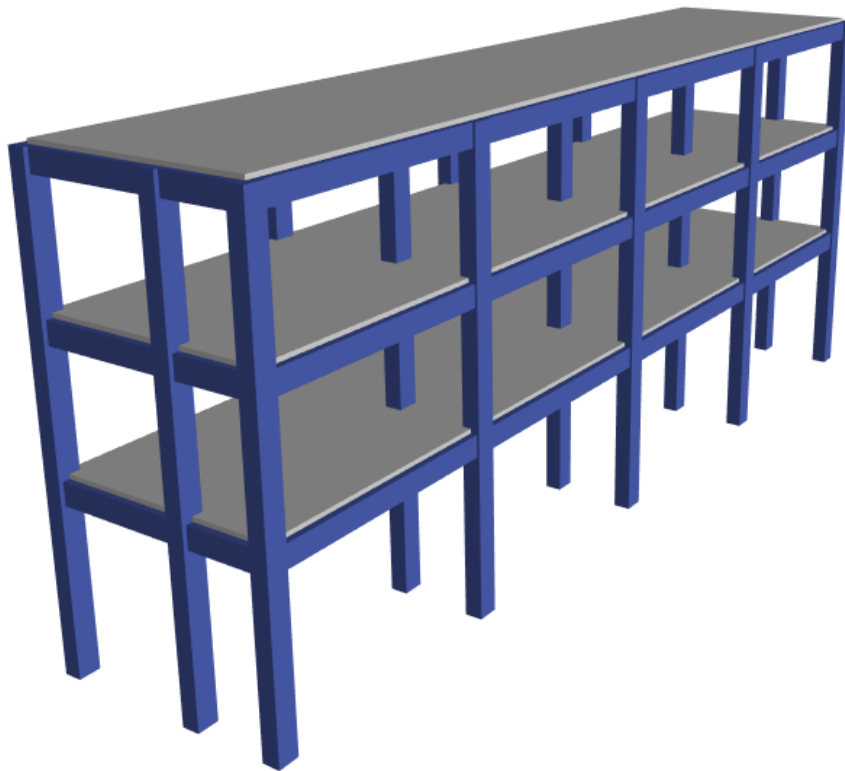


✓ Restricciones de irregularidad

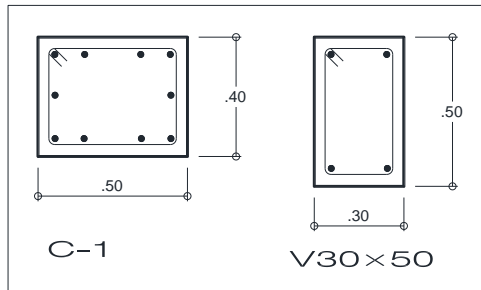
- Según la tabla N° 10 para edificaciones de la categoría -A no debe tener irregularidades extremas, en este caso la edificación cumple.

$$R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p = 8 \cdot 1 \cdot 1 = 8$$

- ✓ realizaremos el Análisis Estructural de la edificación a diseñar mediante modelos de análisis la cual en este caso emplearemos el programa Etabs V16 para el cálculo de desplazamientos, esfuerzos debido a carga muerta, carga viva, análisis sísmico por carga lateral y análisis sísmico modal espectral. El programa emplea el método de desplazamientos (rigidez)



Sistema de columnas y vigas de la estructura:



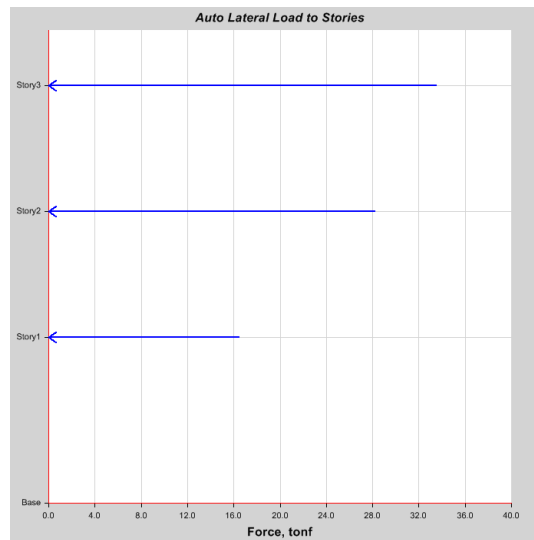
✓ Debemos realizar la estimación de la Masa en cada nivel de la edificación

Tabla 3.2 – Masas y Centros de masas y rigidez

Story	Diaphragm	Mass X kg	Mass Y kg	XCM m	YCM m	Cumulative X kg	Cumulative Y kg	XCCM m	YCCM m	XCR m	YCR m
Story2	D2	124093.25	124093.25	12.4	2.5485	124093.25	124093.25	12.4	2.5485	12.4	2.4167
Story3	D3	102794.95	102794.95	12.4	2.556	102794.95	102794.95	12.4	2.556	12.4	2.4167
Story1	D3	127697.4	127697.4	12.4	2.5448	230492.36	230492.36	12.4	2.5498	12.4	2.4167

✓ Calcularemos mediante nuestro software las fuerzas en cada nivel de nuestra edificación

▪ Fuerzas en Dirección X

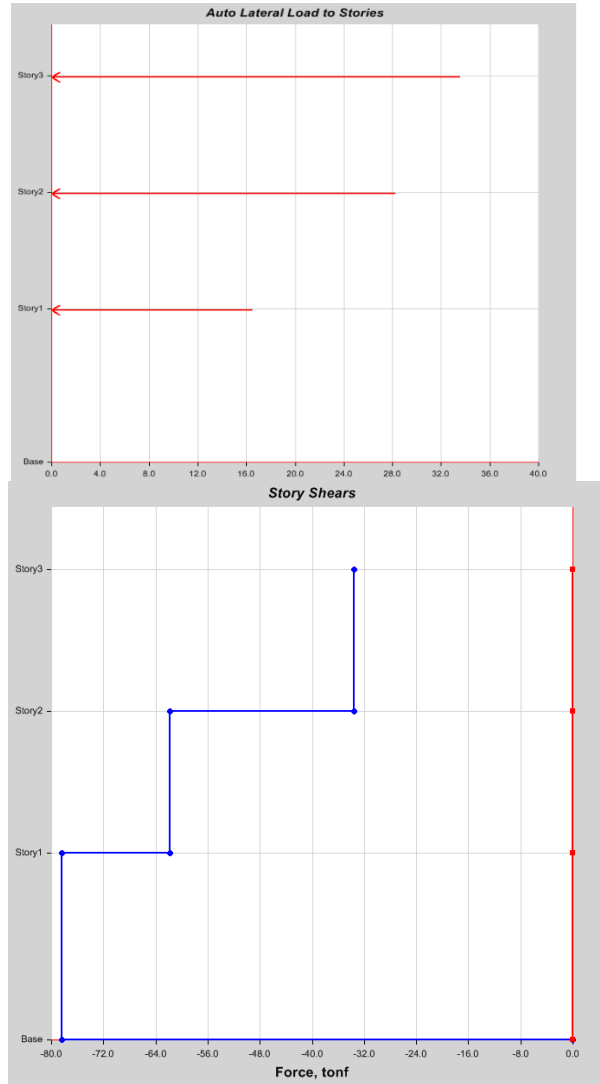


Valores de respuesta por Nivel

Story	Elevation m	Location	X-Dir tonf	Y-Dir tonf
Story3	10.6	Top	33.5608	0
Story2	7.4	Top	28.2836	0
Story1	4.2	Top	16.5191	0

Story	Elevation	Location	X-Dir	Y-Dir
	m		tonf	tonf
Base	0	Top	0	0

■ Fuerzas en la Dirección Y



Valores de respuesta por Nivel

Story	Elevation	Location	X-Dir	Y-Dir
	m		tonf	tonf
Story3	10.6	Top	0	33.5608
Story2	7.4	Top	0	28.2836
Story1	4.2	Top	0	16.5191
Base	0	Top	0	0

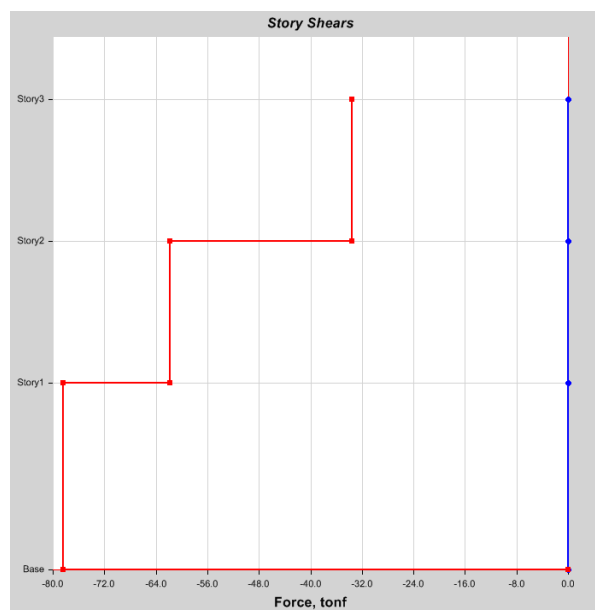
✓ Calcularemos las Cortantes mediante el Método Estático

- Cortantes en la dirección X

Valores de respuesta por Nivel

Story	Elevation	Location	X-Dir	Y-Dir
	m		tonf	tonf
Story3	10.6	Top	-33.5608	0
		Bottom	-33.5608	0
Story2	7.4	Top	-61.8443	0
		Bottom	-61.8443	0
Story1	4.2	Top	-78.3634	0
		Bottom	-78.3634	0
Base	0	Top	0	0
		Bottom	0	0

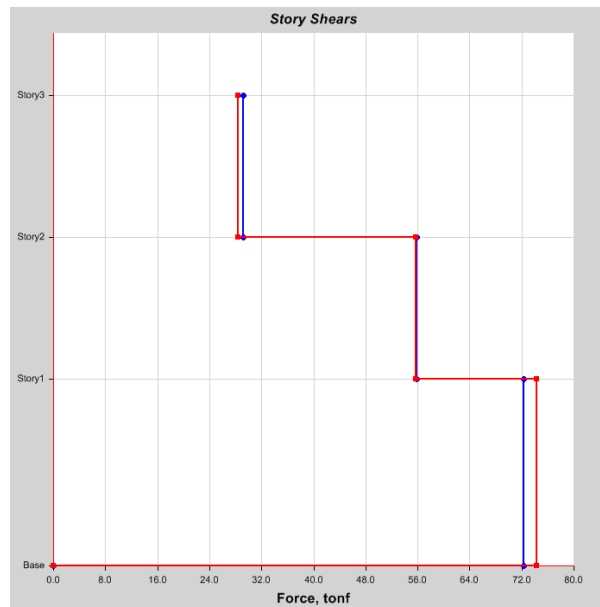
- Cortantes en la dirección Y



Valores de respuesta por Nivel

Story	Elevation	Location	X-Dir	Y-Dir
	m		tonf	tonf
Story3	10.6	Top	0	-33.5608
		Bottom	0	-33.5608
Story2	7.4	Top	0	-61.8443
		Bottom	0	-61.8443
Story1	4.2	Top	0	-78.3634
		Bottom	0	-78.3634
Base	0	Top	0	0
		Bottom	0	0

✓ También debemos calcular las Cortantes mediante el Método Dinámico



Valores de respuesta por Nivel

Story	Elevation	Location	X-Dir	Y-Dir
	m		tonf	tonf
Story3	10.6	Top	29.1676	28.3724
		Bottom	29.1676	28.3724
Story2	7.4	Top	55.804	55.6708
		Bottom	55.804	55.6708
Story1	4.2	Top	72.256	74.2811
		Bottom	72.256	74.2811
Base	0	Top	0	0
		Bottom	0	0

El Factor escalar  $f_s$  para el análisis dinámico está definido como la relación entre el 80% del cortante Estático y el cortante dinámico y además  $f_s \geq 1$

$$f_{sx} = \frac{0.8 \times 78.383}{72.258} = 0.87 \cong 1.00$$

$$f_{sy} = \frac{0.8 \times 78.383}{74.281} = 0.84 \cong 1.00$$

Por lo tanto, no se modifican los cortantes del método dinámico.

✓ Analizaremos los modos de vibración.

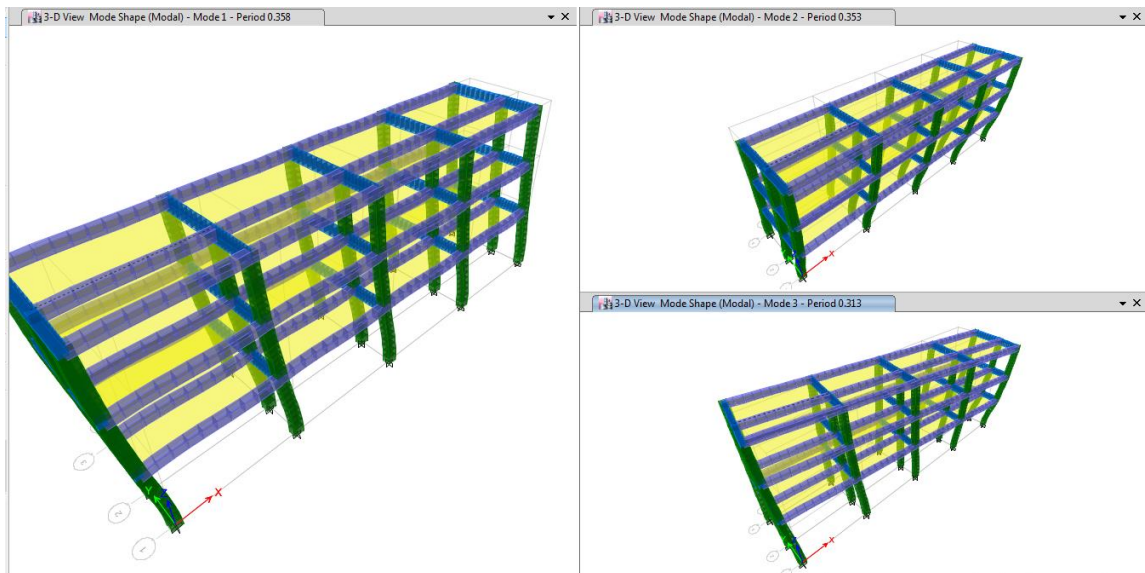


Table 5.10 - Periodos Modal y Frecuencias

Case	Mode	Period sec	Frequency cyc/sec	Circular Frequency rad/sec	Eigenvalue rad <sup>2</sup> /sec <sup>2</sup>
Modal	1	0.358	2.794	17.5582	308.2886
Modal	2	0.353	2.833	17.8002	316.8463
Modal	3	0.313	3.193	20.0623	402.4952
Modal	4	0.107	9.33	58.6197	3436.2717
Modal	5	0.105	9.555	60.0355	3604.258
Modal	6	0.095	10.495	65.9407	4348.1771
Modal	7	0.058	17.121	107.5736	11572.0856
Modal	8	0.053	18.984	119.2827	14228.3637
Modal	9	0.052	19.316	121.3691	14730.4632

Tabla 3.11 – Factores de participación modal de masa

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY	Sum UZ
Modal	1	0.358	0.9158	0	0	0.9158	0	0
Modal	2	0.353	0	0.9441	0	0.9158	0.9441	0
Modal	3	0.313	0.0027	0	0	0.9185	0.9441	0
Modal	4	0.107	0	0.0516	0	0.9185	0.9957	0
Modal	5	0.105	0.0713	0	0	0.9898	0.9957	0
Modal	6	0.095	0.0004	0	0	0.9902	0.9957	0
Modal	7	0.058	0	0.0043	0	0.9902	1	0
Modal	8	0.053	0.0068	0	0	0.997	1	0
Modal	9	0.052	0.003	0	0	1	1	0

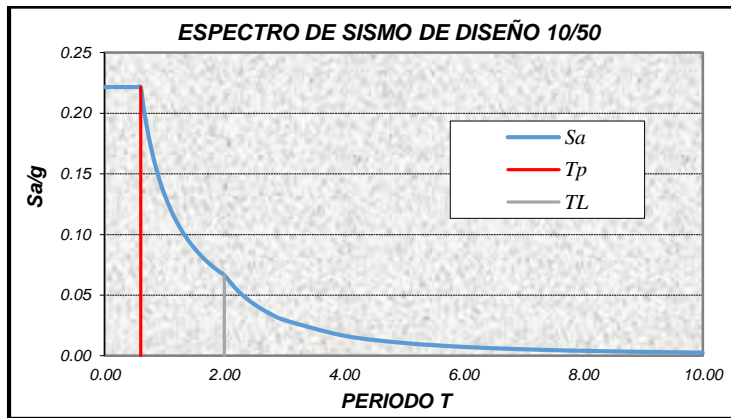
Espectro inelástico de pseudo aceleraciones en la Dirección X y Dirección Y

Con los valores  $Z=0.45$ ,  $U=1.5$ ,  $S=1.2$   $R=8$   $C_i=2.5$   $(0.6/T_i)$  y

$S_a = \frac{ZUC_iS}{R}g$  se construye la siguiente tabla

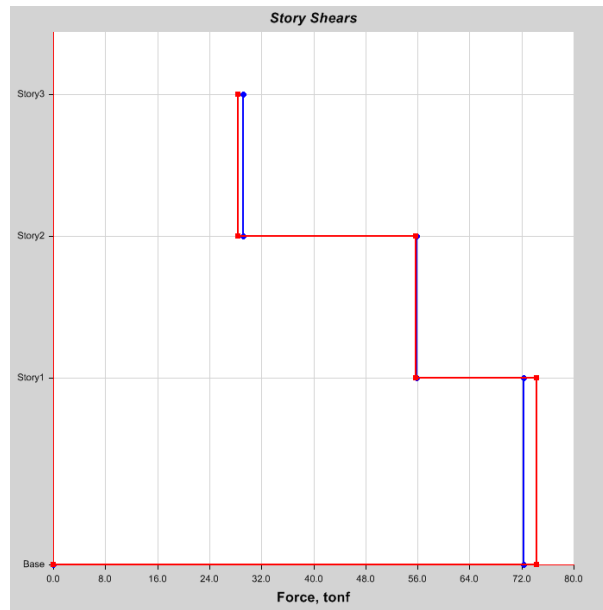
$T(seg)$	$S_a(m/seg^2)$	$T(seg)$	$S_a(m/seg^2)$
0.00	0.221	0.95	0.140
0.02	0.221	1.00	0.133
0.04	0.221	1.10	0.121
0.06	0.221	1.20	0.111
0.08	0.221	1.30	0.102
0.10	0.221	1.40	0.095
0.12	0.221	1.50	0.089
0.14	0.221	1.60	0.083
0.16	0.221	1.70	0.078
0.18	0.221	1.80	0.074
0.20	0.221	1.90	0.070
0.25	0.221	2.00	0.066
0.30	0.221	2.20	0.055
0.35	0.221	2.40	0.046
0.40	0.221	2.60	0.039
0.45	0.221	2.80	0.034
0.50	0.221	3.00	0.030
0.55	0.221	4.00	0.017

0.60	0.221	5.00	0.011
0.65	0.204	6.00	0.007
0.70	0.190	7.00	0.005
0.75	0.177	8.00	0.004
0.80	0.166	9.00	0.003
0.85	0.156	10.00	0.003
0.90	0.148		





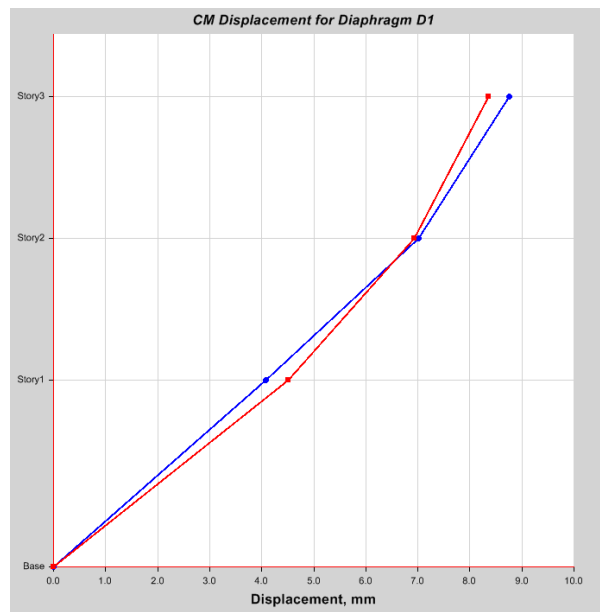
## Cortante Máximo esperado



Valores de respuesta por Nivel

Story	Elevation m	Location	X-Dir tonf	Y-Dir tonf
Story3	10.6	Top	29.1676	28.3724
		Bottom	29.1676	28.3724
Story2	7.4	Top	55.804	55.6708
		Bottom	55.804	55.6708
Story1	4.2	Top	72.256	74.2811
		Bottom	72.256	74.2811
Base	0	Top	0	0
		Bottom	0	0

## Desplazamiento máximo esperado



Desplazamientos por análisis dinámico

Story	Elevation m	Location	X-Dir mm	Y-Dir mm
Story3	10.6	Top	8.759	8.352
Story2	7.4	Top	7.014	6.933
Story1	4.2	Top	4.073	4.516
Base	0	Top	0	0

✓ Validación de las estructuras

Determinación de desplazamientos laterales; los desplazamientos se amplifican por 0.75R y se comparan con los desplazamientos permisibles

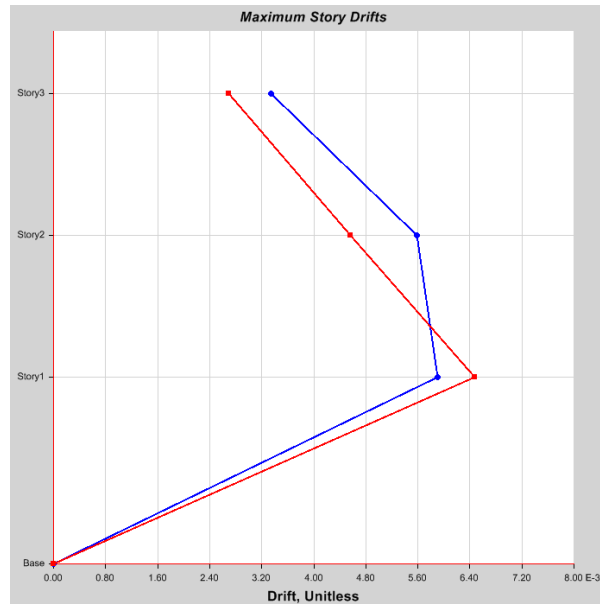
Desplazamientos relativos por análisis dinámico

Story	X-Dir mm	Y-Dir mm	0.75R X-Dir mm	0.75R Y-Dir mm	$d_x$ mm	$d_y$ mm	$\delta_p$ mm	Observ.
Story3	8.759	8.352	52.554	50.113	10.471	8.515	22.40	Cumple
Story2	7.014	6.933	42.083	41.598	17.647	14.500	22.40	Cumple
Story1	4.073	4.516	24.436	27.098	24.486	27.098	29.40	Cumple
Base	0	0						

Se observa que cumple con Norma E030 en ambas direcciones y en todos los niveles por lo tanto la estructura propuesta si resistirá un sismo severo.

- ✓ Siguiendo con el análisis estructural debemos realizar un cálculo de distorsión admisible

Los desplazamientos se amplificaran por 0.75R



Valores de respuesta por Nivel

Story	Elevation	Location	X-Dir	Y-Dir
	<b>m</b>			
Story3	10.6	Top	0.003342	0.002699
Story2	7.4	Top	0.005589	0.004562
Story1	4.2	Top	0.005904	0.006475
Base	0	Top	0	0

Se observa que las distorsiones en ambas direcciones y en todos los niveles son menores que 0.007 (E030 4.2), por lo tanto, la estructura es válida para soportar un sismo severo

Por lo tanto debemos calcular la separación entre edificaciones:

$$s = \frac{2}{3} (52.554) = 35.04mm$$

La separación mínima con otras edificaciones será de 10cm.

Para diseñar nuestro edificio emplearemos el análisis sísmico utilizando disipadores sísmicos la cual haremos un análisis estructural mediante modelos de análisis.

Una vez validado la estructura convencional (pórtico de columnas y vigas maslos) se procederá a añadir disipadores viscosos con el de amortiguar los desplazamientos por medio de ellos. En la Fig. se nota la edificación con los disipadores, los cuales se colocan tal manera que no genere torsión

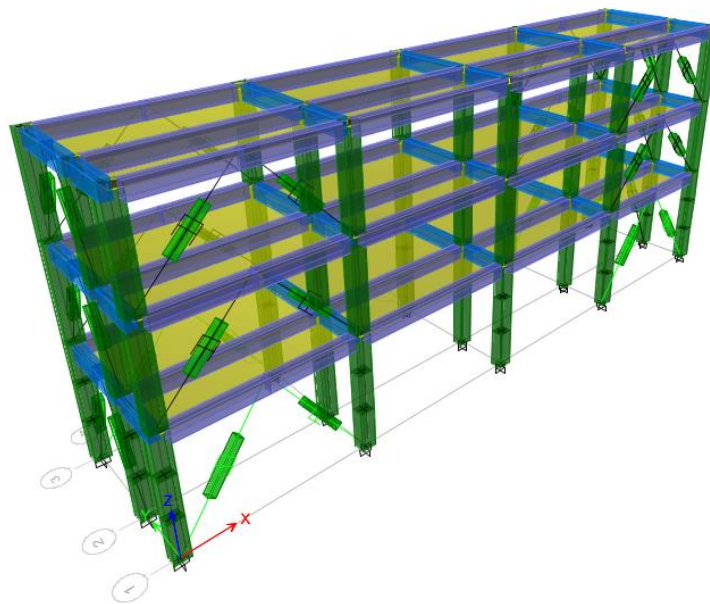
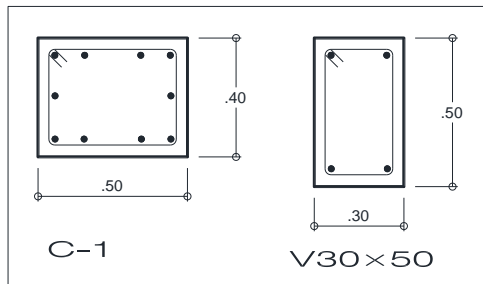


Fig. 6.1 Edificación en 3D con disipadores

Sistema de columnas y vigas de la estructura además de los disipadores:



✓ Analizaremos los Modos de Vibración de la edificación

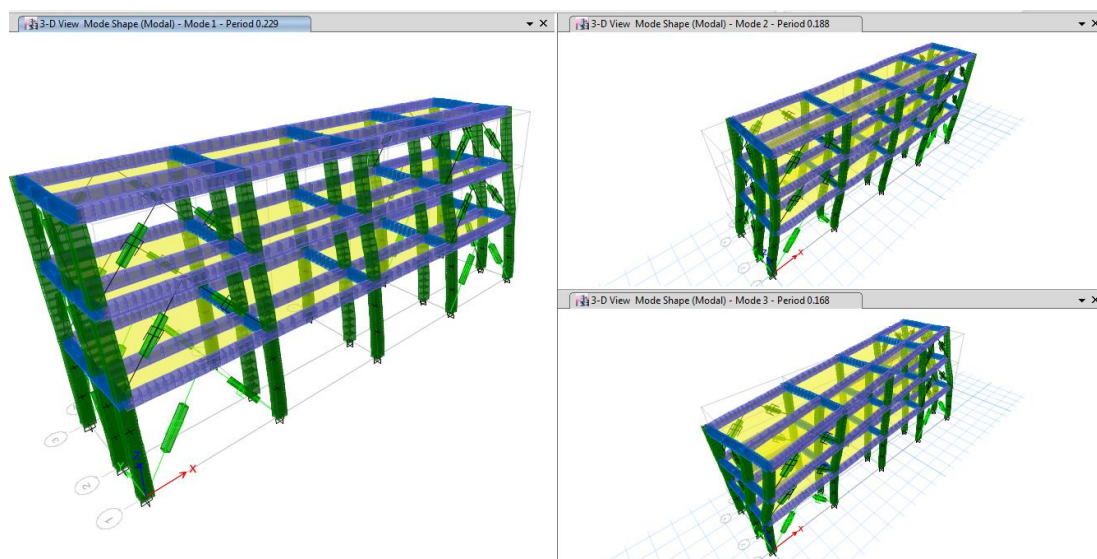


Fig. 6.3 Modos principales de vibrar

Table 5.10 - Periodos Modal y Frecuencias

Case	Mode	Period sec	Frecuenc y cyc/sec	Circular Frecuenc y rad/sec	Eigenvalu e rad <sup>2</sup> /sec <sup>2</sup>
Modal	1	0.229	4.365	27.4286	752.3296
Modal	2	0.188	5.31	33.3609	1112.9507
Modal	3	0.168	5.938	37.3099	1392.0277
Modal	4	0.08	12.578	79.0311	6245.9192
Modal	5	0.062	16.093	101.1161	10224.4611
Modal	6	0.059	17.076	107.2928	11511.7414
Modal	7	0.051	19.662	123.5374	15261.4775
Modal	8	0.04	25.274	158.8003	25217.5285
Modal	9	0.036	27.84	174.9251	30598.7883

Tabla 3.11 – Factores de participación modal de masa

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY	Sum UZ
Modal	1	0.229	0	0.8101	0	0	0.8101	0
Modal	2	0.188	0.9373	0	0	0.9373	0.8101	0
Modal	3	0.168	2.302E-05	0	0	0.9373	0.8101	0
Modal	4	0.08	0	0.1635	0	0.9373	0.9736	0
Modal	5	0.062	0.0565	0	0	0.9938	0.9736	0
Modal	6	0.059	0.0002	0	0	0.994	0.9736	0
Modal	7	0.051	0	0.0264	0	0.994	1	0
Modal	8	0.04	1.234E-06	0	0	0.994	1	0
Modal	9	0.036	0.006	0	0	1	1	0

## **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

El tipo y diseño de la investigación fue de manera descriptiva, analítica y de corte transversal teniendo como datos la población y muestra.

- ✓ La Población está dada por las edificaciones de la provincia de Sullana destinada a residencia estudiantil de las instituciones públicas y privadas.
- ✓ La Muestra está dada por la edificación destinada a la residencia estudiantil de la universidad San Pedro SAD Sullana.

Por otro lado, para hacer uno de la investigación de manera adecuada utilizamos técnicas e instrumentos de recolección de datos.

- ✓ Las principales técnicas que utilizaremos en la investigación son: Análisis documental.
- ✓ El instrumento a utilizar son memorias de cálculo y fichas en Excel para analizar y diseñar los elementos estructurales.

Una vez empleada las técnicas en instrumentos de investigación se realizó un procedimiento de recolección de datos la cual Se está proyectando el diseño de la residencia estudiantil de la universidad San Pedro de Sullana; ubicado dentro de la sede de Sullana y proyectado para tres niveles; por lo que el diseño es inédito e innovador para esta zona norte. Se procede luego a realizar el análisis estructural mediante la modelación de un software conocido como SAP 2000 y posteriormente el diseño de cada elemento estructural tales como: vigas, columnas, escaleras, losa aligerada y cimentaciones.

## DATOS GENERALES

- Ubicación : Universidad San Pedro – SAD Sullana
- Distrito : Sullana
- Provincia : Sullana
- Región : Piura

Edificio de concreto armado destinado a residencia estudiantil, se presenta el plano de ubicación distribución del primer nivel, segundo nivel y del tercer nivel:

## RESULTADOS

### ✓ ANÁLISIS SISMICO ESTATICO Y DINÁMICO

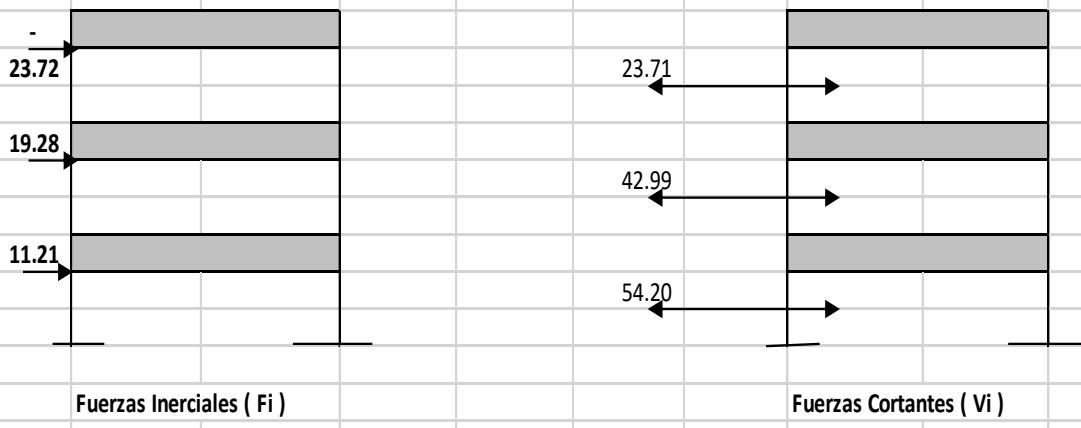
<b>DISEÑO SÍSMICO ESTÁTICO Y DINÁMICO</b>										
<b>11.- ANALISIS SISMICO ESTATICO DE LA EDIFICACION</b>										
<b>11.1.- CALCULO DEL PESO DE LA EDIFICACION</b>										
Piso	Peso de Vigas (Tn)	Peso de Columnas (Tn)	Aligerado (Tn)	Acabados (Tn)	Tabiquería (Tn)	Placas (Tn)	Total de Carga Muerta (Tn)	Total de Carga Viva (Tn)	Porcentaje de Carga Viva a Considerar	Peso Total CM+CV (Tn)
									25%	
1	20.76	10.89	40.72	13.88	13.88	-	100.13	34.70	8.68	108.80
2	20.76	8.29	40.72	13.88	13.88	-	97.54	34.70	8.68	106.21
3	20.76	8.29	40.72	11.10	6.94	-	87.82	13.88	3.47	91.29
<b>Peso</b>	<b>62.28</b>	<b>27.48</b>	<b>122.17</b>	<b>38.86</b>	<b>34.70</b>		<b>197.66</b>	<b>83.28</b>		<b>306.30</b>
<b>11.2.- CALCULO DEL CORTANTE BASAL</b>										
$V = (Z.U.C.S / R) \cdot P$		$Si T < 0.5 K = 1; Si T > 0.5 K = 0.75 + 0.5T \leq 2$								
$T = hn / Ct$										
$C/R > 0.125$										
$C = 2.5 (Tp / T)$		$C \leq 2.5$								
Parametros	Valores	Descripcion								
Z	0.45	Zona 4 ( Piura )								
U	1.00	Edificaciones Esenciales								
S	1.10	Suelo cohesivo con arcilla (S2)								
Rx = Ry	7.00	Estructura Conformada Por Porticos							5.25	
Tp	0.60	Factor que depende de "S"								
hn	10.60	Altura total de la edificacion (mts)								
Ct	35.00	Coeficiente para estimar el periodo fundament								
T	0.30	Periodo fundamental de la estructura								
C calculado	4.95	Coeficiente de amplificacion sismica								
C asumido	2.50	Coeficiente de amplificacion sismica								
K	1.00	Exponente relacionado con T								
P1-Lx	25.10	Dimension de Edificio en X								
P1-Ly	5.53	Dimension de Edificio en Y								
P2-Lx	25.10	Dimension de Edificio en X								
P2-Ly	5.53	Dimension de Edificio en Y								
P3-Lx	25.10	Dimension de Edificio en X								
P3-Ly	5.53	Dimension de Edificio en Y								
P ( Tn )	306.30	Peso total de la edificacion								
V ( Tn )	54.15	Fuerza cortante en la base de la estructura								



✓ DISTRIBUCION DE LA FUERZA SISIMICA A LO LARGO DE LA ALTURA

**11.3.- DISTRIBUCION DE LA FUERZA CORTANTE EN ALTURA**

PISO	Pi	hi	$(P_i \times h_i)^K$	$\frac{(P_i \times h_i)^K}{\sum (P_i \times h_i)}$	Fi	Vi
1	108.80	4.20	456.97	0.207	11.21	54.20
2	106.21	7.40	785.96	0.356	19.28	42.99
3	91.29	10.60	967.67	0.438	23.72	23.71
	<b>306.30</b>		<b>2,210.60</b>		<b>54.20</b>	



PISO	Fi	ei	Mti
P1-Lx	11.21	1.26	14.07
P1-Ly	11.21	0.28	3.10
P2-Lx	19.28	1.26	24.19
P2-Ly	19.28	0.28	5.33
P3-Lx	23.72	1.26	29.77
P3-Ly	23.72	0.28	6.55

#### **11.4.- CALCULO DE LAS EXCENTRICIDADES ACCIDENTALES.**

$$Ex = 0.05 \times 25.10 = 1.26 \text{ mts}$$

$$Ey = 0.05 \times 5.53 = 0.28 \text{ mts}$$

#### **11.5.- CENTRO DE MASAS FINAL.**

$$Xmi = 12.55 \text{ mts}$$

$$Ymi = 2.30 \text{ mts}$$

$$Xmf = 12.55 + 1.26 = 13.81 \text{ mts}$$

$$Ymf = 2.30 + 0.28 = 2.58 \text{ mts}$$

#### **11.6.- COMBINACIONES DE CARGA.**

$$U = 1.4CM + 1.7CV$$

$$U = 1.25(CM + CV) \pm CS$$

$$U = 0.9CM \pm CS$$

Todas las combinaciones de carga generadas seran ingresadas al programa SAP 2000:

Comb 1 1.4 CM + 1.7 CV

Comb 21 1.25 ( CM + CV )+ SISMO X

Comb 22 1.25 ( CM + CV ) - SISMO X

Comb 23 0.90 CM + SISMO X

Comb 24 0.90 CM - SISMO X

Comb 25 1.25 ( CM + CV ) + SISMO Y

Comb 26 1.25 ( CM + CV ) - SISMO Y

Comb 27 0.90 CM + SISMO Y

Comb 28 0.90 CM - SISMO Y

Envolv x De todas las combinaciones referidas a x

Envolv y De todas las combinaciones referidas a y

**11.7.- DEZPLAZAMIENTOS Y CONTROL DE DERIVAS.**

	A y D		B y C		CONTROL DE DISTORSION	
DESPLAZ. X	"DX"	DISTORSION X	"DX"	DISTORSION X	DISTORSION POR PISO	CUMPLE < 0.007
3ro NIVEL	0.24891	0.0158	0.0256	0.0005	0.008	NO
2do NIVEL	0.20004	0.0269	0.0242	0.0017	0.014	NO
1er NIVEL	0.1166	0.0271	0.01879	0.0061	0.017	NO

Nota: Medidas en Metros

	A y B		C y D		CONTROL DE DISTORSION	
DESPLAZ. Y	"DY"	DISTORSION Y	"DY"	DISTORSION Y	DISTORSION POR PISO	CUMPLE < 0.007
3ro NIVEL	0.00212	0.0001	0.2159	0.0164	0.008	NO
2do NIVEL	0.00167	0.0002	0.1651	0.0247	0.012	NO
1er NIVEL	0.0009	0.0002	0.08852	0.0206	0.010	NO

Nota: Medidas en Metros

Fuerzas Axial y Cortante			Fuerzas Axial y Cortante		
F.SISMICA	SX	SY	F.SISMICA	SX	SY
N max	Axial Plano XZ	Axial Plano XZ	N max		
V max	SHEAR 2-2 Plano XZ	SHEAR 3-3 Plano YZ	V max		
M max	MOMENT 3-3 Plano XZ	MOMENT 2-2 Plano YZ	M max		

✓ PREDIMENSIONAMIENTO DE ZAPATAS

12.- PREDIMENSIONAMIENTO DE ZAPATAS									
12.1.- CALCULO DEL PESO DE LA EDIFICACION									
Piso	Peso de Vigas (Tn)	Peso de Columnas (Tn)	Peso de Placas (Tn)	Aligerado (Tn)	Acabados (Tn)	Tabiqueria (Tn)	Total de Carga Muerta (Tn)	Total de Carga Viva (Tn)	Peso Total 1.4CM+1.7CV (Tn)
1	20.76	10.89	-	40.72	13.88	13.88	100.13	34.70	199.17
2	20.76	8.29	-	40.72	13.88	13.88	97.54	34.70	195.54
3	20.76	8.29	-	40.72	11.10	6.94	87.82	13.88	146.54
<b>Peso</b>	<b>62.28</b>	<b>27.48</b>	<b>-</b>	<b>81.44</b>	<b>27.76</b>	<b>27.76</b>	<b>197.66</b>	<b>69.40</b>	<b>541.25</b>
12.2.- CALCULO DE AREA DE ZAPATA									
Siendo condicion del trabajo de investigacion, el tener como dato un suelo rígido, se supondra una capacidad admisible del terreno de 15 Tn/m2, por lo que el predimensionamiento inicial de la zapatas aisladas será:									
$q_a = \frac{P_{edif} + P_{cim}}{A_{cim.}}$									
Por lo tanto tenemos:									
$q_a = \frac{541.25}{\text{Area Zapatas}}$									
$A_{cim.} = 36.08 \text{ m}^2$									
10 zapatas AREA POR ZAPATA $3.6083646 \quad 1.90$									
<b>Por lo tanto se consideraran zapatas <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1.90 x 1.90 mts</span></b>									
Para el analisis interaccion suelo estructura se considerara un coeficiente de balasto igual a $C_z = 1.15 \text{ Kg/cm}^3$									
$K_z = C_z \cdot A_{zapata}$									
$K_z = 1150 \times 1.90 \times 1.90 = 4,151.50 \text{ Tn/m}$									

✓ ANÁLISIS DINÁMICO DE LA EDIFICACIÓN

**DISEÑO SÍSMICO ESTÁTICO Y DINÁMICO**

**13.- ANALISIS SISMICO DINAMICO DE LA EDIFICACION**

**13.1.- CALCULO DE MASAS TRASLACIONALES Y ROTACIONALES.**

Piso	Largo (m)	Ancho (m)	Total de Carga Muerta (Tn)	Total de Carga Viva (Tn)	Porcentaje de Carga Viva a Considerar (Tn)	Peso Total CM+CV (Tn)	Masa Traslacional (Tn.seg2/m)	Masa Rotacional (Tn.seg2.m)
					25%			
1	25.10	5.53	100.13	34.70	8.68	108.80	11.09	610.51
2	25.10	5.53	97.54	34.70	8.68	106.21	10.83	595.97
3	25.10	5.53	87.82	13.88	3.47	91.29	9.31	512.24
<b>Peso</b>			<b>185.35</b>	<b>48.58</b>	<b>12.15</b>	<b>197.50</b>	<b>20.13</b>	<b>1,108.21</b>

**13.2.- ESPECTRO DE RESPUESTA.**

$$S_a = \frac{Z \cdot U \cdot S \cdot C}{R} \cdot g \quad C = 2.5 \frac{T_p}{T}$$

$$\text{Factor de Escala} = \frac{Z \cdot U \cdot S}{R} \cdot g$$

**Factor de Escala = 0.6937**

Parametros	Valores	Descripcion
Z	0.45	Zona 4 ( Piura )
U	1.00	Edificacion para vivienda
S	1.10	Suelo cohesivo con arcilla (S2)
Rx = Ry	7.00	Estructura Conformada Por Porticos y Muros Estruct.
Tp	0.60	Factor que depende de "S"
hn	10.60	Altura total de la edificacion (mts)
Ct	35.00	Coefficiente para estimar el periodo fundamental
T	0.30	Periodo fundamental de la estructura
C calculado	4.95	Coefficiente de amplificacion sismica
C asumido	2.50	Coefficiente de amplificacion sismica

Para un suelo cohesivo:

T	C	Sa	T	C	Sa	T	C	Sa
0.00	2.50	1.73	2.00	1.00	0.69	7.50	0.07	0.05
1.00	2.50	1.73	2.50	0.64	0.44	8.00	0.06	0.04
1.10	2.27	1.58	3.00	0.44	0.31	8.50	0.06	0.04
1.20	2.08	1.45	3.50	0.33	0.23	9.00	0.05	0.03
1.30	1.92	1.33	4.00	0.25	0.17	9.50	0.04	0.03
1.40	1.79	1.24	4.50	0.20	0.14			
1.50	1.67	1.16	5.00	0.16	0.11			
1.60	1.56	1.08	5.50	0.13	0.09			
1.70	1.38	0.96	6.00	0.11	0.08			
1.80	1.23	0.86	6.50	0.09	0.07			
1.90	1.11	0.77	7.00	0.08	0.06			

**13.3.- COMBINACIONES DE CARGA.**

$$U = 1.4CM + 1.7CV$$

$$U = 1.25(CM + CV) \pm CS$$

$$U = 0.9CM \pm CS$$

Todas las combinaciones de carga generadas seran ingresadas al programa SAP 2000:

Comb 1	1.4 CM + 1.7 CV
Comb 21	1.25 ( CM + CV )+ ESPECTRO X
Comb 22	1.25 ( CM + CV ) - ESPECTRO X
Comb 23	0.90 CM + ESPECTRO X
Comb 24	0.90 CM - ESPECTRO X
Comb 25	1.25 ( CM + CV ) + ESPECTRO Y
Comb 26	1.25 ( CM + CV ) - ESPECTRO Y
Comb 27	0.90 CM + ESPECTRO Y
Comb 28	0.90 CM - ESPECTRO Y
Envolv x	De todas las combinaciones referidas a x
Envolv y	De todas las combinaciones referidas a y

**13.4.- DEZPLAZAMIENTOS Y CONTROL DE DERIVAS.**

Vertices de Diafragma	A y D		B y C		CONTROL DE DISTORSION	
	DESPLAZ. X	"DDX"	DISTORSION X	"DDX"	DISTORSION X	DISTORSION POR PISO
2do NIVEL	0.0293	0.0043	0.0254	0.0038	0.004	SI
1er NIVEL	0.0160	0.0037	0.0137	0.0032	0.003	SI

Nota: Medidas en Metros

Vertices de Diafragma	A y B		D y C		CONTROL DE DISTORSION	
	DESPLAZ. Y	"DDY"	DISTORSION Y	"DDY"	DISTORSION Y	DISTORSION POR PISO
2do NIVEL	0.0355	0.0045	0.0624	0.0085	0.0065	SI
1er NIVEL	0.0216	0.0050	0.036	0.0084	0.0067	SI

Nota: Medidas en Metros

**13.5.-FUERZAS Y PERIODO.**

DIRECCION	X	Y
Periodo Maximo "T"	0.29538	0.29538

Fuerzas Axial, Cortante y Momento Flector			Fuerzas Axial, Cortante y Momento Flector		
F.SISMICA	SDX	SDY	F.SISMICA	SDX	SDY
N max	Axial Plano XZ	Axial Plano XZ	N max	6.26	3.03
V max	SHEAR 2-2 Plano XZ	SHEAR 3-3 Plano YZ	V max	7.40	4.67
M max	MOMENT 3-3 Plano XZ	MOMENT 2-2 Plano YZ	M max	5.86	6.38

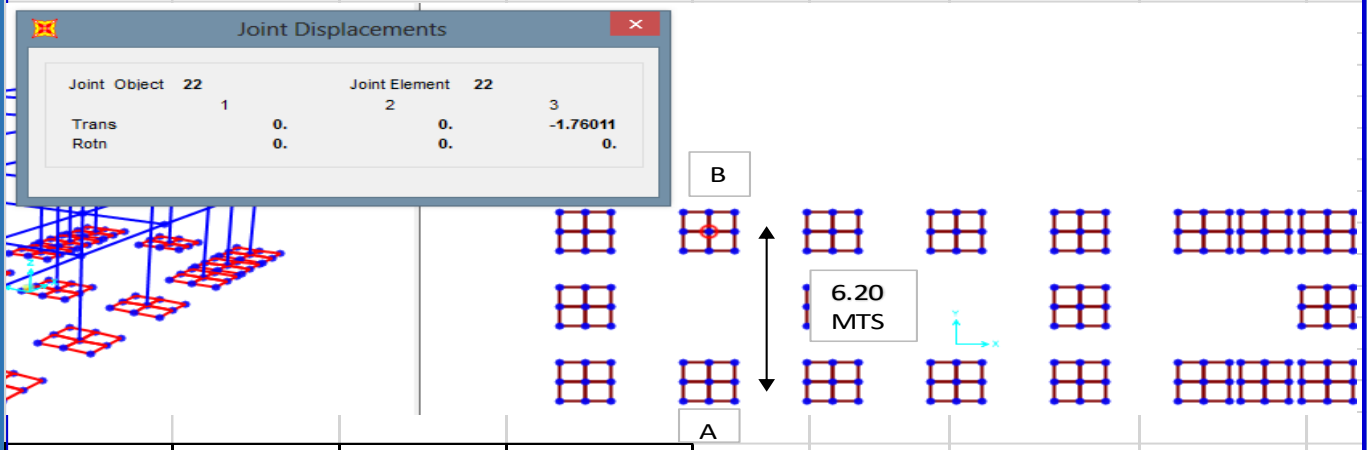
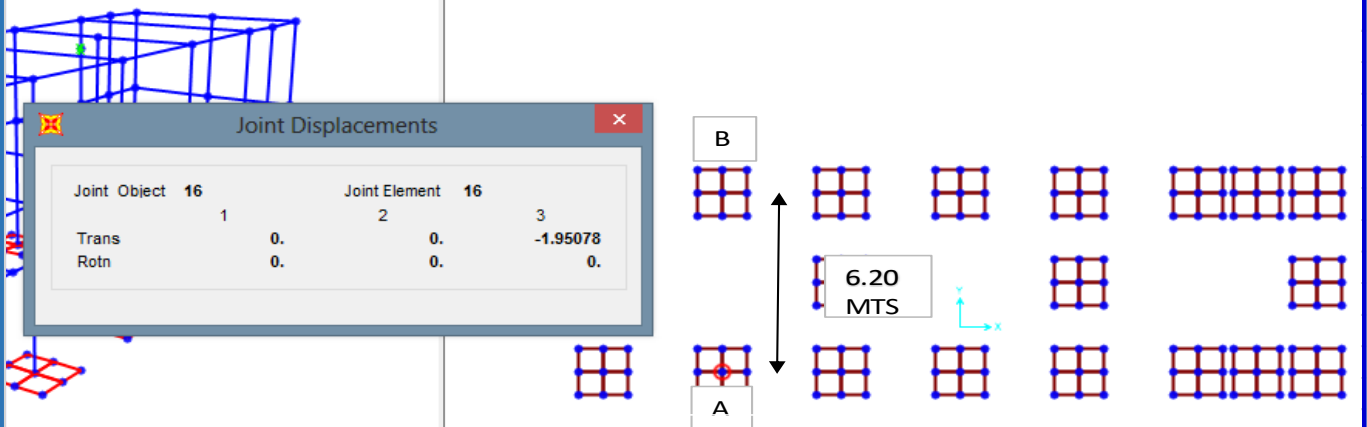
Nota: Medidas en Metros

✓ ASENTAMIENTO TOLERABLE

**DISEÑO SÍSMICO ESTÁTICO Y DINÁMICO**

**14.- ASENTAMIENTO TOLERABLE (Del Modelo de Analisis Dinamico con Balasto)**

ZAPATA	PESO EDIF. Tn.	PESO ZAP. Tn.	PESO TOTAL Tn.	COEF. BALASTO SUELO Tn/M3	AREA DE ZAPATA Mts.	RIGIDEZ VERTICAL Tn/m
Z-1	30.11	3.07	<b>33.18</b>	1,150.00	2.56	<b>2,944.00</b>
Z-2	17.52	3.07	<b>20.59</b>	1,150.00	2.56	<b>2,944.00</b>
Z-3 EJE 2	35.97	3.07	<b>39.04</b>	1,150.00	2.56	<b>2,944.00</b>
Z-3 EJE 4	30.11	3.07	<b>33.18</b>	1,150.00	2.56	<b>2,944.00</b>
Z-4	10.46	3.07	<b>13.53</b>	1,150.00	2.56	<b>2,944.00</b>



	$\delta_{TA}$	$\delta_{TB}$	$\delta$
$\Delta(\text{cm}) =$	1.95078	1.76011	0.19067
$L =$	620		

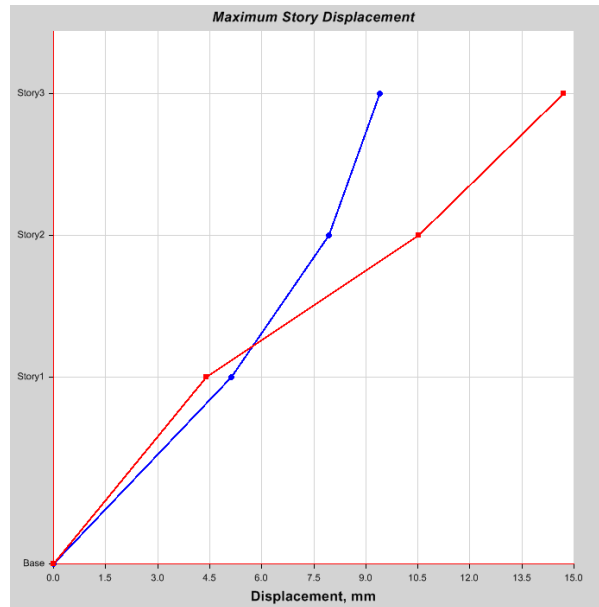
**Distorsión Angular ( $\delta/L$ ) = 0.00031 <  $1/750 = 0.00133$  Ok. No supera lo normado**





## ANALISIS Y DISCUSION

### Desplazamiento máximo esperado



Desplazamientos por análisis dinámico

Story	Elevation mm	Location	X-Dir mm	Y-Dir mm
Story3	10600	Top	1.177	1.837
Story2	7400	Top	0.992	1.316
Story1	4200	Top	0.641	0.551
Base	0	Top	0	0

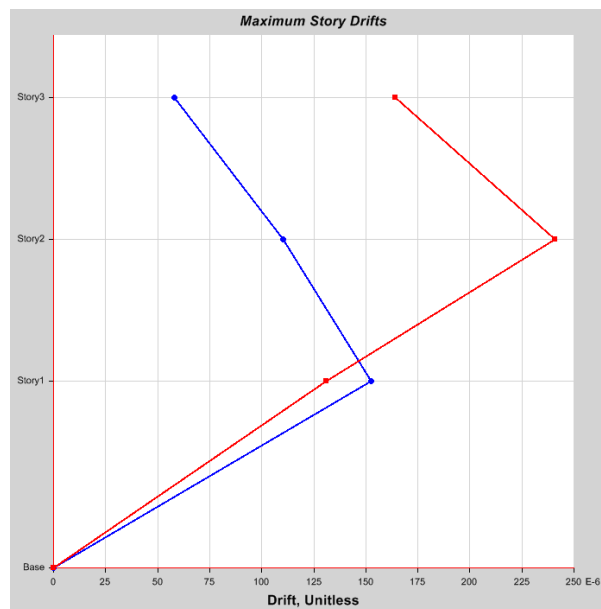
La Determinación de desplazamientos laterales se amplifican por R ya que ahora están con disipadores y se comparan con los desplazamientos permisibles mediante los siguientes:

Desplazamientos relativos por análisis dinámico

Story	X-Dir	Y-Dir	R X-Dir	R Y-Dir	d <sub>x</sub>	d <sub>y</sub>	δ <sub>p</sub>	Observ.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	
Story3	1.176	1.837	9.407	14.693	1.469	4.164	22.40	Cumple
Story2	0.992	1.316	7.938	10.529	2.812	6.122	22.40	Cumple
Story1	0.641	0.551	5.126	4.407	5.126	4.407	29.40	Cumple
Base	0	0						

Se observa que cumple con Norma E030 en ambas direcciones y en todos los niveles por lo tanto la estructura propuesta si resistirá un sismo severo.

Por otro lado se realiza un cálculo de distorsión admisible mediante los desplazamientos los cuales se amplificaran por R



Valores de respuesta por Nivel

Story	Elevation	Location	X-Dir	Y-Dir
	mm			
Story3	10600	Top	0.000058	0.000164
Story2	7400	Top	0.00011	0.000241
Story1	4200	Top	0.000153	0.000131
Base	0	Top	0	0

Se observa que las distorsiones en ambas direcciones y en todos los niveles son menores que 0.007 (E030 4.2), por lo tanto, la estructura es válida para soportar un sismo severo.

Realizamos una Comparación de desplazamientos de la estructura convencional y con disipadores en la siguiente tabla:

Tabla 6.12 Valores de respuesta por Nivel para desplazamientos

Story	Elevation	Location	Convencional		Con disipadores		Disminución (%)	
			X-Dir	Y-Dir	X-Dir	Y-Dir	X-Dir	Y-Dir
	mm				mm	mm		
Story3	10600	Top	52.554	50.113	9.407	14.693	82	71
Story2	7400	Top	42.083	41.598	7.938	10.529	81	75
Story1	4200	Top	24.436	27.098	5.126	4.407	79	84
Base	0	Top	0	0	0	0		

De la tabla 6.12 se observa que la inclusión de disipadores Taylor son eficientes ya que logran disminuir alrededor del 80% de desplazamientos, lo cual indica que todavía se tiene holgura para disminuir las secciones de los elementos estructurales, así como la cantidad de armadura.

## CONCLUSIONES

En este trabajo se analizó, la influencia de los disipadores de energía del tipo viscoso en un edificio estudiantil, después de hechos los análisis sísmicos correspondientes es posible hacer las siguientes conclusiones:

- ✓ Se realizó la estructuración teniendo en cuenta solo el análisis sísmico sin disipadores las cuales arrojaron que las columnas y vigas deben ser de 40×50cm y 30×50 respectivamente y luego se comprobó que estas secciones se mantenían cuando se incluyeron los disipadores, con lo cual se concluye que los disipadores no modifican la rigidez de la estructura, lo cual también se corrobora que el primer modo fundamental se mantiene.
- ✓ Al incluir ks disipadores las columnas disminuyen su sección su 40×50cm a 35×50cm, mientras que las vigas mantienen la misma sección de 30×50. En las hojas de cálculo en Excel se muestran los cálculos respectivos.
- ✓ En el diseño de los elementos estructurales se ve reflejado el aporte de los disipadores ya que las columnas no sobrepasan la cuantía mínima del 1%, lo cual contribuye a economizar respecto al cálculo convencional. Aunque este ahorro se verá superado por el costo de los disipadores. En un sismo severo se ahorrará en la reparación ya que los disipadores nos garantizan un comportamiento elástico en la estructura. Los planos del diseño está en el anexo 1.
- ✓ Con los modos de vibrar y los desplazamientos máximos de la estructura convencional se procedió a diseñar los disipadores, que se incluyen en anexo 2.

## **RECOMENDACIONES**

- ✓ Se recomienda que los futuros proyectos de infraestructura educativa como es caso de universidades se incorpore el uso de disipadores para amortiguar los efectos de sismo y así discutir los desplazamientos y evitar fisuras en los elementos estructurales.
- ✓ También es necesario una Norma para el caso de diseño de sistemas modernos de protección sísmica como DISIPADORES. Esperamos que en un corto tiempo la Norma E030 se pueda incluir un capítulo al respecto.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Avilés Raúl (2001) Dispositivos para el control de vibraciones. (Tesis).Valdivia: Universidad Austral de Chile

American Concrete Institute (ACI) (2008). ACI 318-14 Requisitos de reglamento para concreto estructural y comentario. USA.

American Institute of steel construction (AISC) (2005). Steel construction manual (13th edition). USA.

American Society of Civil Engineers (ASCE) (2005) ASCE 7-10: Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures. (2010 edition). Reston, VA.

FALK, Peter. (2010). Análisis del comportamiento de estructuras de acero provistas de disipadores de energía tipo “Slotted Bolted Connection”. (Tesis).Santiago: Universidad de Chile

Federal Emergency Management Agency (FEMA) (1997). Commentary on the Guidelines for the Seismic Rehabilitation of Buildings – NEHRP. FEMA273 - 274. Washington, D.C.

Harmsen Teodoro (2005) Diseño de estructuras de concreto armado. (Cuarta Edición). Lima: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú

Hwang, Jenn-Shin (2002) Seismic Design of Structures with Viscous Dampers. Taiwan

M.D. Symans Et al. (2008). Energy Dissipation Systems for Seismic Applications: Current Practice and Recent Developments. Estados Unidos

Reglamento Nacional de Edificaciones (2006) Norma técnica de edificación E.030. Diseño sismorresistente.

OVIEDO, Ricardo. (2008). Dispositivos pasivos de disipación de energía para diseño sismorresistente de estructuras. (Tesis de Maestría). Lima: Universidad nacional de ingeniería.

PARDO, Juan Pablo. (2007). Control de la respuesta dinámica de estructuras mediante el uso de disipadores de energía de fluido viscoso del tipo lineal. (Tesis).Valdivia: Universidad Austral de Chile

Research Council On Structural Connections (RCSC) (2004) Specification for Structural Joints Using ASTM A325 or A490 Bolts.Estados Unidos

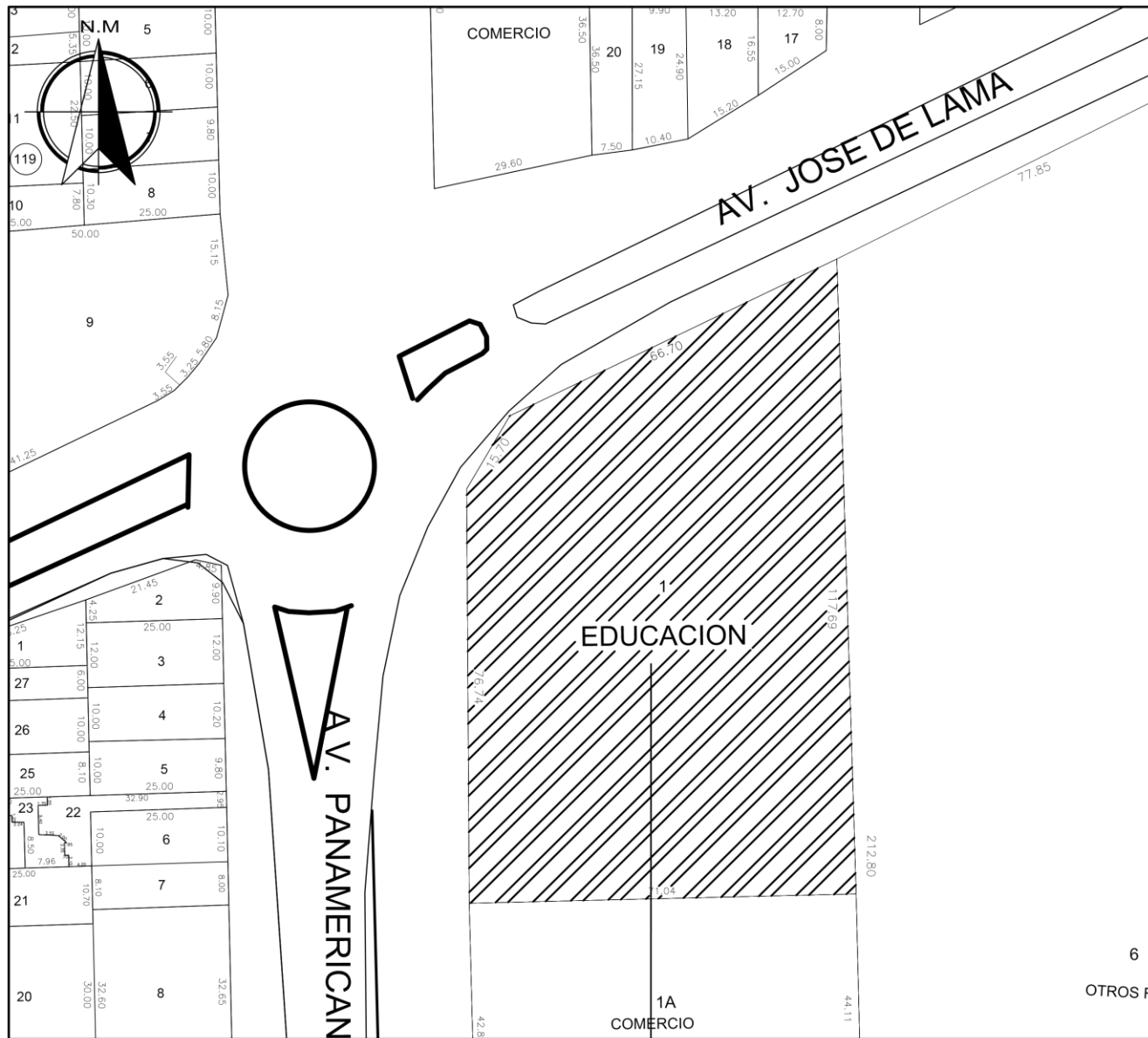
Taboada, José e Izcue Arturo. (2009) Análisis de diseño asistido por computadoras. (Tesis). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú

T.T. Soong y M.C. Constantinou (1994) Passive and active structural vibration control in civil engineering. New York

VILLARREAL Genner Y OVIEDO Ricardo (2009) Edificaciones con Disipadores de Energía. (Primera edición). Lima, Perú.

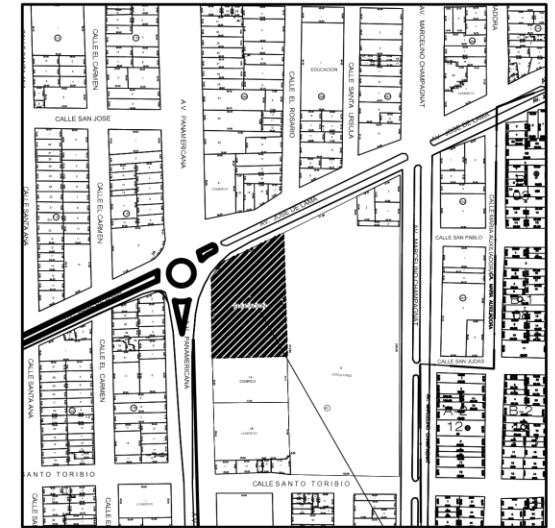
## **ANEXOS**





**UBICACION**

ESC.: 1/500

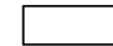


**LOCALIZACION**

ESC.: 1/5000



ÁREA TOTAL 7090.53 M<sup>2</sup>



PERIMETRO TOTAL 347.87 ML

**DEPARTAMENTO: PIURA**  
**PROVINCIA : SULLANA**  
**DISTRITO : SULLANA**  
**SECTOR : 08**  
**LOTE : 01**  
**MANZANA : Mz - 401**

ALUMNO:  
ERICK ALONSO CORTEGANA RIVAS

PROYECTO:  
"DISEÑO ESTRUCTURAL CON DISIPADORES DE ENERGÍA VISCOSSA PARA UNA EDIFICACIÓN CUYO USO ES RESIDENCIA ESTUDIANTIL DE LA UNIVERSIDAD SAN PEDRO - "SAD SULLANA"

ESPECIALIDAD:  
**UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN**

LOCALIZACIÓN:  
PIURA  
SULLANA  
MARCAVELICA

UBICACIÓN:  
AVENIDA PANAMERICANA  
MZ: 401  
LT: 1

LAMINA No.  
**U-01**

CATEDRÁTICO:

DIBUJO:  
E. A. C. R

FECHA  
NOVIEMBRE - 2016

ESCALA:  
INDICADA