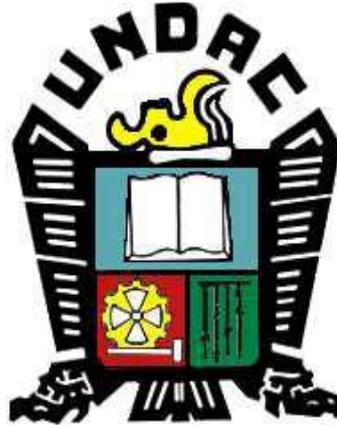


**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS:**

**EVALUACIÓN ESTRUCTURAL MEDIANTE LA NORMA ACI 562 PARA DETERMINAR LA SOSTENIBILIDAD DEL PABELLÓN DE INGENIERÍA DE MINAS Y MEDICINA EN EL CAMPUS DE PUCAYACU UNDAC 2018**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. Edgar Lawrens Vásquez Rivera**

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE:**

**Ingeniero Civil.**

**ASESOR:**

**Arq° José German Ramírez Medrano**

**Cerro de Pasco, Diciembre de 2018**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**EVALUACIÓN ESTRUCTURAL MEDIANTE LA NORMA ACI 562 PARA  
DETERMINAR LA SOSTENIBILIDAD DEL PABELLÓN DE  
INGENIERÍA DE MINAS Y MEDICINA EN EL CAMPUS DE  
PUCAYACU UNDAC 2018**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. Edgar Lawrens Vásquez Rivera**

**SUSTENTADO Y PROBADO ANTE LA COMISIÓN DE JURADOS**

---

**MAGISTER EUSEBIO ROQUE HUAMAN  
PRESIDENTE**

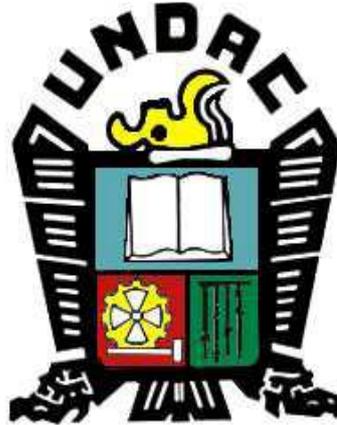
---

**MAGISTER LUIS ALBERTO PACHECO PEÑA  
MIEMBRO**

---

**ING. PEDRO YARASCA CORDOVA  
MIEMBRO**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS:**

**EVALUACIÓN ESTRUCTURAL MEDIANTE LA NORMA ACI 562 PARA  
DETERMINAR LA SOSTENIBILIDAD DEL PABELLÓN DE INGENIERÍA  
DE MINAS Y MEDICINA EN EL CAMPUS DE PUCAYACU UNDAC 2018**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. Edgar Lawrens Vásquez Rivera**

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE:**

**Ingeniero Civil.**

**ASESOR:**

**Arq° José German Ramírez Medrano**

**Cerro de Pasco, Diciembre de 2018**

Agradezco a Dios, a mi padre, mi madre, mis hermanos, mi esposa y a mi hijo por estar a mi lado y apoyarme para seguir adelante en este proyecto, gracias por apoyarme como lo han hecho para que yo siga investigando y aprendiendo más de esta fascinante carrera que es la Ingeniería Civil

## RESUMEN

Los terremotos no matan personas, las personas mueren por la construcción mal hecha. En regiones donde las prácticas de construcción son comúnmente de baja calidad los terremotos pueden destruir viviendas, en particular las de mampostería no reforzada, dejando como resultado decenas de miles de personas muertas, y cientos de miles de desamparados y desplazados. La ubicación, mecanismo, magnitud, y movimiento del suelo son distintos en cada terremoto, así como la respuesta de cada edificación a los distintos movimientos del suelo. Hasta las edificaciones que sobreviven a los eventos sísmicos podrían estar en riesgo de colapsar en un terremoto subsiguiente. Es por ello que evaluaremos estructuralmente el pabellón de ingeniería de minas y medicina en el campus de Pucayacu mediante la norma ACI 562 y así podremos determinar la sostenibilidad del pabellón ante un evento telúrico. La norma ACI 562 aporta parámetros para evaluar la resistencia a futuros terremotos de edificaciones con o sin daños y/o reparaciones. Las vulnerabilidades existentes se identifican como deficiencias en el procedimiento de evaluación, siendo necesaria su corrección como parte del diseño del reforzamiento. A través del procedimiento se identifican otras deficiencias sísmicas y se proveen técnicas específicas de reforzamiento para llevar la estructura a un nivel de desempeño sísmico de seguridad humana, en caso que la estructura no se encuentra vulnerables determinaremos que no es necesario un refuerzo.

## **ABSTRACT**

Earthquakes are not people; people die because of bad construction. In regions where construction practices are of low quality, earthquakes can destroy homes, particularly those of unreinforced masonry, as a result of miles of dead people, and hundreds of miles of homeless and displaced people. The location, mechanism, magnitude, and movement in the ground are different in each earthquake, as well as in the response in each edition. Even the editions that survive the seismic events that are at risk of collapsing in a subsequent earthquake. That is why we structurally evaluate the engineering pavilion of mines and medicine in the Pucayacu campus through the ACI 562 standard and thus we can determine the sustainability of the pavilion before a telluric event. L normal ACI 562 provides parameters to evaluate the resistance to future earthquakes of buildings with damages and / or repairs. The existing vulnerabilities are identified as deficiencies in the evaluation procedure, but must also be corrected as part of the reinforcement design. Through the procedure, other seismic deficiencies are identified and specific reinforcement techniques are tested to carry out the structure at a level of seismic performance of human security, in the case of the structure of social networks.

## INDICE

RESUMEN.....	5
ABSTRACT .....	6
INTRODUCCION .....	12
CAPÍTULO I .....	13
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	13
1.1. DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA .....	13
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	14
1.3. PROBLEMAS ESPECÍFICOS .....	15
1.4. OBJETIVOS .....	15
1.4.1. <i>Objetivo General</i> .....	15
1.4.2. <i>Objetivos Específicos</i> .....	15
1.5. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA .....	16
1.6. IMPORTANCIA Y ALCANCES DE INVESTIGACIÓN.....	16
1.7. LIMITACIONES.....	17
CAPÍTULO II .....	18
MARCO TEÓRICO .....	18
2.1. ANTECEDENTES.....	18
2.2. BASES TEÓRICOS – CIENTÍFICOS .....	26
2.2.1. <i>¿Por qué una Norma de Reparación?</i> .....	26
2.2.2. <i>Objetivos del ACI 562</i> .....	27
2.2.3. <i>ACI 562 – Norma para Evaluación, Reparación y Rehabilitación de Edificaciones de Concreto (Contenido)</i> .....	28
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.....	29
2.3.1. <i>Procedimiento</i> .....	29
2.3.2. <i>Proceso</i> .....	29
2.3.3. <i>Normas</i> .....	29
2.3.4. <i>Normalización</i> .....	29
2.3.5. <i>Certificación</i> .....	30
2.3.6. <i>Proyecto de construcción</i> .....	30
2.3.7. <i>Ingeniería Estructural</i> .....	30
2.3.8. <i>Vulnerabilidad</i> .....	31
2.3.9. <i>Sismo</i> .....	31
2.4. HIPÓTESIS.....	32
2.5. IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES .....	32
2.5.1. <i>Variable independiente</i> .....	32
2.5.2. <i>Variable dependiente</i> .....	33
CAPÍTULO III.....	34
METODOLOGÍA.....	34
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	34

3.2.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	34
3.3.	POBLACIÓN Y MUESTRA .....	35
3.3.1.	<i>Población</i> .....	35
3.3.2.	<i>Muestra</i> .....	35
3.4.	MÉTODOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	35
3.5.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	35
3.6.	TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS .....	36
CAPÍTULO IV.....		37
APLICACIÓN DE LA NORMAL ACI 562.....		37
4.1.	OBJETIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL.....	37
4.2.	CRITERIOS ESTRUCTURALES.....	37
4.2.1.	<i>Simplicidad Y Simetría</i> .....	37
4.2.2.	<i>Resistencia Y Ductilidad</i> .....	38
4.2.3.	<i>Hiperestaticidad y Monolitismo</i> .....	38
4.2.4.	<i>Uniformidad Y Continuidad Estructural</i> .....	39
4.2.5.	<i>Rigidez Lateral</i> .....	39
4.2.6.	<i>Influencia De Elementos No Estructurales</i> .....	39
4.2.7.	<i>Suelo firme y buena cimentación</i> .....	40
4.3.	ELECCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL .....	40
4.4.	DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES EMPLEADOS.....	42
4.4.1.	<i>Vigas</i> .....	42
4.4.2.	<i>Columnas</i> .....	43
4.5.	MÉTODO DE DISEÑO Y REGLAMENTOS DE DISEÑO.....	43
4.6.	SOFTWARE DE MODELACIÓN .....	43
4.7.	PARÁMETROS DE DISEÑO .....	44
4.7.1.	<i>Características De Los Materiales Empleados</i> .....	44
4.7.2.	<i>Predimensionamiento De Elementos Estructurales</i> .....	45
4.7.2.1.	<i>Pre dimensionamiento de Vigas</i> .....	45
4.7.2.2.	<i>Pre dimensionamiento de Columnas</i> .....	45
4.7.2.3.	<i>Predimensionamiento de zapatas</i> .....	46
4.8.	CARGAS DE DISEÑO .....	47
4.8.1.	<i>Cargas Estáticas Cargas Unitarias</i> .....	47
4.8.2.	<i>Cargas Distribuidas</i> .....	48
4.8.3.	<i>Masas Para El Análisis Dinámico Modal Y Sísmico</i> .....	48
4.8.4.	<i>Análisis Sísmico</i> .....	48
4.8.5.	<i>Combinaciones De Carga según Norma Peruana</i> .....	50
4.9.	CALCULO DE LAS SOLICITUDES.....	51
4.10.	MODELAMIENTO DE LA ESTRUCTURA EN EL SAP2000 PABELLÓN DE MEDICINA ANTES DEL MANTENIMIENTO .....	53
4.10.1.	<i>Planteamiento General De La Edificación</i> .....	53
4.10.2.	<i>Vista Lateral:</i> .....	53
4.10.3.	<i>Resultado De Análisis (SAP2000)</i> .....	54
4.10.3.1.	<i>Resultado De Análisis Seudo-Estáticos</i> .....	54
4.10.3.2.	<i>Peso de la estructura</i> .....	55

4.10.3.3.	<i>Fuerza cortante mínima en la base</i> .....	56
4.10.3.4.	<i>Calculo de los desplazamientos relativos laterales y su comparación con los máximos permitidos por la norma e.030.</i> .....	56
4.10.3.5.	<i>Comparación con los desplazamientos laterales relativos admisibles:</i> .....	59
4.11.	<b>MODELAMIENTO DE LA ESTRUCTURA EN EL SAP2000 PABELLÓN DE MINAS ANTES DEL MANTENIMIENTO</b> .....	60
4.11.1.	<i>Planteamiento General De La Edificación</i> .....	60
4.11.2.	<i>Vista Lateral:</i> .....	60
4.11.3.	<i>Resultado De Análisis (SAP2000)</i> .....	61
4.11.3.1.	<i>Resultado De Análisis Seudo-Estáticos</i> .....	61
4.11.3.2.	<i>Peso de la estructura</i> .....	62
4.11.3.3.	<i>Fuerza cortante mínima en la base</i> .....	63
4.11.3.4.	<i>Calculo de los desplazamientos relativos laterales y su comparación con los máximos permitidos por la norma e.030.</i> .....	63
4.11.3.5.	<i>Comparación con los desplazamientos laterales relativos admisibles:</i> .....	66
4.12.	<b>MODELAMIENTO DE LA ESTRUCTURA EN EL SAP2000 PABELLÓN DE MEDICINA DESPUÉS DEL MANTENIMIENTO</b> .....	68
4.12.1.	<i>Planteamiento General De La Edificación</i> .....	68
4.12.2.	<i>Vista Lateral:</i> .....	68
4.12.3.	<i>Resultado De Análisis (SAP2000)</i> .....	69
4.12.3.1.	<i>Resultado De Análisis Seudo-Estáticos</i> .....	69
4.12.3.2.	<i>Peso de la estructura</i> .....	70
4.12.3.3.	<i>Fuerza cortante mínima en la base</i> .....	71
4.12.3.4.	<i>Calculo de los desplazamientos relativos laterales y su comparación con los máximos permitidos por la norma e.030.</i> .....	71
4.12.3.5.	<i>Comparación con los desplazamientos laterales relativos admisibles:</i> .....	74
4.13.	<b>MODELAMIENTO DE LA ESTRUCTURA EN EL SAP2000 PABELLÓN DE MINAS DESPUÉS DEL MANTENIMIENTO</b> .....	75
4.13.1.	<i>Planteamiento General De La Edificación</i> .....	75
4.13.2.	<i>Vista Lateral:</i> .....	75
4.13.3.	<i>Resultado De Análisis (SAP2000)</i> .....	76
4.13.3.1.	<i>Resultado De Análisis Seudo-Estáticos</i> .....	76
4.13.3.2.	<i>Peso de la estructura</i> .....	77
4.13.3.3.	<i>Fuerza cortante mínima en la base</i> .....	78
4.13.3.4.	<i>Calculo de los desplazamientos relativos laterales y su comparación con los máximos permitidos por la norma e.030.</i> .....	78
4.13.3.5.	<i>Comparación con los desplazamientos laterales relativos admisibles:</i> .....	81
<b>CAPÍTULO V</b> .....		<b>82</b>
<b>RESULTADO DE LA APLICACIÓN</b> .....		<b>82</b>
5.1.	<b>CARGAS, COMBINACIONES DE CARGA Y FACTORES DE REDUCCIÓN</b> .....	82
	<b>Caso 1: Laboratorios</b> .....	84

<i>Caso 2: Aulas</i> .....	85
5.2. IDENTIFICACIÓN DE DEFICIENCIAS.....	85
<i>Cronología de eventos</i> .....	87
<i>Comparación de cargas de Diseño</i> .....	87
5.3. PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS.....	88
5.4. CONTROLES DE DURABILIDAD.....	90
CONCLUSIONES.....	92
RECOMENDACIONES.....	96
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA Y ANEXOS.....	97
ANEXOS.....	97

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES Y TABLAS

ILUSTRACIÓN 1: SISTEMA ESTRUCTURA.....	41
ILUSTRACIÓN 2: FACTOR DE SUELO.....	42
ILUSTRACIÓN 3: COLOCACIÓN DE DATOS PARA ANÁLISIS SÍSMICO.....	50
ILUSTRACIÓN 4: PLANTEAMIENTO GENERAL DE LA EDIFICACIÓN 1.....	53
ILUSTRACIÓN 5: VISTA LATERAL DE LA EDIFICACIÓN 1.....	53
ILUSTRACIÓN 6: RESULTADOS SEUDO - ESTÁTICOS.....	54
ILUSTRACIÓN 7: RATIOS DE PARTICIPACIÓN.....	55
ILUSTRACIÓN 8: DATOS PARA EL PESO DE LA ESTRUCTURA.....	55
ILUSTRACIÓN 9: FUERZA CORTANTE MÍNIMA EN LA BASE.....	56
ILUSTRACIÓN 10: DATOS PARA DESPLAZAMIENTOS LATERALES X.....	57
ILUSTRACIÓN 11: DESPLAZAMIENTOS LATERALES.....	57
ILUSTRACIÓN 12: DATOS PARA DESPLAZAMIENTOS LATERALES Y.....	58
ILUSTRACIÓN 13: DESPLAZAMIENTOS LATERALES Y.....	58
ILUSTRACIÓN 14: PLANTEAMIENTO GENERAL DE LA EDIFICACIÓN 2.....	60
ILUSTRACIÓN 15: VISTA LATERAL DE LA EDIFICACIÓN 2.....	60
ILUSTRACIÓN 16: RESULTADOS SEUDO - ESTÁTICOS.....	61
ILUSTRACIÓN 17: RATIOS DE PARTICIPACIÓN.....	62
ILUSTRACIÓN 18: DATOS PARA EL PESO DE LA ESTRUCTURA.....	62
ILUSTRACIÓN 19: FUERZA CORTANTE MÍNIMA EN LA BASE.....	63
ILUSTRACIÓN 20: DATOS PARA DESPLAZAMIENTOS LATERALES X.....	64
ILUSTRACIÓN 21: DESPLAZAMIENTOS LATERALES.....	64
ILUSTRACIÓN 22: DATOS PARA DESPLAZAMIENTOS LATERALES Y.....	65
ILUSTRACIÓN 23: DESPLAZAMIENTOS LATERALES Y.....	66
ILUSTRACIÓN 24: PLANTEAMIENTO GENERAL DE LA EDIFICACIÓN 3.....	68
ILUSTRACIÓN 25: VISTA LATERAL DE LA EDIFICACIÓN 3.....	68
ILUSTRACIÓN 26: RESULTADOS SEUDO - ESTÁTICOS.....	69
ILUSTRACIÓN 27: RATIOS DE PARTICIPACIÓN.....	70
ILUSTRACIÓN 28: DATOS PARA EL PESO DE LA ESTRUCTURA.....	70
ILUSTRACIÓN 29: FUERZA CORTANTE MÍNIMA EN LA BASE.....	71
ILUSTRACIÓN 30: DATOS PARA DESPLAZAMIENTOS LATERALES X.....	72
ILUSTRACIÓN 31: DESPLAZAMIENTOS LATERALES.....	72
ILUSTRACIÓN 32: DATOS PARA DESPLAZAMIENTOS LATERALES Y.....	73

<b>ILUSTRACIÓN 33: DESPLAZAMIENTOS LATERALES Y .....</b>	<b>73</b>
<b>ILUSTRACIÓN 34: PLANTEAMIENTO GENERAL DE LA EDIFICACIÓN 4 .....</b>	<b>75</b>
<b>ILUSTRACIÓN 35: VISTA LATERAL DE LA EDIFICACIÓN 4 .....</b>	<b>75</b>
<b>ILUSTRACIÓN 36: RESULTADOS SEUDO - ESTÁTICOS.....</b>	<b>76</b>
<b>ILUSTRACIÓN 37: RATIOS DE PARTICIPACIÓN .....</b>	<b>77</b>
<b>ILUSTRACIÓN 38: DATOS PARA EL PESO DE LA ESTRUCTURA .....</b>	<b>77</b>
<b>ILUSTRACIÓN 39: FUERZA CORTANTE MÍNIMA EN LA BASE .....</b>	<b>78</b>
<b>ILUSTRACIÓN 40: DATOS PARA DESPLAZAMIENTOS LATERALES X .....</b>	<b>79</b>
<b>ILUSTRACIÓN 41: DESPLAZAMIENTOS LATERALES .....</b>	<b>79</b>
<b>ILUSTRACIÓN 42: DATOS PARA DESPLAZAMIENTOS LATERALES Y .....</b>	<b>80</b>
<b>ILUSTRACIÓN 43: DESPLAZAMIENTOS LATERALES Y .....</b>	<b>80</b>
<b>ILUSTRACIÓN 44: PERFIL DE LA ESTRUCTURA DE LABORATORIOS .....</b>	<b>84</b>
<b>TABLA 1: CARACTERÍSTICA CE LOS MATERIALES EMPLEADOS.....</b>	<b>44</b>
<b>TABLA 2: CUADRO PARA PREDIMENSIONAMIENTO DE COLUMNAS .....</b>	<b>46</b>
<b>TABLA 3: CARGA MUERTA EMPLEADA EN LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>47</b>
<b>TABLA 4: CARGA VIVA EMPLEADA EN LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>48</b>
<b>TABLA 5: SOLICITUDES PARA EL DISEÑO .....</b>	<b>51</b>
<b>TABLA 6: CUANTÍAS .....</b>	<b>52</b>
<b>TABLA 7: DESPLAZAMIENTOS LATERALES RELATIVOS .....</b>	<b>59</b>
<b>TABLA 8: DESPLAZAMIENTOS LATERALES RELATIVOS .....</b>	<b>66</b>
<b>TABLA 9: DESPLAZAMIENTOS LATERALES RELATIVOS .....</b>	<b>74</b>
<b>TABLA 10: DESPLAZAMIENTOS LATERALES RELATIVOS .....</b>	<b>81</b>
<b>TABLA 11: IDENTIFICACIÓN DE LAS DEFICIENCIAS .....</b>	<b>86</b>
<b>TABLA 12: RESULTADOS DE PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS .....</b>	<b>89</b>

## INTRODUCCION

Mediante la reparación y análisis previo de daños y el reforzamiento estructural simultáneamente, la meta es facilitar la rápida reparación y reconstrucción de edificaciones existentes dañadas o inseguras que pueda existir, posibilitando el retorno de las personas desplazadas a sus hogares, y reduciendo el riesgo de daño debido a sismos en las que no han sufrido daños.

La norma ACI 562 nos ayudara a determinar la condición actual de la estructura, pudiendo estar buena, regular o mala, iniciando por una Revisión de la información disponible, siendo:

- Planos y especificaciones de la construcción original
- Estudios acerca de las condiciones de la estructura
- Proyectos pasados: reparaciones, adiciones estructurales

Además, la Norma ACI 562 nos ayudara a Evaluar las condiciones existentes del Pabellón indicado en el título, siendo:

- Investigación de campo
- Pruebas de laboratorio
- Revisión estructural

Por lo tanto iniciaremos este proyecto de investigación mencionando el problema de investigación para luego determinar los objetivos, las hipótesis y luego analizar las conclusiones que ayudaran al buen entendimiento de la norma ACI 562

## Capítulo I

### El Problema De Investigación

#### 1.1. Determinación del problema

Entre los riesgos de renovar Edificaciones viejas está la presencia de materiales peligrosos, vapores de productos químicos tóxicos, polvo y líneas activas de servicios de gas o electricidad, así como potenciales fallas estructurales.

#### Riesgos por pintura con plomo

Antes de 1978, el plomo se usaba como pigmento y agente de secado en las pinturas a base de aceite. Estas pinturas que contienen plomo pueden entrañar un riesgo para la salud si se ingieren.

### Riesgos por servicios públicos

Las líneas activas de servicio público en edificios, tales como gas natural y electricidad son unos de los principales riesgos de renovar casas viejas. En casi todos los proyectos de renovación no se corta la electricidad, para poder usar temporalmente luces y herramientas eléctricas sin necesidad de generadores portátiles. Durante la demolición es imperativo cortar el suministro de energía eléctrica. Muchas veces resulta difícil estar 100 por ciento seguro de cómo diversos dispositivos están conectados al circuito eléctrico, especialmente en las viviendas más viejas donde los propietarios o contratistas menos calificados pudieron haber hecho renovaciones sin cumplir con los códigos correspondientes. En caso de duda, asegúrese de comprobar todos los dispositivos para garantizar que no hay corriente eléctrica antes de comenzar cualquier tarea de demolición.

## **1.2. Formulación del problema**

### **Problema General**

¿Es Sostenible luego de Evaluar Estructuralmente mediante la Norma ACI 562 el Pabellón de Ingeniería de Minas y Medicina en el Campus de Pucayacu UNDAC?

### **1.3. Problemas Específicos**

- ¿Es Sostenible luego de Evaluar Estructuralmente mediante Las Cargas, combinaciones de carga y Factores de Reducción, el Pabellón de Ingeniería de Minas y Medicina en el Campus de Pucayacu UNDAC?
- ¿Es Sostenible luego de identificar las deficiencias, el Pabellón de Ingeniería de Minas y Medicina en el Campus de Pucayacu UNDAC?
- ¿Es Sostenible luego de realizar las Pruebas no destructivas, el Pabellón de Ingeniería de Minas y Medicina en el Campus de Pucayacu UNDAC?
- ¿Es Sostenible luego de realizar los controles de durabilidad, el Pabellón de Ingeniería de Minas y Medicina en el Campus de Pucayacu UNDAC?

### **1.4. Objetivos**

#### **1.4.1. Objetivo General**

- Determinar la Sostenibilidad Evaluando estructuralmente mediante la Norma ACI 562 del Pabellón de Ingeniería de Minas y Medicina en el Campus de Pucayacu UNDAC

#### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Determinar la Sostenibilidad Evaluando las Cargas, Combinaciones de Carga y factores de reducción del Pabellón de Ingeniería de Minas y Medicina en el Campus de Pucayacu UNDAC

- Determinar la Sostenibilidad identificando las deficiencias del Pabellón de Ingeniería de Minas y Medicina en el Campus de Pucayacu UNDAC
- Determinar la Sostenibilidad luego de realizar las pruebas no destructivas del Pabellón de Ingeniería de Minas y Medicina en el Campus de Pucayacu UNDAC
- Determinar la Sostenibilidad luego de realizar los controles de durabilidad del Pabellón de Ingeniería de Minas y Medicina en el Campus de Pucayacu UNDAC

### **1.5. Justificación del Problema**

La presente investigación tiene como fin mejorar determinar la sostenibilidad estructural del proyecto, identificando las bondades y errores del Pabellón de Ingeniería de Minas y Medicina.

Dichos ambientes han sido remodelados y por ser edificaciones antiguas existe una incertidumbre de saber si existe la estabilidad estructural ya que albergara a más de 300 estudiantes, por tal motivo es importante determinar la sostenibilidad estructural de dichos ambientes.

### **1.6. Importancia y alcances de investigación**

La evaluación estructural se requiere para investigar la capacidad de estructuras existentes ante sollicitaciones nuevas o existe incertidumbre en su estructura. Su importancia se basa en:

- Edificios existentes que cambian de uso

- Edificios antiguos sin disponibilidad de planos
- Edificios que han soportado sismos (informes post sismo)
- Asesoría a clientes e inversionistas en la evaluación de edificaciones existentes, respecto a la seguridad estructural.
- Evaluación estructural de edificaciones existentes para contemplar su estado respecto a las normas vigentes.
- Visitas a las edificaciones existentes y solución a problemas en obras.

### **1.7. Limitaciones**

Los límites de esta investigación son:

- Vulnerabilidad sísmica
- Análisis del sistema Eléctrico
- Otras edificaciones de diferente uso al de servicio educativo

## **Capítulo II**

### **Marco teórico**

#### **2.1. Antecedentes**

Análisis De La Vulnerabilidad Sísmica De Las Viviendas Informales En La Ciudad De Trujillo

Autor: Johan Edgar Laucata Luna

La investigación genera una metodología simple para determinar el riesgo sísmico de viviendas informales de albañilería confinada en la ciudad de Trujillo. Para ello se ha analizado las características técnicas, así como los errores arquitectónicos, constructivos y estructurales de viviendas construidas informalmente. La mayoría de las viviendas informales carecen de diseño arquitectónico, estructural y se construyen con materiales de baja

calidad. Además, estas viviendas son construidas generalmente por los mismos pobladores de la zona, quienes no poseen los conocimientos, ni medios económicos necesarios para una buena práctica constructiva. Para recolectar la información para este trabajo de tesis se encuestaron 30 viviendas en 02 distritos de la ciudad de Trujillo, que se seleccionaron por sus características morfológicas y por la presencia de viviendas informales de albañilería. La información de campo se recolectó en fichas de encuesta, en las que se recopiló datos de ubicación, proceso constructivo, estructuración, y calidad de la construcción. Posteriormente el trabajo de gabinete se procesó la información en fichas de reporte donde se resume las características técnicas, elaborando un análisis sísmico simplificado por medio de la densidad de muros, determinando la vulnerabilidad y peligro y riesgo sísmico de las viviendas encuestadas. Luego con la información obtenida se detalló los principales defectos constructivos encontrados en las viviendas encuestadas. Los resultados obtenidos contribuyeron a la elaboración de una cartilla para la construcción y mantenimiento de las viviendas de albañilería confinada de la costa peruana, zona de alto peligro sísmico.

#### Donde Concluyo:

- La ciudad de Trujillo sufrió durante su historia varios eventos naturales, entre sismos e inundaciones. El fenómeno del Niño, los constantes sismos, la cercanía al mar y el suelo arenoso, generan un ambiente de riesgo permanente.

- El Porvenir y Víctor Larco son distritos altamente poblados y representativos de Trujillo, de características morfológicas diferentes. En ambos distritos se construye a través de la construcción informal y la autoconstrucción. Los recursos limitados de los propietarios, incidieron en la adquisición de materiales de baja calidad y contratación de mano de obra no capacitada.
- Los materiales utilizados en la construcción de las viviendas encuestadas son de regular a deficiente calidad. Existe un inadecuado control de calidad sobre los materiales. Las unidades de albañilería artesanales utilizadas en todas las viviendas, poseen una baja resistencia, una alta variabilidad dimensional y una gran absorción de agua. Esto es debido a la falta de uniformidad de la cocción de las unidades de albañilería de origen artesanal.
- La calidad de la mano de obra es regular a mala. Esto es generado por la poca capacitación y reducida inversión de los propietarios en mano de obra capacitada. Se observa la poca supervisión durante el proceso constructivo, inclusive en los proyectos asesorados por el Banmat, donde la supervisión es escasa.
- Los problemas estructurales encontrados la mayoría de las viviendas poseen tabiques sin arriostre, siendo un problema importante al interior de la vivienda. Además, en las azoteas donde se observó tabiques a media altura sin ningún tipo de arriostre, generando un peligro latente durante un sismo pudiendo afectar el

escape de los moradores. Ninguna de las viviendas posee una junta sísmica. Además, las losas de techo están a desnivel en zonas con pendiente, siendo un riesgo de daño entre las viviendas en un evento sísmico.

- Se encontró una mala distribución de los elementos estructurales en la vivienda. Debido a una falta de orientación de los constructores y diseñadores. La rigidez de las viviendas es mayor en el sentido perpendicular a la calle presentando una mayor densidad de muros. En cambio, en el sentido de la calle existe una insuficiente cantidad de muros para soportar un evento sísmico. Los daños en estos muros pueden afectar importantemente en la estructura de la vivienda.
- Los altos valores de densidad de muros en la dirección perpendicular a la fachada encontrados, están muy por encima de lo requerido. Esto ha demostrado que es la falta de conocimiento técnico y asesoría oportuna de profesionales, la causa principal que exista la deficiencia en la otra dirección. Existen viviendas que han tenido asesoría en la etapa de diseño, pero en algunos diseños no se ha considerado la sismorresistencia de la vivienda. En otros casos ha faltado una adecuada supervisión durante la construcción resultando una la construcción distinta al diseño original de la vivienda.
- Las construcciones informales en Trujillo ante un sismo severo podrían colapsar la mayoría de sus viviendas ante un sismo severo.

De acuerdo a los resultados obtenidos en los reportes de vulnerabilidad.

Vulnerabilidad Sísmica Estructural En Viviendas Sociales, Y Evaluación Preliminar De Riesgo Sísmico En La Región Metropolitana

Autor: Natalia Andrea Silva Bustos

El objetivo principal de esta tesis es estimar el riesgo sísmico en una muestra de viviendas sociales construidas entre los periodos 1980 y 2001, distribuidas en 12 comunas de la Región Metropolitana (RM). Para ello se abordan, en un análisis extenso, los dos factores involucrados, vulnerabilidad y peligro sísmico desde la perspectiva de la ingeniería y sismología aplicada respectivamente. La vulnerabilidad se abordó mediante dos enfoques: 1) asignación de clases de vulnerabilidad según distribución de daños dados por la Escala MSK-64; y 2) cálculo del Índice de densidad de muros (índice de primer nivel). Para ambas metodologías, se empleó el catastro detallado de daños experimentados tras el terremoto del 03/03/1985 (Ms 7.8). Se optó por emplear para el análisis cuantitativo de vulnerabilidad el índice de densidad de muros normalizado por número de pisos ( $d/n$ ) % propuesto por Meli (1991), principalmente por dos razones: a) ha sido concebida para este tipo de estructuras (albañilería reforzada) y ha sido adaptada a la realidad chilena, y b) permite una evaluación masiva de estructuras dado que requiere información estructural básica. Se establece una relación entre este índice y el grado de daño observado en

las viviendas, verificando los límites anteriormente propuestos y calibrados por Küpfer (1993). Se recomienda esta metodología para esta tipología pues permite estimar de buena manera, y en primer orden, el comportamiento sísmico esperado ante un evento de intensidades entre VI y VIII. Se propone un (d/n) % de 1.15 para el cual se esperaría un nivel de daño leve (G0 y G1). Se optó por establecer límites conservadores, es decir, que el grado de daño esperado sea mayor que el observado, subestimando la real respuesta de las viviendas sociales. Se evaluó el peligro sísmico en la RM, abordándolo mediante los enfoques probabilístico y determinístico. En el primero, se emplea la metodología propuesta por Algermissen & Perkins (1976), caracterizando las tres fuentes sismogénicas presentes en Chile Central, mediante relaciones de Gutenberg Richter (G-R) y leyes de atenuación, obteniendo isosistas para distintos periodos de retorno de interés. Se incorpora, además el efecto de sitio, que amplifica hasta en un grado la intensidad según el tipo de suelo dado por la geología superficial (Leyton et al. 2010). Se obtiene que el efecto conjunto y el aporte individual de la fuente interplaca thrust, son las que generan las mayores intensidades en la zona, observando que, para la cuenca de Santiago, la presencia de las fuentes cortical cordillerana (dada su cercanía), e intraplaca de profundidad intermedia, son influyentes. El enfoque determinístico generó los escenarios más desfavorables y creíbles a la vez para las fuentes inter e intraplaca, y para el caso cortical se barajan distintos largos de ruptura de la Falla San Ramón, dejando en evidencia la

importancia de dicho sistema de fallas. Se observa que un análisis probabilístico, a grandes periodos de retorno, tiende a asemejarse a los resultados obtenidos mediante la metodología determinística. Se propone, como alternativa a la distribución dada por la Escala MSK, una relación funcional dependiente de la amenaza sísmica (intensidades del enfoque probabilista, para 475 años de periodo de retorno) y de la vulnerabilidad (índice de densidad de muros), que estime el riesgo sísmico expresado a través del grado de daño promedio esperado, obteniéndose escenarios para los conjuntos habitacionales considerados. En este sentido, el escenario más severo se obtiene producto del efecto conjunto de las fuentes sismogénicas (IMM levemente superiores a IX, considerando efecto de sitio), el que genera cerca de un 25% de nivel de daño leve (G0 y G1) en las viviendas estudiadas, y cerca de un 50% de nivel de daño grave (G4 y G5), comprometiendo estas últimas su nivel de habitabilidad, consideración hecha a partir del nivel de daño severo, G3.

#### Donde Concluye:

Uno de los primeros comentarios que la autora pretende destacar, es el beneficio de las herramientas SIG para la elaboración de mapas de riesgo. Esta técnica ampliamente usada a nivel mundial, permite no solo recolectar información y datos georreferenciados (para conocer sus distribuciones espaciales), sino que además agregar ordenadamente capas de información de diferente naturaleza (geología, ingeniería, economía, demografía, etc.), favoreciendo un análisis integrado de las variables que

se ven involucradas en todo estudio de riesgo, permitiendo además generar escenarios dinámicos a los cuales se les puede actualizar información, a medida que esta se va construyendo, haciendo más robustas las bases de datos y por ende más confiables los estudios generados, para usos como por ejemplo en planificación territorial. En relación a la creación y empleo de los arboles lógicos, se comenta que es posible extender el árbol incorporando un nuevo nodo que indique la función de densidad de probabilidad empleada para el análisis de PS, considerando por ejemplo tres ramas: Poisson, Weibull Truncada y Weibull paramétrica. Se deja planteada esta recomendación para trabajos futuros en los que se pueda caracterizar mejor las últimas dos metodologías. Se asume, entonces, que los arboles antes presentados son representativos de la primera metodología probabilística, que emplea la función de densidad de Poisson. Otro nodo que se aconseja incluir es la modelación de las fuentes, pues se puede considerar la grilla propuesta por Gudmunson & Sambridge (1998) (con un menor peso asociado, dada su resolución mundial) y la rama de la referencia dada por Tassara (2006), la que tendría una mayor probabilidad asociada debido a la escala continental empleada y a las técnicas geofísicas y de mecanismos focales con los cuales se construyó la grilla de isoprofundidades del slab subductado. Esta elección a la que se enfrenta quien realice el estudio de PS, modifica los escenarios generados, producto de las diferencias en la ubicación de la zona de contacto, kilómetros que no son despreciables para las leyes de atenuación empleadas.

## 2.2. Bases teóricas – Científicos

### 2.2.1. ¿Por qué una Norma de Reparación?

- Normas para el diseño de estructuras nuevas se usan para reparación de estructuras existentes
  - ✓ 1. 50% de su uso es para reparación de estructuras existentes
  - ✓ 2. Usado para reparar estructuras convencionales (ej. edificios, parqueaderos) y no convencionales
- Necesidad para la industria de la reparación y protección del concreto: calidad y seguridad
  - ✓ El costo anual de reparación y protección de estructuras de concreto es de alrededor de \$20 billones de dólares en los Estados Unidos
  - ✓ No existen normas que definan los estándares de diseño y construcción
  - ✓ Métodos de evaluación, rehabilitación y reparación varían ampliamente
- Desempeño de las reparaciones
  - ✓ Errores de diseño
  - ✓ Errores de construcción
  - ✓ Errores en la selección de materiales
- Objetivo común de los miembros de la industria de reparación de concreto
- Crear una norma para reparar y rehabilitar:

- ✓ Establecer procedimientos para evaluación, diseño, materiales y construcción
- ✓ Elevar el nivel del desempeño de las reparaciones
- ✓ Establecer responsabilidades
- Falta de requerimientos específicos lleva a:
  - ✓ Variaciones en las prácticas y métodos de reparación
  - ✓ Diferentes niveles de calidad
  - ✓ Ausencia de una dirección clara para los Building Officials
  - ✓ (Interventoría y Curaduría)

### **2.2.2. Objetivos del ACI 562**

- Establecer requerimientos para evaluación y reparación
- Elevar la calidad de las reparaciones
- Extender la vida útil de la estructura y mejorar la seguridad de vida
- Sostenibilidad: “reparar y mantener en vez reemplazar”
- ¿Como?:
  - ✓ Fomentando la creatividad y flexibilidad
    - Arte (creatividad) + Ciencia (análisis) = Reparación exitosa
    - Variedad de alternativas de evaluación y reparación
  - ✓ Enfatizando un diseño basado en el desempeño más que en requerimientos prescriptivos
    - La norma contiene ciertos requerimientos prescriptivos
    - No incluye procedimientos de diseño
  - ✓ Promoviendo la innovación

- Uso de materiales no tradicionales o nuevos
- Sistemas de reforzamiento adheridos: FRP, FRCM
- ✓ Estableciendo responsabilidades
  - Ingeniero: evaluación de la estructura y diseño de la reparación
  - Constructor: ejecución de requerimientos identificados por el Ingeniero

### **2.2.3. ACI 562 – Norma para Evaluación, Reparación y Rehabilitación de Edificaciones de Concreto (Contenido)**

- Chapter 1 – General Requirements
- Chapter 2 – Notation and Definitions
- Chapter 3 – Referenced Standards
- Chapter 4 – Basis for Compliance
- Chapter 5 – Loads, Load Combinations, and Strength-Reduction Factors
- Chapter 6 – Evaluation and Analysis
- Chapter 7 – Design of Structural Repairs
- Chapter 8 – Durability
- Chapter 9 – Construction
- Chapter 10 – Quality Assurance
- Chapter 11 – Commentary References

## **2.3. Definición de Términos**

### **2.3.1. Procedimiento**

Manera o forma especificada de realizar una actividad. Por lo general es el listado de una serie de pasos claramente definidos, disminuyendo la probabilidad de errores o accidentes.

### **2.3.2. Proceso**

Es la forma y orden de ejecutar las actividades o procedimientos de una tarea, en especial trata de prever la calidad del producto de dicho proceso. Se puede señalar que el uso de los procedimientos escritos podría mejorar enormemente el resultado de los procesos.

### **2.3.3. Normas**

Es un documento que establece las condiciones mínimas que debe reunir un producto o servicio para que sirva al uso al que está destinado, establecido por consenso y aprobado por un organismo reconocido que establece; para usos comunes y repetidos; reglas, criterios o características para las actividades o sus resultados. Las normas son un instrumento de transferencia de tecnología, aumentan la competitividad de las empresas y mejoran y clarifican el comercio internacional.

### **2.3.4. Normalización**

Consiste en la elaboración, difusión y aplicación de normas. La normalización de las diversas herramientas de gestión, así como las de

calidad, favorece el progreso técnico, el desarrollo económico y la mejora de la calidad de vida. Para el caso de esta tesis estudiaremos la normalización de las herramientas de gestión utilizadas en la industria.

### **2.3.5. Certificación**

La certificación es la forma de demostrar que una empresa cumple con los requisitos de la norma.

### **2.3.6. Proyecto de construcción**

Es una célula o parte de un todo que conforma la organización o empresa, en este caso particular sería una parte de la gerencia de operaciones de una empresa constructora. Su característica empresarial es operar con autonomía a base de objetivos y resultados. Dentro de esa autonomía debe poder perfeccionar y propiciar el perfeccionamiento del personal humano que la compone, así como planear su futuro y programar sus actividades de acuerdo a sus estrategias para alcanzar sus objetivos

### **2.3.7. Ingeniería Estructural**

La 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.

#### **2.3.8. Vulnerabilidad**

La vulnerabilidad de las edificaciones está directamente relacionada a los conceptos de arquitectura sustentable, construcciones seguras, análisis de riesgo y gestión integral de costos/beneficios. El nivel de vulnerabilidad de una edificación se define como el riesgo de recibir daños a causa de amenazas naturales, humanas o tecnológicas.

#### **2.3.9. Sismo**

Es un fenómeno de sacudida brusca y pasajera de la corteza terrestre producida por la liberación de energía acumulada en forma de ondas sísmicas. Los más comunes se producen por la actividad de fallas geológicas. También pueden ocurrir por otras causas como, por ejemplo, fricción en el borde de placas tectónicas, procesos volcánicos, impactos de asteroides o cometas, o incluso pueden ser producidas por el ser humano al realizar pruebas de detonaciones nucleares subterráneas.

## **2.4. Hipótesis**

Evaluar Estructuralmente mediante la Norma ACI 562 determinara la Sostenibilidad del Pabellón de Ingeniería de Minas y Medicina en el Campus de Pucayacu UNDAC

### Hipótesis Específicas

- Evaluar las Cargas, combinaciones de cargas y factores de reducción determinara la Sostenibilidad del Pabellón de Ingeniería de Minas y Medicina en el Campus de Pucayacu UNDAC
- Identificando las Deficiencias se determinará la Sostenibilidad del Pabellón de Ingeniería de Minas y Medicina en el Campus de Pucayacu UNDAC
- Realizando las pruebas no destructivas se determinará la Sostenibilidad del Pabellón de Ingeniería de Minas y Medicina en el Campus de Pucayacu UNDAC
- Con los Controles de durabilidad se determinará la sostenibilidad del Pabellón de Ingeniería de Minas y Medicina en el Campus de Pucayacu UNDAC

## **2.5. Identificación de las variables**

### **2.5.1. Variable independiente**

#### Dimensiones

- Cargas, Combinaciones de Carga y Factores de reducción
- Identificación de deficiencias

- Pruebas no Destructivas
- Controles de Durabilidad

### **2.5.2. Variable dependiente**

La variable dependiente: "Sostenibilidad"

#### Dimensiones

- Resultados Alcanzados
- Seguridad
- Durabilidad de la Estructura

## **Capítulo III**

### **Metodología**

#### **3.1. Tipo de investigación**

Corresponde a las investigaciones cuantitativas aplicadas dentro de las ciencias sociales.

Analizamos el efecto producido por la acción y manipulación de las variables Independientes sobre la dependiente

#### **3.2. Diseño de la investigación**

El diseño es denominado es experimental por tener un solo grupo de trabajo

### **3.3. Población y Muestra**

#### **3.3.1. Población**

Infraestructuras de Edificaciones en General

#### **3.3.2. Muestra**

Pabellón de Medicina y Minas campus Pucayacu UNDAC

### **3.4. métodos de la investigación**

Cuantitativo-Cualitativo de datos estadístico.

### **3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

- Obtención de datos en Campo
- Sistema de análisis de Datos Computacional
- Encuesta - Cuestionario

Las técnicas serán: Preparar las mediciones obtenidas siendo analizadas correctamente, medir el proceso de vincular conceptos abstractos con indicadores empíricos, mediante clasificación y/o cuantificaciones y medir las variables contenidas en la hipótesis.

Ya que es una investigación experimental, los instrumentos serán hojas de papel, donde se determinarán los trabajos realizados en campo y serán analizados mediante software de computadora (Excel y SAP2000)

### **3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

Al recolectar los datos se tiene los siguientes procesamientos y análisis de datos:

- Estadístico
- Estructural
- Diagramas de Momentos y evaluación de estructuras

## **Capítulo IV**

### **Aplicación de la Normal ACI 562**

#### **4.1. Objetivo del Diseño estructural**

El objetivo del diseño es:

- Determinar los desplazamientos en cada pórtico, para poder comparar con los de la norma E.030.
- Obtener los diagramas de momentos, cargas axiales, fuerzas cortantes, torsión; debido a la carga muerta, viva y sismo, sus respectivas combinaciones de estas, para finalmente trabajar con la envolvente en vigas y con el mayor de los esfuerzos en columnas.

#### **4.2. Criterios Estructurales**

##### **4.2.1. Simplicidad Y Simetría**

La simetría es un tema importante, ya que mientras exista simetría en la estructura en ambas direcciones habrá una menor diferencia de posición entre el centro de masas y el centro de rigidez, lo que evitará que se produzcan fuerzas de torsión sobre la estructura, las cuales pueden incrementar los esfuerzos debidos al sismo hasta sobrepasar los esfuerzos resistentes, lo cual podría ser muy destructivo para la estructura.

#### **4.2.2. Resistencia Y Ductilidad**

La estructura debe tener una adecuada resistencia a cargas eventuales de sismo y cargas permanentes, la resistencia a cargas de sismo debe proporcionarse en al menos las dos direcciones ortogonales, para garantizar la estabilidad de la estructura. Debido a que las cargas de sismo son eventuales y de corta duración, la resistencia de la estructura podrá ser menor que las solicitaciones máximas de sismo, pero compensada con una adecuada ductilidad de sus elementos.

#### **4.2.3. Hiperestaticidad y Monolitismo**

La hiperestaticidad de las estructuras mejora la capacidad resistente de una estructura frente a fuerzas sísmicas, ya que permite la formación de varias rótulas plásticas, las cuales a medida que se produzcan ayudarán a disipar la energía producida por el sismo.

El monolitismo de la estructura reside en el hecho que toda la estructura debe trabajar como si fuera un solo elemento por ser de un mismo material.

#### **4.2.4. Uniformidad Y Continuidad Estructural**

La estructura debe mantener una continuidad tanto vertical como horizontal en toda la estructura, de manera que no se produzcan cambios bruscos de rigidez de los elementos para evitar concentraciones de esfuerzos.

#### **4.2.5. Rigidez Lateral**

La rigidez lateral de la estructura ayuda a que ésta pueda resistir mayores fuerzas horizontales sin sufrir deformaciones importantes. Estas deformaciones son las que a menudo causan mayores daños a los elementos no estructurales generan mayor pánico en los usuarios de dicha estructura.

Dado esto, es necesario que una estructura posea elementos verticales como muros o placas, los cuales pueden ser combinados con pórticos formados por columnas y vigas, que le den mayor rigidez lateral a la estructura.

#### **4.2.6. Influencia De Elementos No Estructurales**

En toda estructura existen elementos no estructurales tales como tabiques, parapetos, etc., ocasionando sobre la estructura efectos positivos y negativos siendo los más importantes:

El principal efecto positivo es el que colabora a un mayor amortiguamiento dinámico, pues al agrietarse contribuyen a la disipación de energía sísmica aliviando de esta manera a los elementos resistentes. Lo negativo es que

al tomar esfuerzos no previstos en el cálculo distorsionan la distribución supuesta de esfuerzos.

#### **4.2.7. Suelo firme y buena cimentación**

La cimentación debe ser competente para transmitir con seguridad el peso de la estructura al suelo. También, es deseable que el material del suelo sea duro y resistente. Los suelos blandos amplifican las ondas sísmicas y facilitan asentamientos nocivos en la cimentación que pueden afectar la estructura y facilitar el daño en caso de sismo.

#### **4.3. Elección del Sistema Estructural**

El sistema estructural constituye el soporte básico, el armazón o esqueleto de la estructura total y el transmite las fuerzas actuantes a sus apoyos de tal manera que se garantice seguridad, funcionabilidad y economía. En una estructura se combinan y se juegan con tres aspectos que son: Forma, materiales y dimensiones de los elementos.

Los cuales determinan la funcionabilidad, economía y estética de la solución propuesta. En la actualidad existen varios tipos de estructuras entre ellos podemos encontrarlas las siguientes:

- Estructuras aporticadas
- Estructuras de albañilería
- Estructuras mixto I (Pórtico y albañilería)
- Estructuras mixto II (Pórtico y muros estructurales)

Esto son solo algunos de los tipos de estructuras que existen. De estos tipos de estructuras escogeremos la estructura mixta I.

- a. Las edificaciones son de Categoría "A2" y el lugar se encuentra en la zona 2, por ende, según norma E.030 puedo utilizar en la superestructura el sistema estructural mostrado; como se puede observar en el cuadro adjunto:

Categoría de la Edificación	Zona	Sistema Estructural
A1	4 y 3	Aislamiento Sísmico con cualquier sistema estructural.
	2 y 1	Estructuras de acero tipo SCBF, OCBF y EBF. Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada.
A2 (*)	4, 3 y 2	Estructuras de acero tipo SCBF, OCBF y EBF. Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada.
	1	Cualquier sistema.

Ilustración 1: Sistema Estructura

- b. Según estudio de suelos elaborados en la zona donde se realizará la edificación; el tipo de suelo es intermedio (S2) y según norma E.030 tenemos:

SUELO	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>L</sub> (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

Ilustración 2: Factor de Suelo

#### 4.4. Descripción De Los Elementos Estructurales Empleados

##### 4.4.1. Vigas

Hipótesis para determinar la resistencia nominal a flexión:

- El concreto no podrá desarrollar una fuerza de compresión mayor a la de su resistencia  $f'_c$ .
- El concreto tiene una resistencia a la tracción muy pequeña y que se agrieta aproximadamente cuando este alcanza un 10% de su resistencia  $f'_c$ , por lo que se omite en los cálculos de análisis y diseño y se asume que el acero toma toda la fuerza total en tracción.
- La relación esfuerzo-deformación del concreto se considera lineal solo hasta aproximadamente el 50% de su resistencia.
- Prevalece la hipótesis de Bernoulli en la que las secciones planas antes de la flexión permanecen planas y perpendiculares al eje neutro después de la flexión.

- La deformación unitaria del concreto en la rotura es  $\epsilon_{cu}=0.003$

#### **4.4.2. Columnas**

Básicamente la columna es un elemento estructural que trabaja en compresión, pero debido a su ubicación en el sistema estructural deberá soportar también solicitaciones de flexión, corte y torsión.

Las columnas llegan a la falla debido a tres casos: por fluencia inicial del acero en la cara de tensión, o por aplastamiento del concreto en la cara en compresión o por pandeo

#### **4.5. Método De Diseño Y Reglamentos De Diseño**

El método de diseño de elementos de concreto armado es por el Estado

Límite de Resistencia Última.

- REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES RNE
- Norma Técnica de Edificaciones de Cargas E.020
- Norma Técnica de Diseño Sismo resistente E.030-2016
- Norma Técnica de Edificaciones de concreto armado E.060-2009
- ESPECIFICACIONES DE ACI 318-14 y ACI 562

#### **4.6. Software De Modelación**

El software empleado para el modelamiento de pórticos es SAP2000.

El modelo idealiza el comportamiento de los elementos de la siguiente manera:

- Muros : Shell
- Vigas y columnas : Frame
- Escaleras : Slab

#### 4.7. Parámetros de Diseño

##### 4.7.1. Características De Los Materiales Empleados

Se utilizó las siguientes características de los materiales en el Modelo Matemático y para los Diseños Respectivos de los Elementos Estructurales

CARACTERISTICAS	CONCRETO
f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	210
Módulo de Elasticidad (kg/cm <sup>2</sup> )	15000 (f'c) <sup>0.5</sup>
Poisson	0.15
Coefficiente de Amortiguamiento	0.05

CARACTERISTICAS	ALBAÑILERIA (No aplica)
f'm min. (kg/cm <sup>2</sup> )	55
Módulo de Elasticidad (kg/cm <sup>2</sup> )	500 (f'm)
Poisson	0.25
Coefficiente de Amortiguamiento	0.15
Peso de ladrillo solido	1800 kg/m <sup>3</sup>
Peso de ladrillo hueco	1350 kg/m <sup>3</sup>
Unidad de albañilería	9x13x23 cm
Juntas	1.5 cm

CARACTERISTICAS	ACERO
fy (kg/cm <sup>2</sup> )	4200
Módulo de Elasticidad (kg/cm <sup>2</sup> )	2.1x10 <sup>6</sup> (kg/cm <sup>2</sup> )

CARACTERISTICAS	SUELO
Capacidad admisible (kg/cm <sup>2</sup> )	2.01

Tabla 1: Característica ce los materiales empleados

## 4.7.2. Predimensionamiento De Elementos Estructurales

### 4.7.2.1. Pre dimensionamiento de Vigas

Las vigas se dimensionan generalmente considerando un peralte del orden de 1/10 a 1/12 de la luz.

El ancho es menos importante que el peralte pudiendo variar entre 0.25 a 0.5 de la altura. El RNE de concreto Armado E.060 indica que las vigas deben de tener un ancho mínimo de 0.25m, para el caso que esta forma parte de pórticos o elementos sismo-resistente de estructura de concreto armado. Esta limitación no impide tener vigas de menor espesor (15 o 20 cm) si se trata de vigas que no forman pórticos.

### 4.7.2.2. Pre dimensionamiento de Columnas.

Las columnas al ser sometidas a carga axial y momento flector, fueron dimensionadas considerando los dos efectos simultáneamente, tratando de evaluar cuál de los dos es el que gobierna en forma más influyente el dimensionamiento.

#### Método Japonés

$$h_D = \frac{P}{n \times f'_c}$$

TIPO	UBICACIÓN	P	n
Tipo C1	Columna Interior N<3 pisos	1.10 x PG	0.3

Tipo C1	Columna Interior N>4 pisos	1.10 x PG	0.25
Tipo C2 y C3	Columnas Extremas	1.25 x PG	0.25
Tipo C4	Columnas de Esquina	1.50 x PG	0.2

Tabla 2: Cuadro para predimensionamiento de columnas

Considerando adicionalmente el tipo de falla probable de la edificación con la formulación:

$$\frac{H_n}{D} \geq 4$$

Siendo:

H<sub>n</sub> : Luz libre entre niveles de la edificación.

D : Peralte de la columna.

Verificándose dicho cumplimiento para todas las columnas de la edificación.

#### 4.7.2.3. Predimensionamiento de zapatas

Para el predimensionamiento de las zapatas se escogerá la zona con una mayor área tributaria y luego usaremos la siguiente expresión:

$$A_z = \frac{P(\text{Servicio})}{\sigma(\text{terreno})}$$

Dónde:

- $A_z$  = Área de la zapata
- $P$  = Carga total que recibe la zapata.
- $\sigma$  = Capacidad portante del terreno

Para el Caso de este proyecto de investigación, no se ha realizado el predimensionamiento de estructuras, ya que la estructura existe, utilizando las dimensiones de los elementos ya construidos en campo

#### 4.8. Cargas De Diseño

Para la determinación de las cargas de diseño se han determinado en primera instancia las dimensiones de los elementos estructurales, a nivel de pre dimensionamiento, considerándose para ellas las cargas a continuación.

##### 4.8.1. Cargas Estáticas Cargas Unitarias

Se consideró las siguientes sobrecargas y cargas muertas

<b>CARGA MUERTA</b>	
Peso Específico del Concreto	2.4 Tn/m <sup>3</sup>
Aligerado: 0.20 m	0.30 Tn/m <sup>2</sup> (R.N.E.)
Acabados	0.1 Tn/m <sup>2</sup> (R.N.E.)
Muro de Albañilería	Depende de metrados
Tabique	Depende de metrados

Tabla 3: Carga Muerta Empleada en la investigación

<b>CARGA VIVA</b>	
Aulas	0.25 Tn/m <sup>2</sup>
Baños (de acuerdo a la ubicación)	0.50 Tn/m <sup>2</sup> .s
Otros de acuerdo a la necesidad	

Tabla 4: Carga Viva Empleada en la investigación

#### **4.8.2. Cargas Distribuidas**

Para el análisis de la estructura se consideraron cargas distribuidas correspondientes a las cargas muertas, cargas vivas y de viento.

#### **4.8.3. Masas Para El Análisis Dinámico Modal Y Sísmico**

Las masas provenientes de las losas, piso terminado, y de la sobrecarga se concentran a nivel del centro de masas de cada losa; y las masas provenientes del peso propio de las vigas y columnas se consideran distribuidas en toda su longitud. Luego el programa lleva la masa de los elementos estructurales hacia los nudos extremos.

En el cálculo de la masa de la estructura se consideró el 50% de la carga viva (R.N.E. E.030/ 4.3).

#### **4.8.4. Análisis Sísmico**

Se realizó un Análisis Sísmico Dinámico por Superposición Modal Espectral. Los parámetros empleados para el cálculo del Espectro de Respuesta fueron:

- Factor de Zona  $Z = 0.25$  (Zona 2)
- Factor de Uso  $U = 1.5$  (Categoría A - Edificaciones Esenciales)  
Factor de Suelo  $S = 1.2$  (Según E.M.S.)
- Periodo que define la Plataforma del Espectro  $T_p = 0.6$  (Según E.M.S.)
- Periodo que define el Inicio de la Zona del Factor C  $T_L = 2.0$  (Según E.M.S.).
- Factor de Reducción de Fuerza Sísmica  $R_x = 8$ ;  $R_y = 3$

De esta forma el factor

- $ZUCS/R_x = 0.1406$
- $ZUCS/R_y = 0.3750$

Para la superposición de los modos se empleó la fórmula de la Combinación Cuadrática Completa contemplando un 5% de amortiguamiento crítico.

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	0.375
0.1	0.375
0.2	0.375
0.3	0.375
0.4	0.375
0.5	0.375

**Plot Options**

Linear X - Linear Y

Linear X - Log Y

Log X - Linear Y

Log X - Log Y

**Function Graph**

Ilustración 3: Colocación de datos para análisis sísmico

#### 4.8.5. Combinaciones De Carga según Norma Peruana

La resistencia requerida (U) para cargas muertas (CM), vivas (CV) y de sismo deberá ser como mínimo:

- $U=1.4CM+1.7CV$

- $U=1.25 (CM+CV) \pm CS$
- $U=0.9 (CM) \pm CS$

#### 4.9. Cálculo De Las Solicitudes

La resistencia del diseño será tomada como la resistencia nominal (resistencia proporcionada considerando el acero realmente colocado) multiplicada por un factor  $\phi$  de reducción de resistencia. Este factor de reducción de resistencia se proporciona para tomar en cuenta inexactitudes en los cálculos y fluctuaciones en las resistencias del material, en la mano de obra y en las dimensiones. Cada uno de estos factores puede estar dentro de los límites tolerables, pero combinados pueden producir menor capacidad en los elementos diseñados

Adicionalmente se ha considerado en su determinación la importancia relativa de la falla de los miembros respecto a toda la estructura, y el grado de advertencia del modo de falla.

1º para flexión sin carga axial	$\phi = 0.90$
2º para flexión con carga axial de tracción	$\phi = 0.90$
3º para flexión con carga axial de compresión y compresión sin flexión:	$\phi = 0.75$
Elementos con refuerzo en espiral	$\phi = 0.70$
Otros elementos.	
4º para cortante con o sin torsión.	$\phi = 0.85$
5º para aplastamiento en el concreto.	$\phi = 0.70$

Tabla 5: Solicitudes para el diseño

Los elementos sometidos a flexión son las vigas, las losas aligeradas y pisos (losas macizas, nervadas y/o aligeradas en una o dos direcciones)

las escaleras y en general todos aquellos que están sometidas a cargas perpendiculares a su plano, las cuales ocasionan esfuerzo de flexión y cortante.

Para asegurar que el acero colocado provea un momento resistente mayor al momento agrietamiento, los códigos consideran una cuantía mínima.

Para el caso de sección rectangular, se indica que el área mínima de refuerzo podría calcularse con:

$$A_{s_{min}} = \frac{f'cbd}{f'y}$$

El refuerzo mínimo por contracción y temperatura que se coloca perpendicular al refuerzo por flexión en losas en una dirección, o que es el mínimo exigido para dos direcciones para losa así armadas, debe cumplir con los siguientes límites.

Losas con barras lisas	0.0025 bh
Losas con barras corrugadas $f_y < 4200$ kg/cm <sup>2</sup>	0.0020 bh
Losas con barras corrugadas $f_y = 4200$ kg/cm <sup>2</sup>	0.0018 bh
Losas con barras corrugadas $f_y > 4200$ kg/cm <sup>2</sup>	0.0018 x 4200/ $f_y$ bd ( pero no menor a 0.014 bh)

Tabla 6: Cuantías

#### 4.10. Modelamiento De La Estructura En El SAP2000 Pabellón de Medicina antes del mantenimiento

##### 4.10.1. Planteamiento General De La Edificación

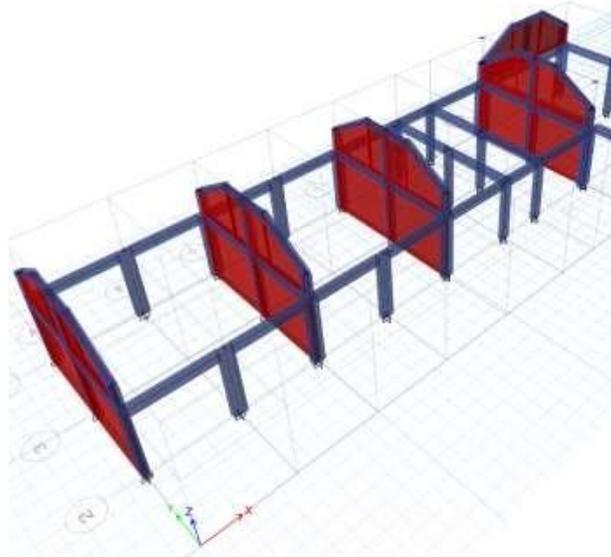


Ilustración 4: Planteamiento General de la Edificación 1

##### 4.10.2. Vista Lateral:

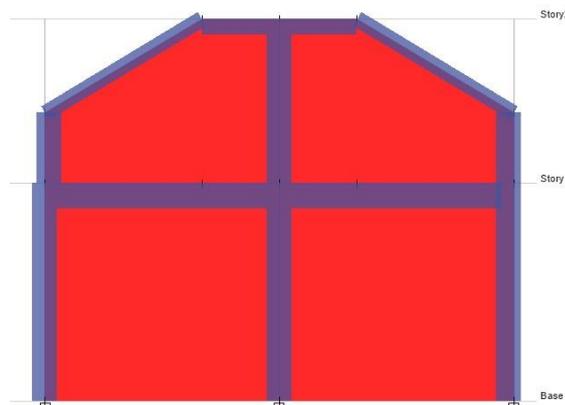


Ilustración 5: Vista Lateral de la Edificación 1

### 4.10.3. Resultado De Análisis (SAP2000)

#### 4.10.3.1. Resultado De Análisis Seudo-Estáticos

Para el análisis de la estructura se tuvo las siguientes consideraciones:

Para la respuesta en los elementos que conforman la estructura se consideró la combinación cuadrática completa para cada modo.

El periodo fundamental del modelo matemático realizado es de  $T = 0.274$  seg.

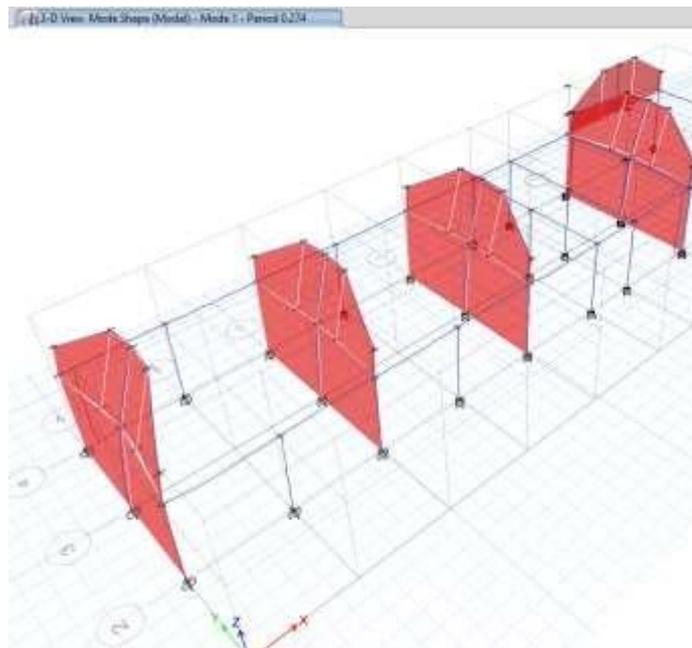


Ilustración 6: Resultados Seudo - Estaticos

Se consideró los modos de vibración cuya suma de masas efectivas es mayor al 90%, por lo que se cumple con F.P.M.>90%, según R.N.E. E.030/4.6.1.

Modal Load Participation Ratios					
		1 de 3		Reload	Apply
	Case	Item Type	Item	Static %	Dynamic %
▶	Modal	Acceleration	UX	100	99.98
	Modal	Acceleration	UY	99.99	98.99
	Modal	Acceleration	UZ	0	0

Ilustración 7: Ratios de Participación

#### 4.10.3.2. Peso de la estructura

Load Combination Data

General Data

Load Combination Name:

Combination Type:

Notes:

Auto Combination:

Define Combination of Load Case/Combo Results

Load Name	Scale Factor
Dead	1
Live	0.5

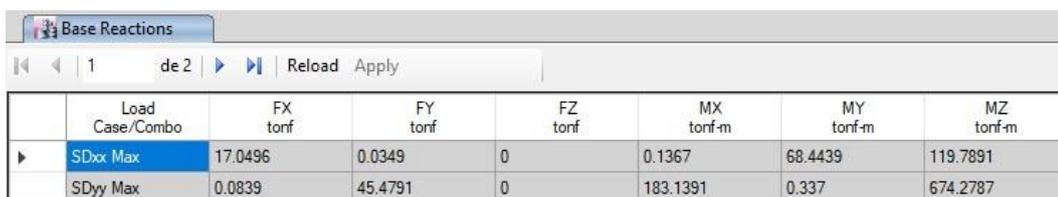
Ilustración 8: Datos para el peso de la estructura

Se calculó adicionando a la carga permanente y a la carga muerta el 50% de la carga viva según R.N.E E.030/4.3. Peso de la Estructura es:  $P_t = 151.60 \text{ Tn}$

- El cortante esperado será:  $V_x = 0.1406 \times 151.60 \times 80\% = 17.05 \text{ Tn}$
- El cortante esperado será:  $V_y = 0.3750 \times 151.60 \times 80\% = 45.48 \text{ Tn}$

#### 4.10.3.3. Fuerza cortante mínima en la base

Para cada una de las direcciones consideradas en el análisis, la fuerza cortante en la edificación es mayor que el cortante esperado (Con escalado proporcional).



	Load Case/Combo	FX tonf	FY tonf	FZ tonf	MX tonf-m	MY tonf-m	MZ tonf-m
▶	SDxx Max	17.0496	0.0349	0	0.1367	68.4439	119.7891
	SDyy Max	0.0839	45.4791	0	183.1391	0.337	674.2787

Ilustración 9: Fuerza Cortante Mínima en la Base

El cortante  $V_d > 80\% V_{est}$ , en todas las direcciones, por lo que cumple con el R.N.E. E.030/4.6.4.

#### 4.10.3.4. Calculo de los desplazamientos relativos laterales y su comparación con los máximos permitidos por la norma e.030.

Debido al sismo en X-X

**Load Combination Data**

**General Data**

Load Combination Name: Deriva xx

Combination Type: Linear Add

Notes: Modify/Show Notes...

Auto Combination: No

**Define Combination of Load Case/Combo Results**

Load Name	Scale Factor
SDxx	0.75*8

Add

Delete

OK Cancel

Ilustración 10: Datos Para desplazamientos laterales X

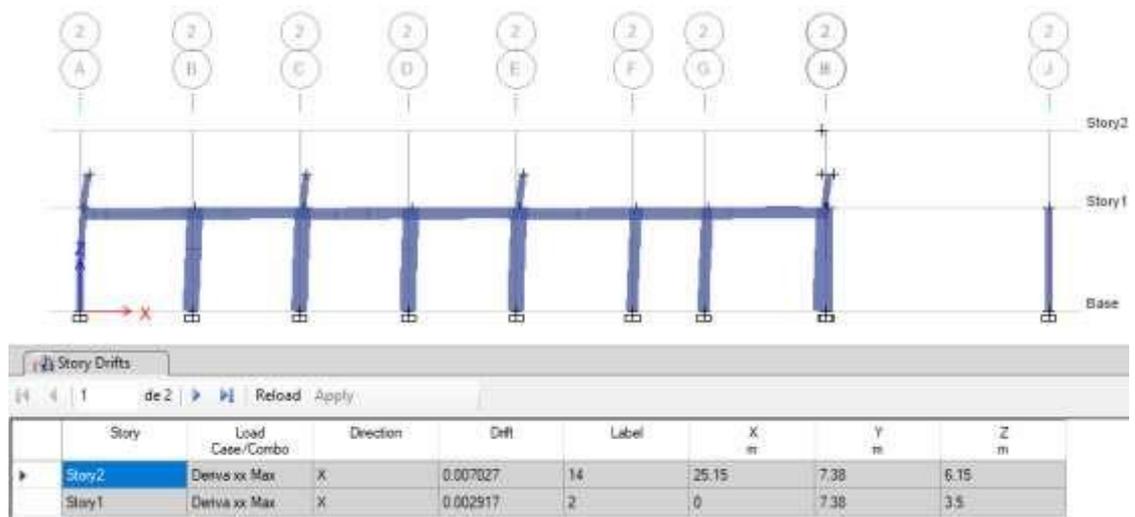


Ilustración 11: Desplazamientos laterales

Debido al sismo en Y-Y por SISMO Y:

Load Combination Data

General Data

Load Combination Name: Deriva yy

Combination Type: Linear Add

Notes: Modify/Show Notes...

Auto Combination: No

Define Combination of Load Case/Combo Results

Load Name	Scale Factor
SDyy	0.75*3

Add

Delete

OK Cancel

Ilustración 12: Datos Para desplazamientos laterales Y

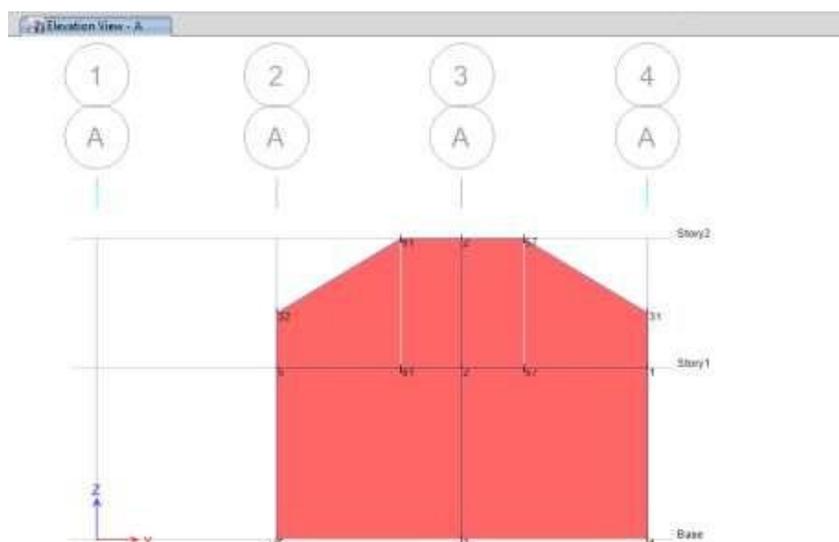


Ilustración 13: desplazamientos laterales Y

**4.10.3.5. Comparación con los desplazamientos laterales relativos admisibles:**

DEL SAP2000				NORMA
	H (m)			
STORY 2	6.15	0.007000	0.006228	0.007
STORY 1	3.50	0.002917	0.001032	0.007
BASE	0.00	0.000000	0.000000	0.007

Tabla 7: Desplazamientos laterales relativos

Como se puede apreciar en los cuadros anteriores los Desplazamientos Laterales Relativos de entrepisos obtenidos en la dirección X e Y son menores que los máximas desplazamientos permisibles en el Reglamento Nacional de Edificaciones Norma E.030 Diseño Sismorresistente.

**COMENTARIO:**

Verificadas las Distorsiones, las mismas que cumple con lo establecido en las normas, procederíamos al Diseño de los Elementos Estructurales teniendo en cuenta las Normas E-60 de Concreto Armado y E-30 de Sismo Resistente, sin embargo, el edificio no necesita diseño estructural para sostenimiento o reparación.

#### 4.11. Modelamiento De La Estructura En El SAP2000 Pabellón de Minas antes del mantenimiento

##### 4.11.1. Planteamiento General De La Edificación

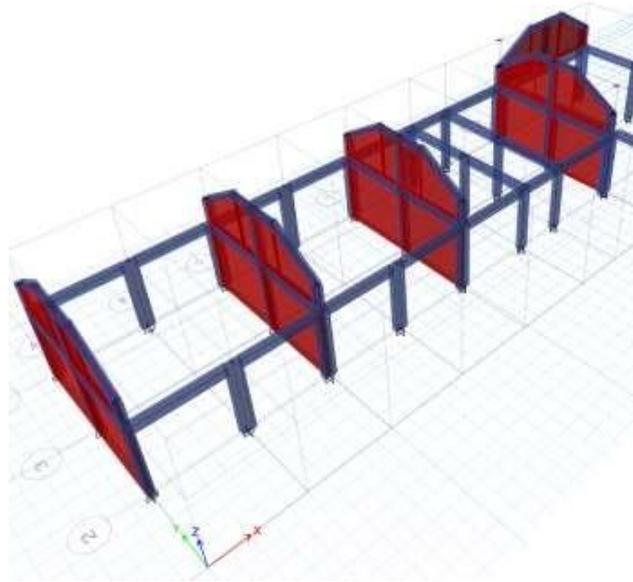


Ilustración 14: Planteamiento General de la Edificación 2

##### 4.11.2. Vista Lateral:

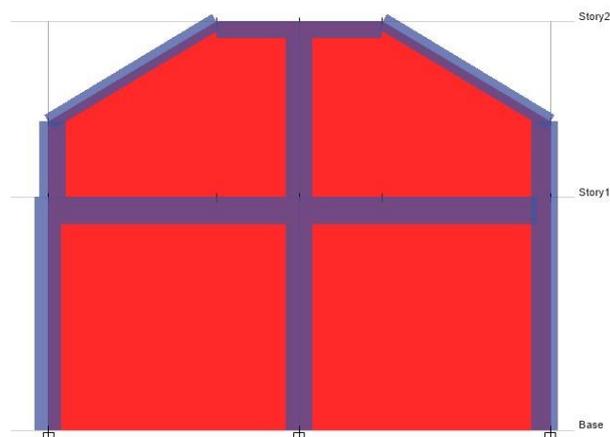


Ilustración 15: Vista Lateral de la Edificación 2

### 4.11.3. Resultado De Análisis (SAP2000)

#### 4.11.3.1. Resultado De Análisis Seudo-Estáticos

Para el análisis de la estructura se tuvo las siguientes consideraciones:

Para la respuesta en los elementos que conforman la estructura se consideró la combinación cuadrática completa para cada modo.

El periodo fundamental del modelo matemático realizado es de  $T = 0.274$  seg.

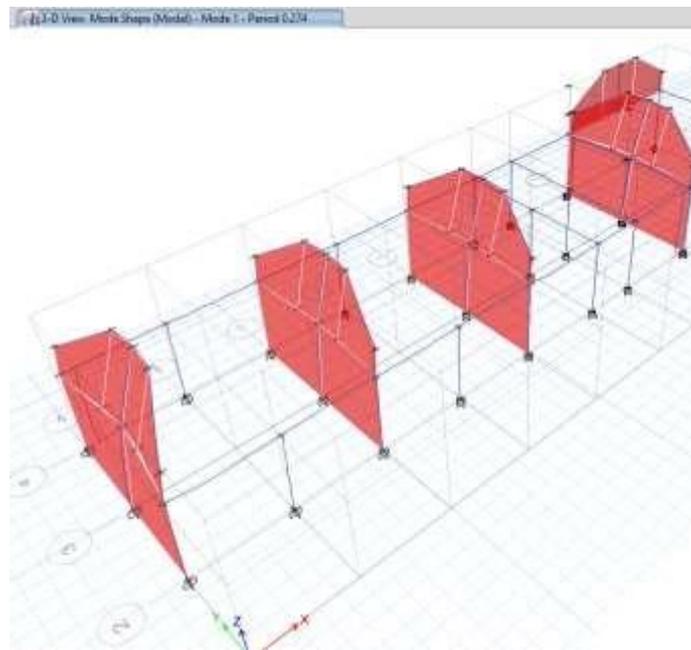


Ilustración 16: Resultados Seudo - Estáticos

Se consideró los modos de vibración cuya suma de masas efectivas es mayor al 90%, por lo que se cumple con F.P.M.>90%, según R.N.E. E.030/4.6.1.

Caso	Item	Estático %	Dinámico %
Modal	Aceleración	99	98.22
Modal	Aceleración	98	98.33
Modal	Aceleración	0	0

Ilustración 17: Ratios de Participación

#### 4.11.3.2. Peso de la estructura

The screenshot shows a software dialog box titled "Load Combination Data". It is divided into two main sections. The "General Data" section includes a text field for "Load Combination Name" containing the word "Peso", a dropdown menu for "Combination Type" set to "Linear Add", a "Notes" field with a "Modify/Show Notes..." button, and an "Auto Combination" dropdown set to "No". The "Define Combination of Load Case/Combo Results" section features a table with two columns: "Load Name" and "Scale Factor". The table contains two entries: "Dead" with a scale factor of 1, and "Live" with a scale factor of 0.5. To the right of the table are "Add" and "Delete" buttons. At the bottom of the dialog are "OK" and "Cancel" buttons.

Ilustración 18: Datos para el peso de la estructura

Se calculó adicionando a la carga permanente y a la carga muerta el 50% de la carga viva según R.N.E E.030/4.3. Peso de la Estructura es:  $P_t = 160.7 \text{ Tn}$

- El cortante esperado será:  $V_x = 0.1406 \times 160.7 \times 80\% = 18.07 \text{ Tn}$
- El cortante esperado será:  $V_y = 0.3750 \times 160.7 \times 80\% = 48.21 \text{ Tn}$

#### 4.11.3.3. Fuerza cortante mínima en la base

Para cada una de las direcciones consideradas en el análisis, la fuerza cortante en la edificación es mayor que el cortante esperado (Con escalado proporcional)

Carga	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
SDxx	18.75456	0.03839	0	0.1496	75.28829	131.7668
SDyy	0.09229	50.017	0	201.443	0.3707	741.7058

Ilustración 19: Fuerza Cortante Mínima en la Base

El cortante  $V_d > 80\% V_{est}$ , en todas las direcciones, por lo que cumple con el R.N.E. E.030/4.6.4.

#### 4.11.3.4. Calculo de los desplazamientos relativos laterales y su comparación con los máximos permitidos por la norma e.030.

Debido al sismo en X-X

Load Combination Data

General Data

Load Combination Name: Deriva xx

Combination Type: Linear Add

Notes: Modify/Show Notes...

Auto Combination: No

Define Combination of Load Case/Combo Results

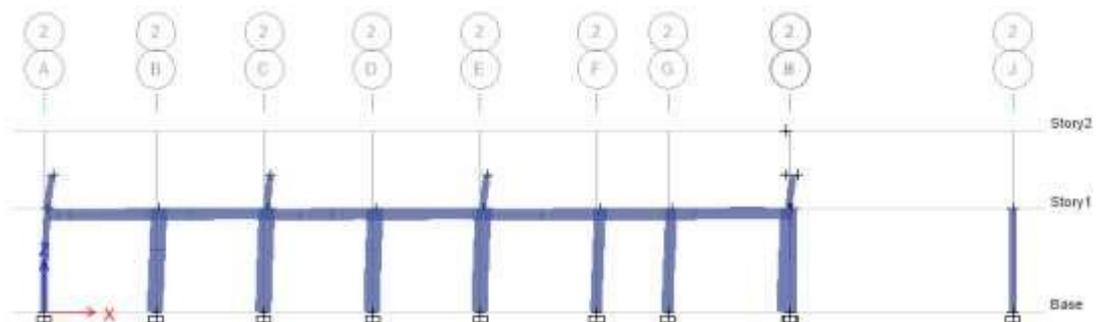
Load Name	Scale Factor
SDxx	0.75*8

Add

Delete

OK Cancel

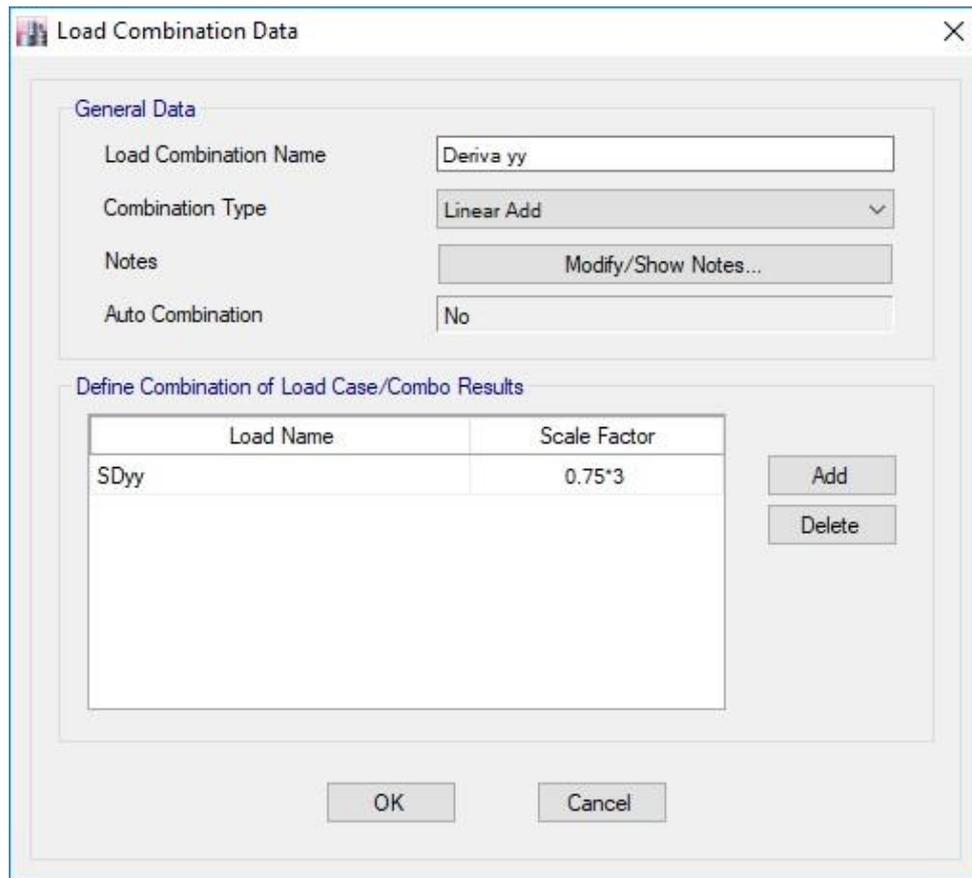
Ilustración 20: Datos Para desplazamientos laterales X



Nivel	Carga	Direccion	Desv	Etiqueta	X	Y	Z
Nivel 2	xx Max	X	0.0077	15.4	27.665	8.118	6.765
Nivel 1	xx Max	X	0.0022	2.2	0	8.118	3.85

Ilustración 21: Desplazamientos laterales

Debido al sismo en Y-Y por SISMO Y:



Load Combination Data

General Data

Load Combination Name: Deriva yy

Combination Type: Linear Add

Notes: Modify/Show Notes...

Auto Combination: No

Define Combination of Load Case/Combo Results

Load Name	Scale Factor
SDyy	0.75*3

Add

Delete

OK Cancel

Ilustración 22: Datos Para desplazamientos laterales Y

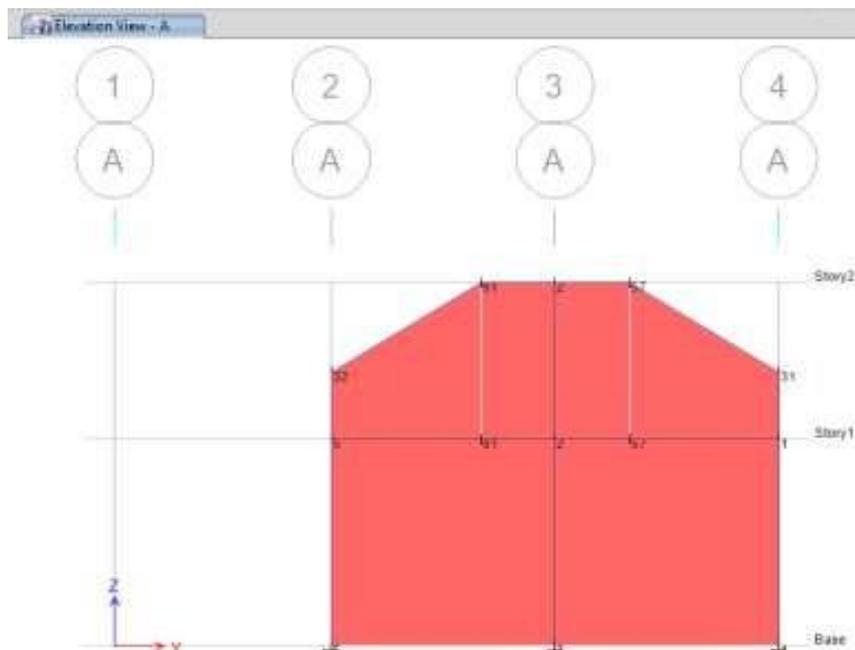


Ilustración 23: desplazamientos laterales Y

#### 4.11.3.5. Comparación con los desplazamientos laterales relativos admisibles:

DEL SAP2000				NORMA
	H (m)			
NIVEL		Deriva X-X	Deriva Y-Y	E.030-5.2
STORY 2	6.15	0.00693	0.00629028	0.007
STORY 1	3.5	0.00198	0.00104232	0.007
BASE	0	0	0	0.007

Tabla 8: Desplazamientos laterales relativos

Como se puede apreciar en los cuadros anteriores los Desplazamientos Laterales Relativos de entrepisos obtenidos en la dirección X e Y son menores que los máximas desplazamientos permisibles en el Reglamento Nacional de Edificaciones Norma E.030 Diseño Sismorresistente.

COMENTARIO:

Verificadas las Distorsiones, las mismas que cumple con lo establecido en las normas, procederíamos al Diseño de los Elementos Estructurales teniendo en cuenta las Normas E-60 de Concreto Armado y E-30 de Sismo Resistente, sin embargo, el edificio no necesita diseño estructural para sostenimiento o reparación.

## 4.12. Modelamiento De La Estructura En El SAP2000 Pabellón de Medicina después del mantenimiento

### 4.12.1. Planteamiento General De La Edificación

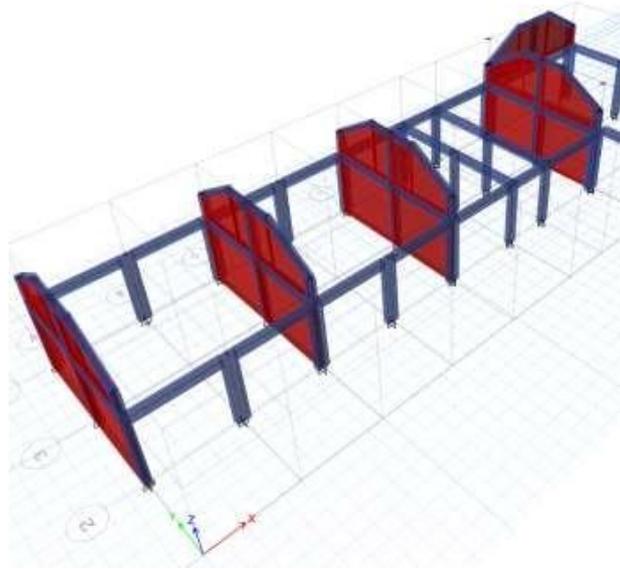


Ilustración 24: Planteamiento General de la Edificación 3

### 4.12.2. Vista Lateral:

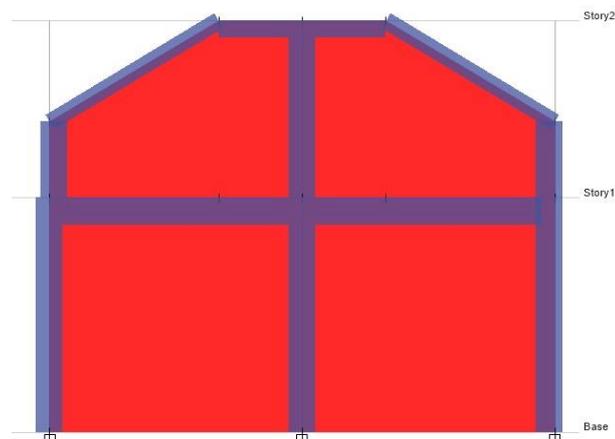


Ilustración 25: Vista Lateral de la Edificación 3

### 4.12.3. Resultado De Análisis (SAP2000)

#### 4.12.3.1. Resultado De Análisis Seudo-Estáticos

Para el análisis de la estructura se tuvo las siguientes consideraciones:

Para la respuesta en los elementos que conforman la estructura se consideró la combinación cuadrática completa para cada modo.

El periodo fundamental del modelo matemático realizado es de  $T = 0.274$  seg.

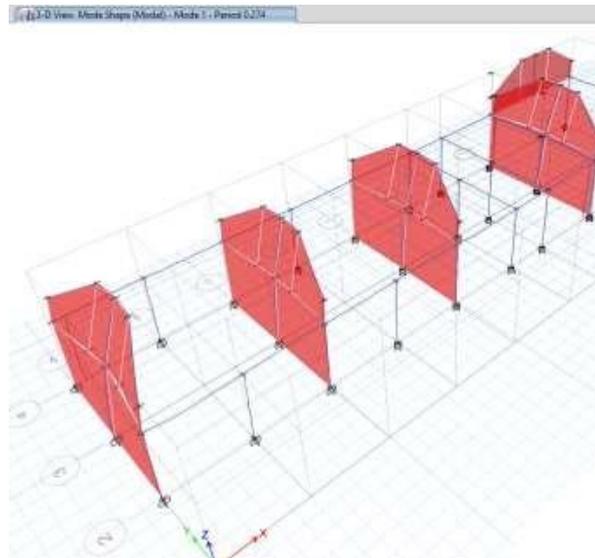


Ilustración 26: Resultados Seudo - Estáticos

Se consideró los modos de vibración cuya suma de masas efectivas es mayor al 90%, por lo que se cumple con F.P.M.>90%, según R.N.E. E.030/4.6.1.

Caso	Item	Estático %	Dinámico %
Modal	Aceleración	95	96.22
Modal	Aceleración	94.2	96.55
Modal	Aceleración	0	0

Ilustración 27: Ratios de Participación

#### 4.12.3.2. Peso de la estructura

The screenshot shows a software dialog box titled "Load Combination Data". It is divided into two main sections. The "General Data" section includes a text field for "Load Combination Name" containing the word "Peso", a dropdown menu for "Combination Type" set to "Linear Add", a "Notes" field with a "Modify/Show Notes..." button, and an "Auto Combination" field set to "No". The "Define Combination of Load Case/Combo Results" section features a table with two columns: "Load Name" and "Scale Factor". The table contains two entries: "Dead" with a scale factor of 1, and "Live" with a scale factor of 0.5. To the right of the table are "Add" and "Delete" buttons. At the bottom of the dialog are "OK" and "Cancel" buttons.

Ilustración 28: Datos para el peso de la estructura

Se calculó adicionando a la carga permanente y a la carga muerta el 50% de la carga viva según R.N.E E.030/4.3. Peso de la Estructura es:  $P_t = 166.76 \text{ Tn}$

- El cortante esperado será:  $V_x = 0.1406 \times 166.76 \times 80\% = 18.75 \text{ Tn}$
- El cortante esperado será:  $V_y = 0.3750 \times 166.76 \times 80\% = 50.02 \text{ Tn}$

#### 4.12.3.3. Fuerza cortante mínima en la base

Para cada una de las direcciones consideradas en el análisis, la fuerza cortante en la edificación es mayor que el cortante esperado (Con escalado proporcional)

Carga	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
SDxx	20.630016	0.042229	0	0.16456	82.817119	144.94348
SDyy	0.101519	55.0187	0	221.5873	0.40777	815.87638

Ilustración 29: Fuerza Cortante Mínima en la Base

El cortante  $V_d > 80\% V_{est}$ , en todas las direcciones, por lo que cumple con el R.N.E. E.030/4.6.4.

#### 4.12.3.4. Calculo de los desplazamientos relativos laterales y su comparación con los máximos permitidos por la norma e.030.

Debido al sismo en X-X

Load Combination Data

General Data

Load Combination Name: Deriva xx

Combination Type: Linear Add

Notes: Modify/Show Notes...

Auto Combination: No

Define Combination of Load Case/Combo Results

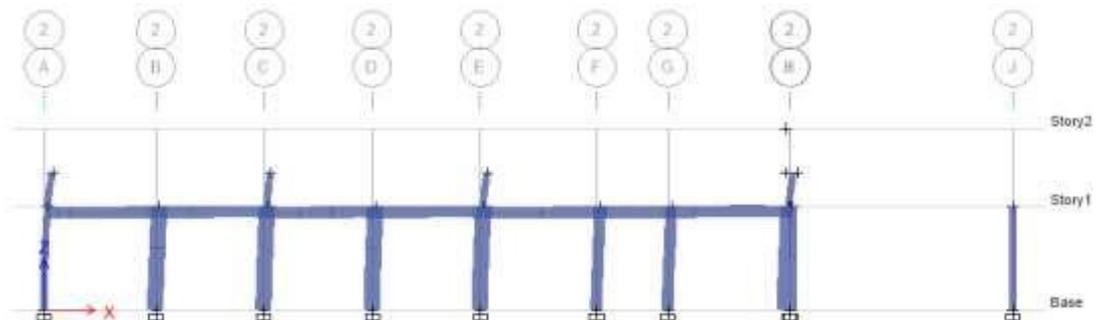
Load Name	Scale Factor
SDxx	0.75*8

Add

Delete

OK Cancel

Ilustración 30: Datos Para desplazamientos laterales X



Nivel	Carga	Dirección	Desv	Etiqueta	X	Y	Z
Nivel 2	xx Max	X	0.00847	16.94	30.4315	8.9298	7.4415
Nivel 1	xx Max	X	0.00242	2.42	0	8.9298	4.235

Ilustración 31: Desplazamientos laterales

Debido al sismo en Y-Y por SISMO Y:

Load Combination Data

General Data

Load Combination Name: Deriva yy

Combination Type: Linear Add

Notes: Modify/Show Notes...

Auto Combination: No

Define Combination of Load Case/Combo Results

Load Name	Scale Factor
SDyy	0.75*3

Add

Delete

OK Cancel

Ilustración 32: Datos Para desplazamientos laterales Y

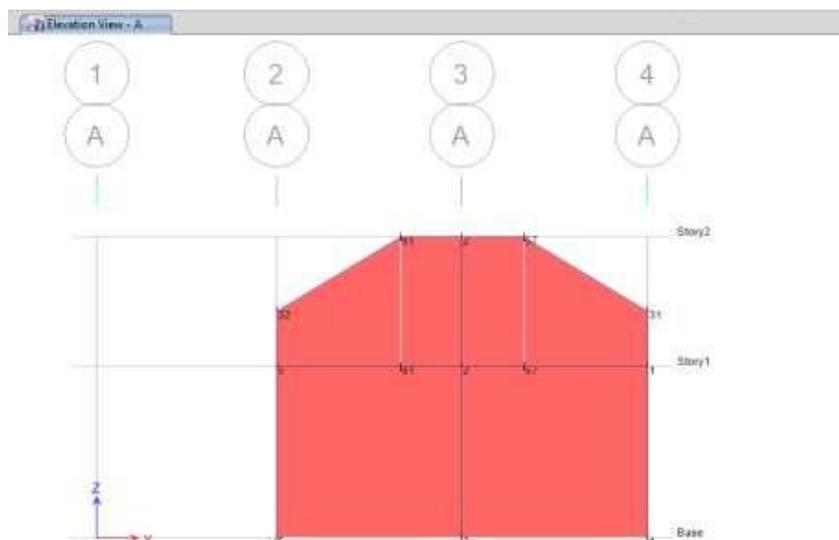


Ilustración 33: desplazamientos laterales Y

**4.12.3.5. Comparación con los desplazamientos laterales relativos admisibles:**

DEL SAP2000				NORMA
	H (m)			
NIVEL		Deriva X-X	Deriva Y-Y	E.030-5.2
STORY 2	6.15	0.0067914	0.00635318	0.007
STORY 1	3.5	0.0019998	0.00105274	0.007
BASE	0	0	0	0.007

Tabla 9: Desplazamientos laterales relativos

Como se puede apreciar en los cuadros anteriores los Desplazamientos Laterales Relativos de entresijos obtenidos en la dirección X e Y son menores que los máximas desplazamientos permisibles en el Reglamento Nacional de Edificaciones Norma E.030 Diseño Sismorresistente.

**COMENTARIO:**

Verificadas las Distorsiones, las mismas que cumple con lo establecido en las normas, procederíamos al Diseño de los Elementos Estructurales teniendo en cuenta las Normas E-60 de Concreto Armado y E-30 de Sismo Resistente, sin embargo, el edificio no necesita diseño estructural para sostenimiento o reparación.

#### 4.13. Modelamiento De La Estructura En El SAP2000 Pabellón de Minas Después del mantenimiento

##### 4.13.1. Planteamiento General De La Edificación

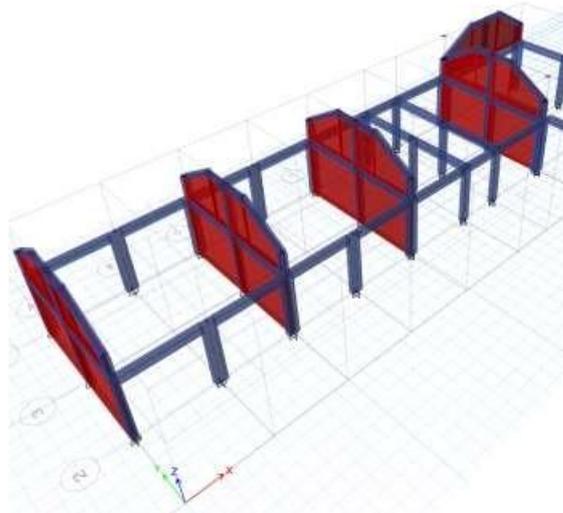


Ilustración 34: Planteamiento General de la Edificación 4

##### 4.13.2. Vista Lateral:

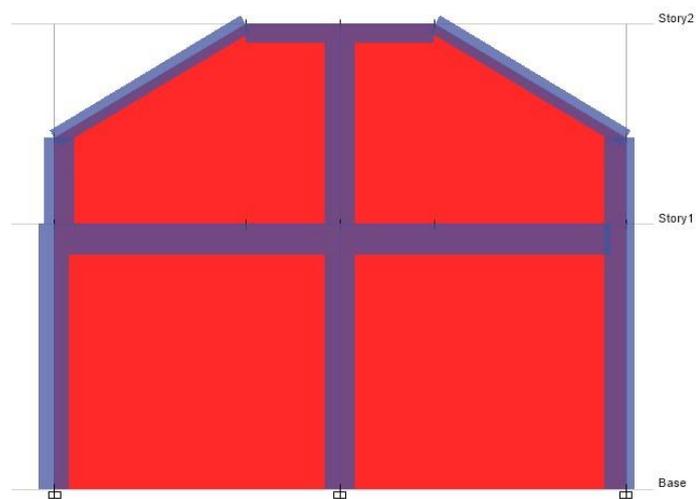


Ilustración 35: Vista Lateral de la Edificación 4

### 4.13.3. Resultado De Análisis (SAP2000)

#### 4.13.3.1. Resultado De Análisis Seudo-Estáticos

Para el análisis de la estructura se tuvo las siguientes consideraciones:

Para la respuesta en los elementos que conforman la estructura se consideró la combinación cuadrática completa para cada modo.

El periodo fundamental del modelo matemático realizado es de  $T = 0.274$  seg.

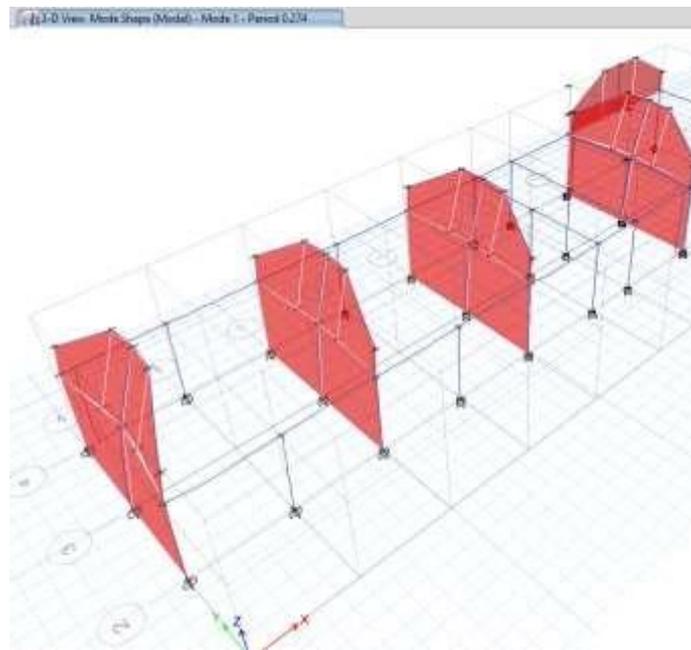


Ilustración 36: Resultados Seudo - Estáticos

Se consideró los modos de vibración cuya suma de masas efectivas es mayor al 90%, por lo que se cumple con F.P.M.>90%, según R.N.E. E.030/4.6.1.

Caso	Item	Estático %	Dinámico %
Modal	Aceleración	95	96.22
Modal	Aceleración	94.2	96.55
Modal	Aceleración	0	0

Ilustración 37: Ratios de Participación

#### 4.13.3.2. Peso de la estructura

The screenshot shows a software dialog box titled "Load Combination Data". It is divided into two main sections. The "General Data" section includes a text field for "Load Combination Name" containing the word "Peso", a dropdown menu for "Combination Type" set to "Linear Add", a "Notes" field with a "Modify/Show Notes..." button, and an "Auto Combination" field set to "No". The "Define Combination of Load Case/Combo Results" section features a table with two columns: "Load Name" and "Scale Factor". The table contains two entries: "Dead" with a scale factor of 1, and "Live" with a scale factor of 0.5. To the right of the table are "Add" and "Delete" buttons. At the bottom of the dialog are "OK" and "Cancel" buttons.

Ilustración 38: Datos para el peso de la estructura

Se calculó adicionando a la carga permanente y a la carga muerta el 50% de la carga viva según R.N.E E.030/4.3. Peso de la Estructura es:  $P_t = 176.77 \text{ Tn}$

- El cortante esperado será:  $V_x = 0.1406 \times 176.77 \times 80\% = 19.88 \text{ Tn}$
- El cortante esperado será:  $V_y = 0.3750 \times 176.77 \times 80\% = 53.03 \text{ Tn}$

#### 4.13.3.3. Fuerza cortante mínima en la base

Para cada una de las direcciones consideradas en el análisis, la fuerza cortante en la edificación es mayor que el cortante esperado (Con escalado proporcional)

Carga	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
SDxx	22.6930176	0.0464519	0	0.181016	91.0988309	159.437828
SDyy	0.1116709	60.52057	0	243.74603	0.448547	897.464018

Ilustración 39: Fuerza Cortante Mínima en la Base

El cortante  $V_d > 80\% V_{est}$ , en todas las direcciones, por lo que cumple con el R.N.E. E.030/4.6.4.

#### 4.13.3.4. Calculo de los desplazamientos relativos laterales y su comparación con los máximos permitidos por la norma e.030.

Debido al sismo en X-X

Load Combination Data

General Data

Load Combination Name: Deriva xx

Combination Type: Linear Add

Notes: Modify/Show Notes...

Auto Combination: No

Define Combination of Load Case/Combo Results

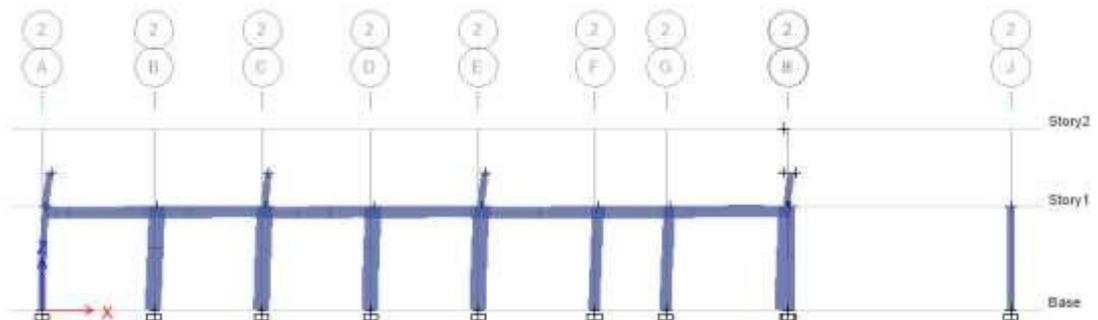
Load Name	Scale Factor
SDxx	0.75*8

Add

Delete

OK Cancel

Ilustración 40: Datos Para desplazamientos laterales X



Nivel	Carga	Direccion	Desv	Etiqueta	X	Y	Z
Nivel 2	xx Max	X	0.009317	18.634	33.47465	9.82278	8.18565
Nivel 1	xx Max	X	0.002662	2.662	0	9.82278	4.6585

Ilustración 41: Desplazamientos laterales

Debido al sismo en Y-Y por SISMO Y:

Load Combination Data

General Data

Load Combination Name: Deriva yy

Combination Type: Linear Add

Notes: Modify/Show Notes...

Auto Combination: No

Define Combination of Load Case/Combo Results

Load Name	Scale Factor
SDyy	0.75*3

Add

Delete

OK Cancel

Ilustración 42: Datos Para desplazamientos laterales Y

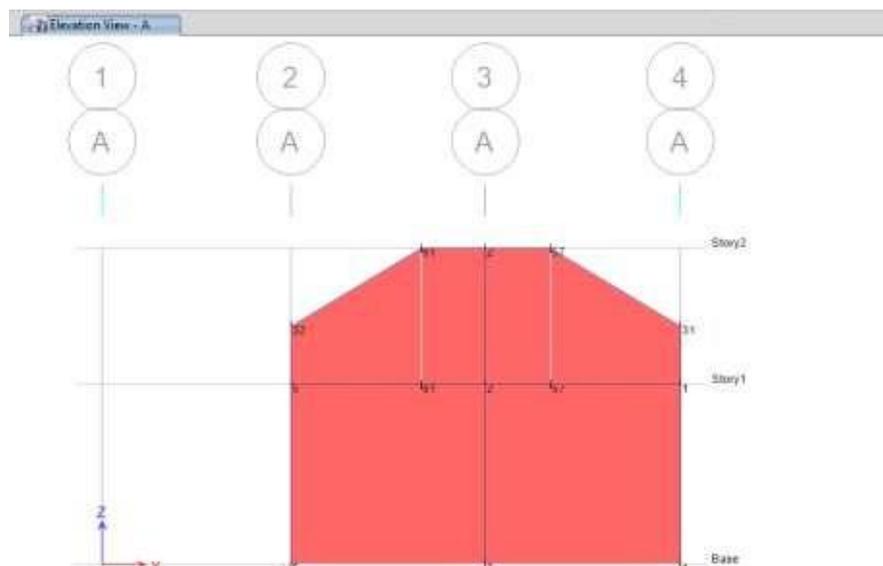


Ilustración 43: desplazamientos laterales Y

**4.13.3.5. Comparación con los desplazamientos laterales relativos admisibles:**

DEL SAP2000				NORMA
	H (m)			
NIVEL		Deriva X-X	Deriva Y-Y	E.030-5.2
STORY 2	6.15	0.00672349	0.00641671	0.007
STORY 1	3.5	0.00219978	0.00106327	0.007
BASE	0	0	0	0.007

Tabla 10: Desplazamientos laterales relativos

Como se puede apreciar en los cuadros anteriores los Desplazamientos Laterales Relativos de entresijos obtenidos en la dirección X e Y son menores que los máximas desplazamientos permisibles en el Reglamento Nacional de Edificaciones Norma E.030 Diseño Sismorresistente.

**COMENTARIO:**

Verificadas las Distorsiones, las mismas que cumple con lo establecido en las normas, procederíamos al Diseño de los Elementos Estructurales teniendo en cuenta las Normas E-60 de Concreto Armado y E-30 de Sismo Resistente, sin embargo, el edificio no necesita diseño estructural para sostenimiento o reparación.

## **Capítulo V**

### **Resultado de la Aplicación**

#### **5.1. Cargas, Combinaciones de Carga y Factores de reducción**

Las edificaciones y todas sus partes deberán ser capaces de resistir las cargas que se les imponga como consecuencia de su uso previsto. Estas actuarán en las combinaciones prescritas y no deben causar esfuerzos ni deformaciones que excedan los señalados para cada material estructural en su norma de diseño específica. En ningún caso las cargas empleadas en el diseño serán menores que los valores mínimos establecidos en esta Norma. Las cargas mínimas establecidas en esta Norma están dadas en condiciones de servicio. La norma E020 se complementa con la Norma

E.030 Diseño Sismorresistente y con las Normas propias de diseño de los diversos materiales estructurales

Se efectuó el Metrados de cargas de la estructura se consideró los pesos unitarios y cargas mínimas repartidas de la Norma E 0.20 (Norma Peruana), para el presente análisis de tesis, considerando lo siguiente:

Peso de la edificación (P) = 123.24 Tn

El peso (P) se calculó adicionando a la carga permanente y total de la edificación el 50% de la carga viva, considerando una edificación de categoría A.

Factores de reducción para el diseño de la reparación ACI 318:

- $f=0.9$  – tracción
- $f=0.75$  – cortante
- $f=0.65$  – compresión

Factores de reducción para la evaluación ACI 318:

- $f=1.0$  – tracción
- $f=0.8$  – cortante
- $f=0.8$  – compresión

Cargas Consideradas en el Modelamiento:

- Cargas a considerar en el análisis y diseño
  - ✓ Cargas que resistirá la estructuras

- ✓ Cargas de construcción durante la reparación
- ✓ Efectos de la remoción de cargas
- ✓ Secuencia de aplicación de cargas y apuntalamiento
- Combinaciones de Carga
  - ✓  $U = 1.2D + 1.6L + 0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$
  - ✓  $U = 1.2D + 1.6(L_r \text{ or } S \text{ or } R) + (1.0L \text{ or } 0.5W)$
  - ✓  $U = 1.2D + 1.0W + 1.0L + 0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$
  - ✓  $U = 1.2D + 1.0E + 1.0L + 0.2S$

### Caso 1: Laboratorios

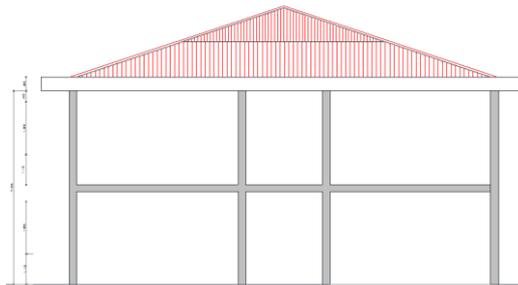


Ilustración 44: Perfil de la estructura de laboratorios

Datos:

- Carga Muerta = 75.5tn
- Carga Viva = 23.2tn
- Momento Ultimo = 210 Tn-m
- Momento Nominal = 225.4 Tn-m
- Resultado : No es necesario un reforzamiento, la estructura es estable ya que Momento Nominal es mayor al momento ultimo

## Caso 2: Aulas

Datos:

- Carga Muerta = 86.2tn
- Carga Viva = 28.8tn
- Momento Ultimo = 245.1 Tn-m
- Momento Nominal = 295.4 Tn-m
- Resultado : No es necesario un reforzamiento, la estructura es estable ya que Momento Nominal es mayor al momento ultimo

### 5.2. Identificación de deficiencias

Las deficiencias se describen a continuación:

	<p>Desmontaje de Pisos Machihembrados, considerando en el mantenimiento nuevos pisos el cual genera aumento de las cargas</p>
	<p>Colocación de nuevas ventanas más densas, lo que genera el aumento de las cargas.</p>

	<p>Incremento de concreto en tarrajes que aumentan el peso de la estructura.</p>
	<p>Colocación de concreto en diversas partes de la edificación que incrementa el peso de concreto,</p>
	<p>Ambientes ya culminados que modifican las solicitudes de carga.</p>
	<p>Pasadizos con mayores cargas al diseño inicial</p>

Tabla 11: Identificación de las deficiencias

### Cronología de eventos

- 1980: Construcción del Pabellón de la UNDAC
- 2016: Mantenimiento de la estructura, adicionales componentes sin un análisis sísmico ni de vulnerabilidades

### Comparación de cargas de Diseño

#### Aulas

Carga	1980	2016	Incremento
Muerta	250 Kg/m <sup>2</sup>	500 Kg/m <sup>2</sup>	250 Kg/m <sup>2</sup>
Viva	350 Kg/m <sup>2</sup>	550 Kg/m <sup>2</sup>	200 Kg/m <sup>2</sup>
Nieve	200 Kg/m <sup>2</sup>	200 Kg/m <sup>2</sup>	00 Kg/m <sup>2</sup>

#### Laboratorios

Carga	1980	2016	Incremento
Muerta	500 Kg/m <sup>2</sup>	750 Kg/m <sup>2</sup>	250 Kg/m <sup>2</sup>
Viva	400 Kg/m <sup>2</sup>	600 Kg/m <sup>2</sup>	200 Kg/m <sup>2</sup>
Nieve	200 Kg/m <sup>2</sup>	200 Kg/m <sup>2</sup>	00 Kg/m <sup>2</sup>

La consideración Inicial es que puede existir un Problema estructural aparente, sin embargo, en el análisis estructural, y el predimensionamiento de los elementos estructurales, se determina que la estructura en el momento en el que fue construido, fue sobredimensionada, lo que a la fecha resiste todas las cargas solicitadas incluyendo el incremento. Por lo tanto, no existe ningún daño estructural en consecuencia no se hará ningún diseño de reparaciones estructurales.

### 5.3. Pruebas no Destructivas

El esclerómetro es un instrumento de medición empleado, generalmente, para la determinación de la resistencia a compresión en hormigones ya sea en pilares, muros, pavimentos, etc. En algunos países ya no se usa para determinar la resistencia del hormigón endurecido, sino que solamente se utiliza para evaluar la uniformidad del hormigón in situ, delinear zonas de hormigón deteriorado o de baja calidad o estimar el desarrollo de resistencias in situ.

Su funcionamiento consiste en una pesa tensada con un muelle. Dicha pesa tensada es lanzada contra el hormigón y se mide su rebote.

Aunque no es un método excesivamente fiable, su uso está muy extendido. Proporciona valores aproximados y se emplea principalmente como método de comprobación, siendo menos usado que el ensayo de compresión.

Para el Proyecto se ha utilizado el esclerómetro del laboratorio de la escuela de Formación profesional de Ingeniería civil.

Columnas	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Medición 5	Medición 6	Promedio
Aulas 1er Nivel	323.00 Kg/cm2	327.00 Kg/cm2	281.00 Kg/cm2	292.00 Kg/cm2	335.00 Kg/cm2	328.00 Kg/cm2	314.33 Kg/cm2
Laboratorio 1er Nivel	282.00 Kg/cm2	331.00 Kg/cm2	335.00 Kg/cm2	299.00 Kg/cm2	335.00 Kg/cm2	311.00 Kg/cm2	315.50 Kg/cm2
Aulas 2do Nivel	318.00 Kg/cm2	294.00 Kg/cm2	297.00 Kg/cm2	296.00 Kg/cm2	348.00 Kg/cm2	331.00 Kg/cm2	314.00 Kg/cm2
Laboratorio 2do Nivel	333.00 Kg/cm2	329.00 Kg/cm2	306.00 Kg/cm2	334.00 Kg/cm2	301.00 Kg/cm2	316.00 Kg/cm2	319.83 Kg/cm2
Vigas							
Aulas 1er Nivel	345.00 Kg/cm2	309.00 Kg/cm2	302.00 Kg/cm2	348.00 Kg/cm2	293.00 Kg/cm2	349.00 Kg/cm2	324.33 Kg/cm2
Laboratorio 1er Nivel	286.00 Kg/cm2	283.00 Kg/cm2	314.00 Kg/cm2	342.00 Kg/cm2	320.00 Kg/cm2	322.00 Kg/cm2	311.17 Kg/cm2

Aulas 2do Nivel	349.00 Kg/cm2	345.00 Kg/cm2	308.00 Kg/cm2	332.00 Kg/cm2	290.00 Kg/cm2	284.00 Kg/cm2	318.00 Kg/cm2
Laboratorio 2do Nivel	285.00 Kg/cm2	336.00 Kg/cm2	318.00 Kg/cm2	324.00 Kg/cm2	295.00 Kg/cm2	312.00 Kg/cm2	311.67 Kg/cm2
Losa							
Aulas 1er Nivel	343.00 Kg/cm2	345.00 Kg/cm2	313.00 Kg/cm2	345.00 Kg/cm2	315.00 Kg/cm2	327.00 Kg/cm2	331.33 Kg/cm2
Laboratorio 1er Nivel	310.00 Kg/cm2	300.00 Kg/cm2	327.00 Kg/cm2	334.00 Kg/cm2	301.00 Kg/cm2	310.00 Kg/cm2	313.67 Kg/cm2
Aulas 2do Nivel	332.00 Kg/cm2	300.00 Kg/cm2	310.00 Kg/cm2	296.00 Kg/cm2	345.00 Kg/cm2	307.00 Kg/cm2	315.00 Kg/cm2
Laboratorio 2do Nivel	316.00 Kg/cm2	339.00 Kg/cm2	295.00 Kg/cm2	312.00 Kg/cm2	280.00 Kg/cm2	329.00 Kg/cm2	311.83 Kg/cm2

Tabla 12: Resultados de Pruebas no destructivas

Teniendo resultados que superan los 300Kg/cm<sup>2</sup>, considerando que el error en el uso de esclerómetros es de +/- 70kg/cm<sup>2</sup>, se considera que el mínimo resultado es de 230 kg/cm<sup>2</sup>, lo que es superior a lo indicado y solicitado en el diseño estructural de la edificación mencionado en el punto 5.1 de la presente investigación.

#### 5.4. Controles de Durabilidad

La durabilidad según la Norma ACI 562 menciona lo siguiente:

- Debe considerarse la durabilidad de todos los materiales de reparación
  - ✓ Durabilidad depende de la capacidad a resistir los ambientes donde serán instalados
- Recubrimientos para el refuerzo de acero existente o nuevo
  - ✓ El recubrimiento debe cumplir con el código de construcción- ACI 318 – Section 7.7 Concrete protection for reinforcement
- Se pueden usar métodos alternativos
  - ✓ Membranas impermeabilizantes
  - ✓ Inhibidores de corrosión
  - ✓ Recubrimientos anti-carbonatación
  - ✓ Protección catódica, galvánica
  - ✓ Protección contra el fuego
- Evaluar el efecto del recubrimiento en la longitud de desarrollo del refuerzo
  - ✓ Reducción en el recubrimiento requiere mayor longitud de desarrollo

Sin embargo, en el pabellón se han encontrado las siguientes observaciones menores que puedan afectar la durabilidad.

- Fisuras (Problema No estructural)

- Servicios higiénicos en mal estado (Problema nada Estructural)
- Instalaciones Sanitarias inservibles (Problema nada Estructural)
- Otros, que no se han considerado como problemas estructurales

Por lo tanto, todos estos problemas se han resuelto luego del mantenimiento que se realizó a la estructura el año 2016 – 2017, tales como:

- Nuevos tarrajeos
- Nuevas Instalaciones Eléctricas y Sanitarias
- Pisos de Cerámico antideslizante
- Nuevos Aparatos Sanitarios

Todas estas soluciones han sido para mejorar la durabilidad de la estructura, no ha sido necesario la utilización de las recomendaciones que indica el ACI 562, siendo:

- Membranas impermeabilizantes
- Inhibidores de corrosión
- Recubrimientos anti-carbonatación
- Protección catódica, galvánica
- Protección contra el fuego

## **Conclusiones**

La norma ACI 562 ha sido creada con la finalidad de definir los estándares de diseño y construcción en estructuras de alta probabilidad de vulnerabilidad sísmica, tales como las edificaciones antiguas o las que han sufrido algún daño estructural, sabemos que en el país, se efectúan reparaciones a estructuras de todo tipo y se gasta alrededor de 50 millones anuales en reparación, la pregunta que todo ingeniero civil se hace es: ¿Las reparaciones que se hacen son consideradas con el mejor sustento técnico? Es ahí donde llegamos a nuestra conclusión general, La mayoría de mantenimientos que se hace a las edificaciones o estructuras en el Perú no cuenta con el seguimiento de estándares lo que no garantiza si la edificación ha sido reparada o evaluada eficazmente, para nuestro caso se ha evaluado estructuralmente según las condiciones y recomendaciones que indica la Norma ACI 562, determinando a la estructura sostenible ante algún evento sísmico, por lo tanto: Evaluar Estructuralmente mediante la Norma ACI 562 hemos determinado la Sostenibilidad del Pabellón de Ingeniería de Minas y Medicina en el Campus de Pucayacu UNDAC

Del Pabellón de Ingeniería de Minas y Medicina en el Campus de Pucayacu UNDAC y del análisis de la Norma ACI 562, podemos emanar las siguientes conclusiones secundarias:

- Las Cargas según nuestra norma peruana se definen a la Fuerza u otras acciones que resulten del peso de los materiales de construcción, ocupantes y sus pertenencias, efectos del medio ambiente, movimientos diferenciales y cambios dimensionales restringidos, sin embargo las más importantes y analizadas en este tesis son la Carga Muerta donde es el peso de los materiales, dispositivos de servicio, equipos, tabiques y otros elementos soportados por la edificación, incluyendo su peso propio, que se propone sean permanentes o con una variación en su magnitud, pequeña en el tiempo y la Carga Viva donde es el peso de todos los ocupantes, materiales, equipos, muebles y otros elementos movibles soportados por la edificación, según la norma ACI 562 estas cargas deben combinarse y evaluarse en un nuevo diseño estructural, determinándose en todos los casos que el Momento Nominal es mayor al momento último, lo que significa que la estructura no necesita un diseño para la reparación de la edificación, por lo tanto, Evaluar las Cargas, combinaciones de cargas y factores de reducción determinó la Sostenibilidad del Pabellón de Ingeniería de Minas y Medicina en el Campus de Pucayacu UNDAC
- Generalmente las deficiencias encontradas en una construcción son referidas al proceso constructivo, a la antigüedad de la estructura, en nuestro caso se define que la estructura es una estructura antigua y que se ha utilizado para otras actividades que no es lo académico

siendo lo académico su principal actividad de esta edificación, sin embargo se han encontrado deficiencias menores que han determinado que la estructura no se encuentra vulnerable a condiciones estructurales o ante un evento sísmico, es por ello que podemos mencionar que Identificando las Deficiencias se determinó la Sostenibilidad del Pabellón de Ingeniería de Minas y Medicina en el Campus de Pucayacu UNDAC

- Debido a la necesidad de poder evaluar y decidir sobre el estado de las edificaciones, se hace necesario realizar pruebas, y para este caso, en el concreto, que nos permitan conocer sus características físicas o descubrir la patología que pueda sufrir. Estas evaluaciones son tan importantes, por ejemplo, después de la ocurrencia de un sismo, de donde se determinara la calidad y seguridad de las estructuras, Las estructuras de concreto también envejecen, y hoy sabemos que no son eternas, pues tienen una vida finita, y que en mayor o menor proporción su vigencia está en función de los múltiples factores que les afectan cotidianamente, mediante la Norma ACI 562 y las recomendaciones que se han tomado mediante la prueba del esclerómetro, se han determinado resultados que superan los 300 kg/cm<sup>2</sup> y en consecuencia la estructura a la fecha supera lo solicitado por el diseño de concreto armado y el análisis estructural, a sabiendas que lo mínimo que solicitamos es 210 kg/cm<sup>2</sup>, por lo tanto Realizando las pruebas no destructivas se

determinó la Sostenibilidad del Pabellón de Ingeniería de Minas y Medicina en el Campus de Pucayacu UNDAC

- El ACI define la durabilidad del concreto de cemento Pórtland como la habilidad para resistir la acción del intemperismo, el ataque químico, abrasión, y cualquier otro proceso o condición de servicio de las estructuras, que produzcan deterioro del concreto. La conclusión primordial que se desprende de esta definición es que la durabilidad no es un concepto absoluto que dependa sólo del diseño de mezcla, sino que está en función del ambiente y las condiciones de trabajo a las cuales lo sometamos. En este sentido, no existe un concreto “durable” por sí mismo, ya que las características físicas, químicas y resistentes que pudieran ser adecuadas para ciertas circunstancias, no necesariamente lo habilitan para seguir siendo “durable” bajo condiciones diferentes. En nuestro caso, el concreto que mostraba algún deterioro no era el concreto estructural, solo era el concreto para revestimiento y otros, por lo que no se necesitaba un diseño para la reparación de un concreto no estructura, por lo tanto, Con los Controles de durabilidad se determinó la sostenibilidad del Pabellón de Ingeniería de Minas y Medicina en el Campus de Pucayacu UNDAC.

### **Recomendaciones**

- Se recomienda a los Técnicos en Ingeniería, Evaluar todas las Estructuras mediante la Norma ACI 562, a fin de evitar posibles demoliciones a estructuras cuando estas se encuentran dañadas por algún evento sísmico o por la antigüedad que presentan.
- Se recomienda investigar a profundidad el problema de las viviendas y edificaciones informales en la ciudad de Pasco, las cuales presentan muchas variables y factores no cuantificables que se pueden evaluar su estabilidad. Esta investigación es un estudio preliminar para aproximarse al avance de las investigaciones de edificaciones mediante la Norma ACI 562.
- Se recomienda hacer un estudio de los procedimientos y políticas que incentivan el autoconstrucción asistida promovida por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento del Perú. Así lograr futuras viviendas y Edificaciones seguras.
- Se recomienda que las municipalidades distritales y provinciales incluyan dentro de su plan de desarrollo metropolitano, la reducción Evaluación de las estructuras mediante la Norma ACI 562. Apoyando con supervisión y capacitación del autoconstrucción de sus ciudadanos.
- Promover el desarrollo de estudios a nivel detallado de evaluación de la estructura mediante la Norma ACI 562 en hospitales y clínicas

y otras edificaciones importantes en el Perú y que evidencien un desempeño sísmico inadecuado.

### **Referencia Bibliográfica y Anexos**

- The ACI 562 Code How does it affect your concrete repair project?
- Design basis code – new balconies ACI 318-11
- Design Basis Code - Building Selected ACI 318-11 and ACI 562  
Voluntary upgrade
- Análisis, Diseño y Construcción en Albañilería. Lima: Capitulo Peruano ACI.
- Reducción de Desastres: Viviendo en armonía con la naturaleza  
Lima: PNUD. KUROIWA, Julio
- Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma Técnica de Edificaciones E.060 Concreto Armado. Sencico.
- Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma Técnica de Edificaciones E.070 Albañilería. Sencico.
- Reglamento Nacional de Edificaciones Norma Técnica de Edificaciones E.030 Diseño Sismorresistente. Sencico.

### **Anexos**

- Elementos de Fuerzas Conjuntas.
- Ensamble de Masas Conjuntas.
- Reacción de la base.

- Memoria Descriptiva del proyecto: **MANTENIMIENTO Y REFACCIÓN DE LAS AREAS Y LINEAS VITALES DE LOS PABELLONES DE PUCAYACU DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION - DISTRITO DE YANACANCHA - PROVINCIA Y REGIÓN PASCO.**