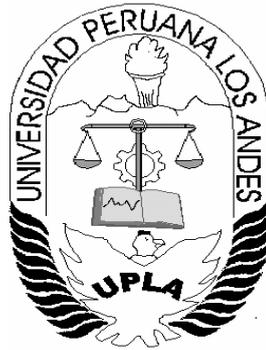


**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**TESIS**

**SISTEMA DE REFUERZO ESTRUCTURAL CONTEMPORANEO  
EN EL COLISEO MUNICIPAL DE HUANCAYO EN LA REGION  
JUNIN 2017**

Área de Investigación: Estructuras Y Construcción.

Línea de Investigación: Estructuras y Construcción.

TESIS PRESENTADO POR:

**Bach. ELVIS LUIS SALVATIERRA MONAGO**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

HUANCAYO – PERU

2018



**ASESOR METOLOGICO: DR. HUMBERTO BONILLA MANCILLA**

**ASESOR TEMATICO: MG. JUAN BULLÓN ROSAS**

## **DEDICATORIA**

### **A mis padres**

Que siempre me apoyaron incondicional, moral y económicamente y sobre todo por mostrarme el camino hacia la superación

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por formar una gran familia de la que he recibido soporte durante estos años.

## HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS

---

**Dr. Casio Aurelio Torres López**  
**Presidente**

---

**Ing. Alcides Luis Fabián Brañez**  
**Jurado revisor**

---

**Ing. Rando Porras Olarte**  
**Jurado revisor**

---

**Ing. Christian Mallaupoma Reyes**  
**Jurado revisor**

---

**Mg. Miguel Ángel Carlos Canales**  
**Secretario docente**

**“SISTEMA DE REFUERZO ESTRUCTURAL CONTEMPORANEO EN EL COLISEO  
MUNICIPAL DE HUANCAYO EN LA REGION JUNIN 2017”**

**ÍNDICE**

	Pág.
RESUMEN .....	
INTRODUCCION.....	
<b>1. CAPITULO I EL PROBLEMA.....</b>	
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	01
1.2. FORMULACION Y SISTEMATIZACION DEL PROBLEMA.....	02
1.2.1. PROBLEMA GENERAL.....	02
1.2.2. PROBLEMAS ESPECIFICOS.....	02
1.3. DELIMITACION DE LA INVESTIGACION.....	02
1.4. JUSTIFICACION.....	02
1.4.1. PRACTICO O SOCIAL.....	02
1.4.1. METODOLOGIA.....	03
1.5. LIMITACIONES.....	03
1.6. OBJETIVOS.....	03
1.6.1. OBJETIVO GENERAL.....	03
1.6.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	03
<b>2. CAPITULO II MARCO TEORICO.....</b>	
2.1. ANTECEDENTES.....	04
2.1.1. ANTECEDENTES NACIONALES.....	04
2.1.2. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	05
2.2. MARCO CONCEPTUAL.....	07
2.2.1. MARCO NORMATIVO Y LEGAL.....	07
2.2.1.1. LEYES.....	07
2.2.1.2. NORMAS.....	08

2.2.2. BASES TEORICAS.....	08
2.2.2.1. APRECIACION DE LAS EDIFICACIONES HISTORICAS.....	08
2.2.2.2. ELEMENTOS UTILIZADOS EN MONUMENTOS HISTORICOS	09
2.2.2.3. SISTEMA ESTRUCTURAL DE MONUMENTOS HISTORICOS	12
2.2.2.4. ELEMENTOS ESTRUCTURALES BASICOS.....	17
2.2.2.5. EVALUACION Y DIAGNOSTICO EN MONUMENTOS.....	20
2.2.2.6. ANALISIS ESTRUCTURAL.....	21
2.2.2.7. SEGURIDAD SISMICA EN PERÚ.....	25
2.2.2.7. REFORZAMIENTO EN MUROS DE ADOBE .....	26
<b>3. CAPITULO III HIPOTESIS Y VARIABLES .....</b>	
3.1. HIPOTESIS.....	28
3.1.1. GENERAL.....	28
3.1.2. ESPECIFICOS .....	28
3.2. DIAGRAMA DE VARIABLES.....	28
3.3. INDICADORES DE LAS VARIABLES.....	28
3.4. OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES (MATRIZ DE CONSISTENCIA) .....	30
<b>4. CAPITULO IV METODOLOGIA .....</b>	
4.1. METODO DE INVESTIGACION .....	31
4.2 TIPO DE INVESTIGACION .....	31
4.3 NIVEL DE INVESTIGACION .....	31
4.4 DISEÑO DE INVESTIGACION .....	31
4.5 POBLACION Y MUESTRA.....	31
4.6 TECNICAS Y/O INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS .....	32
4.6.1. ASPECTOS FISICOS.....	35
4.6.1.1. CLIMA .....	35
4.6.1.2. TOPOGRAFIA .....	36
4.6.1.3. SUELOS.....	36

4.6.1.4. SITUACION URBANA.....	36
4.6.1.5. ESTADISTICAS SISMICAS OCURRIDAS .....	37
4.6.2. CONDICION DEL COLISEO MUNICIPAL.....	37
4.6.3. DESCRIPCION DEL COLISEO MUNICIPAL .....	37
4.6.3.1. PARTICULARIDAD DEL SECTOR Y ENTORNO.....	39
4.6.3.2. DESCRIPCION DE LOS INMUEBLES.....	39
4.6.3.3. ANALISIS DE LAS EDIFICACIONES .....	40
4.6.4. ESTUDIOS BASICOS DE INGENIERIA .....	62
4.6.4.1. LEVANTAMIENTO DE PLANOS – GEOMETRIA.....	62
4.6.4.2. EVALUACION DEL ESTADOS DE LOS MATERIALES.....	66
4.6.4.3. DEFINICION DE LAS ESTRUCTURAS.....	69
4.7 TECNICAS Y ANALISIS DE DATOS .....	72
4.7.1. ANALISIS ESTRUCTURAL .....	72
4.7.2. MODELAMIENTO ESTRUCTURAL.....	72
4.7.2.1. APOYO.....	74
4.7.3. ESTUDIO DE CARGAS.....	74
4.7.3.1. CARGA VIVA.....	74
4.7.3.2. CARGA MUERTA.....	74
4.7.3.3. CARGA SISMICA .....	75
4.7.4. PROPIEDADES ADOPTADAS DE LOS MATERIALES .....	79
4.7.4.1. PROPIEDADES MECANICAS ADOPTADAS.....	79
4.7.4.2. METODO DE ANALISIS .....	80
4.7.4.3. TIPO DE ANALISIS .....	80
4.7.5. HIPOTESIS DE CARGA.....	80
4.7.6. RESULTADOS DE ANALISIS SIN REFORZAMIENTO.....	81
4.7.6.1. PERIODOS DE VIBRACION DE LA ESTRUCTURA.....	81
4.7.6.2. DEFORMACIONES .....	81
4.7.6.3. REACCIONES.....	87

4.7.6.4. ANALISIS SISMICO ESTATICO .....	89
4.7.6.5. ANALISIS DE RESULTADOS.....	89
4.7.7. PROPUESTAS DE INTERVENCION ESTRUCTURAL .....	90
4.7.7.1. PROPUESTA DE REFORZAMIENTO.....	90
<b>5. CAPITULO V RESULTADOS.....</b>	
5.1 RESISTENCIA ACTUAL DEL ADOBE DEL COLISEO MUNICIAPAL .....	96
5.1.1. INFLUENCIA DE LAS PROPIEDADES FISICAS DEL ADOBE .....	96
5.1.2. RIESGO Y PELIGRO SISMICO.....	97
5.1.3. DAÑOS ESTRUCTURALES.....	98
5.1.4. INFLUENCIA DEL REFUERZO CON MANDERA DE CONF .....	99
<b>6. CAPITULO VI DISCUSION DE RESULTADOS.....</b>	102
CONCLUSIONES.....	103
RECOMENDACIONES.....	105
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	106
ANEXOS .....	108

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 2.1. PROCESO DE ELABORACION DEL ADOBE.....	11
FIGURA 2.2. SISTEMA ESTRUCTURAL DE MADERA EN EDIFICACIONES.....	15
FIGURA 2.3. FUERZAS ACTUANTES EN LOS MUROS .....	18
FIGURA 2.4. DIAGRAMA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL EN CIMENTACION...	26
FIGURA 2.5. ESQUEMA DE DISCRETIZACION .....	34
FIGURA 2.6. DIAGRAMA DE ELEMENTO PLACA, MURO, VIGAS Y LOSAS ....	35
FIGURA 2.7. DIAGRAMA DE ELEMENTO PLACA .....	36
FIGURA 2.8. ELEMENTO MEMBRANA.....	36
.....	36
FIGURA 2.9. SISTEMA DE MADERA DE CONFINAMIENTO .....	39
FIGURA 4.1. VISTA DE LA CONTINUIDAD DE LOS MUROS DE ADOBE .....	50
FIGURA 4.2. ESQUEMA ARQUITECNTONICO PVL.....	53
FIGURA 4.3. IMAGEN DE LA SALA DEL PVL .....	54
FIGURA 4.4. VISTA DEL MURO EN EL CUAL SE PRESENTA FISURAS PVL ..	55
FIGURA 4.5. VISTA DEL TECHO DE MADERA, PRESENTANDO FALLAS .....	56
FIGURA 4.6. ESQUEMA ARQUITECTONICO DEMUNA.....	57
FIGURA 4.7. VISTA DE LAS OFICINAS DE LA DEMUNA .....	58
FIGURA 4.8. VISTA DEL MURO EL CUAL PRESENTA FISURAS DEMUNA .....	59
FIGURA 4.9. VISTA DE LA HUMEDAD QUE SE PRESENTA .....	59
FIGURA 4.10. ESQUEMA ARQUITECTONICO OMAPED .....	60
FIGURA 4.11. VISTA DE LA SALA DE ESPERA Y OFICINAS.....	61
FIGURA 4.12. VISTA DEL AMBIENTE PARA TERAPIA .....	62

FIGURA 4.13. VISTA DEL TRONCO DE MADERA .....	63
FIGURA 4.14. ESQUEMA ARQUITECTONICO CIAM .....	64
FIGURA 4.15. ESQUEMA ARQUITECTONICO (MEZZANINE) .....	65
FIGURA 4.16. VISTA DE LA SALA MULTIFUNCIONAL.....	66
FIGURA 4.17. VISTA DE FISURA .....	67
FIGURA 4.18. VISTA DE HUMEAD EN EL MURO .....	67
FIGURA 4.19. ESQUEMA ARQUITECTONICO .....	68
FIGURA 4.20. VISTA DEL AREA DE PROMOTORES.....	69
FIGURA 4.21. VISTA DE LA OFICINA DE SECRETARIA.....	69
FIGURA 4.22. ESQUEMA ARQUITECTONICO .....	71
FIGURA 4.23. VISTA DE LA SALA DE REUNIONES.....	71
FIGURA 4.24. VISTA DEL PASADIZO Y LA OFICINA DE REGIDORES.....	72
FIGURA 4.25. VISTA DE LA HUMEDAD EN LOS MUROS.....	73
FIGURA 4.26. VISTA DE LA HUMEDAD .....	73
FIGURA 4.27. PLANTA ARQUITECTONICO PRINCIPAL 1ER PISO.....	74
FIGURA 4.28. PLANTA ARQUITECTONICO MEZZANINE .....	75
FIGURA 4.29. PLANTA ARQUITECTONICO 2DO PISO.....	75
FIGURA 4.30. ELEVACION PRINCIPAL DEL COLISEO MUNICIPAL.....	76
FIGURA 4.31. ELEVACION PARTE INFERIOR DEL COLISEO MUNICIPAL.....	76
FIGURA 4.32. ELEVACION LATERAL.....	77
FIGURA 4.33. ELEVACION LATERAL.....	77
FIGURA 4.34. VISTA DEL LUGAR DE LA TOMA DE MUESTRA Y EL ENSAYO QUE SE REALIZA.....	78
FIGURA 4.35. CARACTERISTICAS FISICAS DEL ADOBE .....	79
FIGURA 4.36. ENSAYO DE COMPRESION DEL ADOBE .....	80
FIGURA 4.37. ESQUEMADE CIMENTACION DEL COLISEO .....	81
FIGURA 4.38. IMAGEN DEL SOBRECIMIENTO DEL COLISEO .....	82
FIGURA 4.39. ESQUEMA DE SOBRECIMIENTO DEL COLISEO.....	82

FIGURA 4.40. VISTA DEL TECHO.....	83
FIGURA 4.41. ESQUEMA DEL TIJERAL.....	83
FIGURA 4.42. GEOMETRIA DEL MODELO DE MUROS Y COBERTURA.....	85
FIGURA 4.43. GEOMETRIA DEL MODELO DE MUROS Y COBERTURA.....	85
FIGURA 4.44. DISCRETIZACION DE LA ESTRUCTURA (ELEMENTOS FINITOS)	
86	
FIGURA 4.45. ZONA SISMICA EN EL PERU .....	87
FIGURA 4.46. ESPECTRO DE RESPUESTA ACELERACION X-X .....	90
FIGURA 4.47. ESPECTRO DE RESPUESTA ACELERACION Y-Y .....	91
FIGURA 4.48. DESPLAZAMIENTO ESPECTRO X-X (19.83 cm).....	94
FIGURA 4.49. DESPLAZAMIENTO ESPECTRO Y-Y (36.67 cm).....	94
FIGURA 4.50. DESPLAZAMIENTO MAXIMO - COMBINACION 1 .....	95
FIGURA 4.51. DESPLAZAMIENTO MAXIMO - COMBINACION 2 .....	95
FIGURA 4.52. DESPLAZAMIENTO MAXIMO - COMBINACION 3 .....	96
FIGURA 4.53. DESPLAZAMIENTO MAXIMO - COMBINACION 4 .....	96
FIGURA 4.54. DESPLAZAMIENTO MAXIMO - COMBINACION 5 .....	97
FIGURA 4.55. DESPLAZAMIENTO MAXIMO - COMBINACION 6 .....	97
FIGURA 4.56. DESPLAZAMIENTO MAXIMO - COMBINACION 7 .....	98
FIGURA 4.57. DESPLAZAMIENTO MAXIMO - COMBINACION 8 .....	98
FIGURA 4.58. DESPLAZAMIENTO MAXIMO - COMBINACION 9 .....	99
FIGURA 4.59. REACCIONES EN LA BASE DE LA ESTRUCTURA .....	100
FIGURA 4.60. COLOCACION DE REFUERZOS DE MADERA DE CONFINAMIENTO (AIS, 2004).....	103
FIGURA 4.61. COLOCACION DE REFUERZOS DE MADERA DE CONFINAMIENTO EN EL COLISEO MUNICIPAL.....	104
FIGURA 4.62. COLOCACION DE REFUERZOS DE MADERA DE CONFINAMIENTO (ELEVACION PRINCIPAL).....	104
FIGURA 4.63. COLOCACION DE REFUERZOS DE MADERA DE CONFINAMIENTO (ELEVACION LATERAL).....	105

FIGURA 4.64. IMAGEN DEL ENSAYO DE RESISTENCIA EN LA MADERA QUE SE DEBERIA DE UTILIZAR .....	106
FIGURA 4.65. EN LA IMAGEN SE MUESTRA RESULTADOS OPTIMOS A CONSIDERAR EN LA MADERA .....	106
FIGURA 4.66. MONTAJE PARA MURO SIN REFUERZO .....	107
FIGURA 4.67. MONTAJE PARA MURO CON REFUERZO.....	107
FIGURA 4.68. DIFERENCIA DE FISURAS SIN Y CON REFUERZO .....	107
FIGURA 5.01. DESPLAZAMIENTO EN X-X.....	111
FIGURA 5.02. DESPLAZAMIENTO EN Y-Y.....	111
FIGURA 5.03. DESPLAZAMIENTO MAXIMO EN COMBINACION 7.....	112
FIGURA 5.04. DESPLAZAMIENTO MAXIMO EN COMBINACION 8.....	113
FIGURA 5.05. DESPLAZAMIENTO MAXIMO EN COMBINACION 9.....	114

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
TABLA 2.1. MODULO DE ELASTICIDAD .....	21
TABLA 2.2. ESFUERZOS EN LA MADERA.....	21
TABLA 4.1. RESULTADOS DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS DEL ADOBE	79
TABLA 4.2. RESULTADOS DE CARACTERISTICAS MECANICAS DEL ADOBE	80
TABLA 4.3. RESUMEN DE PARAMETROS .....	88
TABLA 4.4. VALORES DE SA EN X-X y Y-Y .....	89
TABLA 4.5. COMBINACION DE CARGAS.....	92
TABLA 4.6. PERIODOS DE VIBRACIONES .....	93
TABLA 4.7. REACCIONES MINIMAS Y MAXIMAS EN LAS DISTINTAS COMBINACIONES.....	100
TABLA 4.8 MASAS DEL EDIFICIO POR PISOS .....	101

## RESUMEN

La presente investigación debe dar respuesta al siguiente problema general ¿Cuál es la resistencia del muro adobe de acuerdo a la zona sísmica en la que se encuentra el Coliseo Municipal de Huancayo en la región Junín 2017?, el objetivo general es: “Determinar la resistencia actual del muro de adobe y plantear un sistema de refuerzo estructural contemporáneo en el Coliseo Municipal de Huancayo en la región Junín 2017”, y la hipótesis general que debe contrastarse es: “La resistencia del adobe y el sistema de refuerzo estructural contemporáneo influyen significativamente en el estado actual de la resistencia del muro del Coliseo Municipal de Huancayo en la región Junín 2017”.

La investigación desarrollada es de tipo aplicativo, el nivel es explicativo, de diseño no experimental, la población está conformada por el distrito de Huancayo y con una muestra por conveniencia que es el Coliseo Municipal de Huancayo.

La principal conclusión del presente estudio, en el cual se observó que la resistencia actual del muro de adobe alcanza solo el 38.42%, respecto a la Norma E.080 Adobe, donde indica un refuerzo mínimo de 12 Kg/cm<sup>2</sup>, para ellos se plantió el sistema de refuerzo estructural contemporáneo con maderas de confinamiento, unidos con pernos de anclaje y laminas metálicas en cada unión, generando que el modelo idealizado con este tipo de refuerzo permitirá demostrar un mejor desempeño sísmico que el modelo sin refuerzo, esto porque disminuye los desplazamientos últimos de la estructura, en sentido x-x = 0.0021 m y en sentido y-y = 0.347.

**Palabras clave:** Resistencia actual, refuerzo estructural, madera de confinamiento, ensayos de resistencia.

## INTRODUCCION

La presente tesis desarrolla un sistema de reforzamiento estructural contemporáneo del Coliseo Municipal de Huancayo-Junín, siendo este un hecho arquitectónico considerado como patrimonio cultural importante en la ciudad de Huancayo, por su hecho histórico y su atractivo cultural.

La conservación de una construcción antigua implica un proceso de apreciación del estado actual de la estructura, para ello es necesario la información que permita implantar una metodología adecuada. La importancia de estimar la estructural de los edificios históricos se basa en la necesidad de conocer su comportamiento en condiciones falla. Teniendo en cuenta esto es posible implantar un sistema de reforzamiento estructural contemporáneo respecto a la estabilidad y la seguridad de la estructura.

En efecto, la presente investigación se ha organizado de la siguiente forma:

*En el capítulo 1 - Problema:* Se indica el planteamiento de problema, demarca destinado a los alcances y efectos que el tema de investigación procura implantar su incidencia en la preservación de edificaciones históricas. También se define el problema y además se precisa los objetivos que busca la investigación.

*En el capítulo 2 - Marco Teórico:* Se afirma el apoyo teórico de la investigación, comenzando desde los antecedentes, normatividad y las bases teóricas respecto al interés de los monumentos históricos, los materiales empleados, elementos estructurales, evaluación en las edificaciones históricas, análisis empleados para el diagnóstico estructural, y la elección de reforzamiento en edificaciones de adobe.

*En el capítulo 3 – Hipótesis y Variables:* Se explica la identificación de hipótesis generales y específicos en base a los objetivos planteados en el

capítulo 1, a su vez se indica las variables, luego realizando la matriz de consistencia donde indicara la Operacionalización de las variables.

*En el capítulo 4 – Metodología:* Se desarrolla el método de investigación, tipo de investigación, nivel de investigación, diseño de investigación, a su vez se expone la ingeniería de proyecto, donde se realiza una exposición del Coliseo Municipal, de sus componentes y sistemas estructurales.

Se enseña los daños estructurales del Coliseo Municipal, que comprende grietas, fisuras y desplazamiento en componentes estructurales, además se incorpora el estudio de las propiedades físicas y mecánicas del adobe de esta estructura histórica. Se toma en cuenta los criterios a estudiar en la realización del modelo que representa la estructura, así como también se muestran a través de un análisis que permite predecir la conducta ante las solicitaciones actuantes, por último, se propone un sistema de refuerzo estructural contemporáneo para su preservación.

*En el capítulo 5 – Resultados:* Se determina los resultados al haberse sometido la estructura a un sistema de refuerzo estructural contemporáneo, identificando la inferioridad de deformación que generan.

*En el capítulo 6 – Discusión de Resultados:* Se desarrolla una comparación estadística en base a la estructura sin refuerzo y con refuerzo.

Finalmente, se indica las conclusiones y se sugiere algunas recomendaciones.

Además, se incorpora la bibliografía donde se indica las referencias consultadas para la presente tesis.

Finalmente se incluye los anexos del estudio realizado en el Coliseo Municipal de Huancayo.

## **CAPITULO I**

### **EL PROBLEMA**

#### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:**

La importancia histórica que encierra Perú, y los patrimonios arquitectónicos que se posee como herencia, la época incaica de los Siglos XVI y XVII, nos señala el desafío de conservar los patrimonios culturales. La presencia de muchas casas consistoriales en la Ciudad de Huancayo es muestra que Junín fue unos de los centros principales de la Cultura Española dándole un paisaje urbano especial que se debe conservar para generaciones futuras, circunstancia que originado a realizar control estructural en los monumentos históricos.

Las casas consistoriales en la gran mayoría fueron creadas con adobe y tapia pisada, fueron construidos de uno y dos pisos destinadas al gobierno y templo religiosos, causales endógenas del mayor deterioro de los monumentos históricos.

En particular este estudio se enfoca en el Coliseo Municipal que se ubica en estado de deterioro por motivo de antigüedad, factor climático, lluvias; que han originado daños en las distintas partes de la infraestructura.

Los daños de la infraestructura del Coliseo Municipal se deben al pasar del tiempo y a los escasos mantenimientos, mostrando problemas de fisuramiento y agrietamiento en los muros de adobe, teniendo en cuenta que la infraestructura del Coliseo Municipal tiene un promedio de 89 años de antigüedad.

## **1.2. FORMULACION Y SISTEMATIZACION DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. Problema General**

¿Cuál es la resistencia actual del muro de adobe de acuerdo a la zona sísmica en la que se encuentra el Coliseo Municipal de Huancayo en la región Junín 2017?

### **1.2.2. Problemas Específicos**

- a) ¿Cómo influye las propiedades físicas del adobe de la estructura del coliseo municipal de Huancayo?
- b) ¿Cuál es el riesgo y peligro sísmico en el coliseo municipal de Huancayo en la región Junín 2017?
- c) ¿Cuál es la influencia de identificar los daños estructurales del coliseo municipal de Huancayo en la región Junín 2017?
- d) ¿Cómo influye la madera de confinamiento para el reforzamiento estructural del coliseo municipal de Huancayo?

## **1.3. DELIMITACION DE LA INVESTIGACION**

La estructura del Coliseo Municipal cuenta con muros de tapia de 0.90m, la cual esta estructura en estados deficientes por la antigüedad que tiene, a su vez se presentaron fallas que alterarían la antigüedad que tiene, a su vez se presentan fallas que alterarían la resistencia de la estructura, por lo cual es conveniente proponer un reforzamiento a la estructura para poder mantenerla y así conservar el valor histórico que tiene.

## **1.4. JUSTIFICACION**

### **1.4.1. Practica o Social.**

La indagación, se fundamenta en la necesidad de conservar la herencia histórica que los antepasados nos dejaron, los cuales se conservan algunas, la cual se escogió El Coliseo Municipal.

La estructura del Coliseo Municipal actualmente presenta severos daños, principalmente en su sistema estructural, este acontecimiento nos indica a corregir los daños que se presentan, y

conservar la identidad que proporciona a la ciudad de Huancayo, de tal manera que se conserve el patrimonio histórico.

#### **1.4.2. Metodología.**

Dentro de la estructura se determinará los lugares específicos donde se encuentre daños significativos que perjudiquen el comportamiento adecuado de la estructura ante evento sísmico. Para ellos se realizará una investigación detallada de cada área que se encuentre en el Coliseo Municipal.

### **1.5. LIMITACIONES**

Este problema a la cual se encuentra todo monumento histórico, se debe a la antigüedad que conlleva y al material de construcción que tiene. Lo cual la falta de laboratorios especializado y la falta de antecedentes para poder realizar estudios óptimos para conservarlas, hace que nos enfoquemos más en ellos ya que es prioridad conservar un patrimonio cultural ya que es un valor histórico para la ciudad.

### **1.6. OBJETIVOS**

#### **1.6.1. Objetivo General**

Determinar la resistencia actual del muro de adobe y plantear un sistema de refuerzo estructural contemporáneo en el coliseo municipal de Huancayo en la región Junín 2017.

#### **1.6.2. Objetivos Específicos**

- a) Evaluar la influencia de las propiedades físicas del adobe de la estructura del coliseo municipal de Huancayo
- b) Determinar el riesgo y peligro sísmico en el coliseo municipal de Huancayo en la región Junín 2017.
- c) Identificar los daños estructurales del coliseo municipal de Huancayo en la región Junín 2017.
- d) Analizar la influencia de la madera de confinamiento para el reforzamiento estructural del coliseo municipal de Huancayo.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEORICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES**

##### **2.1.1. Antecedentes Nacionales.**

- a) Apaza (2014). En la tesis, “Evaluación de la seguridad sísmica en la superestructura de la catedral de Puno”, la tesis de grado tiene como finalidad analizar el comportamiento en la superestructura de la catedral de Puno ante solicitaciones sísmicas especificadas en la norma peruana y desarrollar una propuesta para la intervención estructural. Aplicándose una metodología de evaluación estructural tras la generación de un modelo de tipología constructiva y caracterización de los materiales para su modelación y posterior calculo estructural mediante elementos finitos, aplicada mediante un modelo informático tridimensional suficientemente preciso el cual da resultados sobre cómo se comporta la estructura ante un esfuerzo sísmico virtual.
  
- b) Aguilar, et al (2013). Del artículo, “Intervención estructural en la iglesia San Pedro Apóstol de Andahuaylillas en Cusco, Perú”, este articulo presenta el objetivo de determinar su comportamiento ante cargas de gravedad y de sismo. En el artículo se muestra el detalle de los materiales, identificación del sistema estructural y sus patologías. Se propone también algunas soluciones estructurales urgentes para sectores específicos, finalmente se presenta los resultados de estudios de identificación de propiedades modales de la torre de la iglesia, así como los resultados de modelos computacionales que se han desarrollado para entender su comportamiento estructural.

- c) Esquivel, (2009). En la tesis, “Sistema de refuerzo estructural en monumentos históricos de la región Cusco”, Perú; cuya meta del estudio fue señalar los sistemas de refuerzos estructurales en monumentos históricos de la Región del Cusco, través del análisis de los tipos de refuerzo estructural utilizados en la reparación de una iglesia de adobe, la determinación de las propiedades físicas y mecánicas de los materiales usados en restauración, y análisis de la efectividad de los refuerzos estructurales.
- d) Quispe, (2017). En la tesis, “Evaluación y propuesta de reforzamiento estructural de la capilla Cristo Pobre de la beneficencia de Puno, Perú”; cuyo objetivo es analizar la conducta de las edificaciones de adobe ante eventos sísmicos y las fallas que se presentan, para luego plantear una propuesta de refuerzo estructural con el uso del programa SAP2000, cuya consideración del estudio propone plantear el reforzamiento estructural de la Capilla.

### **2.1.2. Antecedentes Internacionales.**

- a) Ruiz, et al (2017) En su artículo de investigación “Evaluación del comportamiento sísmico de casas consistoriales de tapia pisada reforzadas con maderas de confinamiento” detalla que existen pocos estudios del comportamiento de estructuras históricas en adobe y tapia pisada en Latinoamérica, lo que ha contribuido al deterioro de estas construcciones, lo cual en este artículo presenta los resultados de un estudio desarrollado por los grupos de Investigación GRIME Y Estructuras Y Construcción, donde su objetivo fue estudiar un método de rehabilitación de casas consistoriales de tapia pisada mediante maderas de confinamiento.
- b) Gómez, et al (2016) En su artículo de investigación “Rehabilitación sísmica de edificaciones históricas en tapia pisada: estudio de caso de capillas doctrineras reforzada con malla de acero y madera de confinamiento” detallas los

resultados en mesa vibratoria de modelos a escala 1:50 de capillas de adoctrinamiento en tapia pisada construidas en los siglos XVI al XVIII en Colombia. Los muros de los modelos de las capillas fueron rehabilitados sísmicamente mediante dos técnicas de reforzamiento diferentes: maderas de confinamiento y malla de acero; ambas técnicas instaladas por una sola cara de los muros. Los resultados sugieren que los sistemas de refuerzo sísmico evaluados disminuyen hasta en un 52 % los desplazamientos de los muros a la vez que disminuyen la figuración y el agrietamiento.

- c) Caballero & Samayoa, (2010). En su trabajo de Graduación: “Metodología para restauración del sistema estructural de monumentos o inmuebles históricos del patrimonio cultural en el Salvador”, la investigación del caso de estudio de aplicación iglesia San Esteban. La metodología propuesta tiene como fundamento un diagnóstico obligatorio que se basa principalmente en detección por observación y medición directa en la medición de datos, la modelación y simulación para resultados del análisis estructural, lo cual sirve de base para la propuesta del plan de reconstrucción de cualquier monumento o edificación histórica y cultural.
- d) Mondragón (2012) En su artículo de investigación: “Criterios para el refuerzo antisísmico de Estructuras Históricas” detalla una amplia variedad de técnicas de reparación o refuerzo para mejorar la respuesta estructural de estructuras históricas. Algunas de estas técnicas que intervino ha sido específicamente implementadas para mejorar la capacidad de las estructuras antiguas para resistir terremotos, el uso de esas técnicas se consideró tanto la acción sobre la estructura original como el modo en que afectan la integridad y la autenticidad de los materiales originales y las características estructurales. El propósito de su artículo es revisar los criterios actuales de refuerzo utilizados en la restauración de edificios históricos.

## **2.2. MARCO CONCEPTUAL**

### **2.2.1. Marco Normativo y Legal**

#### **2.2.1.1. Leyes**

Se indica reglamentos y leyes constituidas en el Ministerio de Cultura.

1. Ley N° 28296: Ley general del Patrimonio Cultural de la Nación.
2. D.S.N° 011 -2006 – ED: Reglamento de la Ley General del Patrimonio Cultural.
3. Ley N° 27721: Ley que declara de interés nacional el inventario, catastro, investigación, conservación, protección, difusión de los sitios y zonas arqueológicas.
4. R.S.N°004/2000/ED: Reglamento de Investigaciones Arqueológicas (25.01.2000).
5. R.D.N N° 1405/INC – 2004: Reglamento General de aplicación de sanciones administrativas por infracciones en contra del Patrimonio Cultural de las naciones (23.12.04)
6. Ley N° 27580: Ley que dispone medidas de protección que debe aplicar el Instituto Nacional de Cultura Actual Ministerio de Cultura, para la ejecución de Obras en Bienes Culturales Inmuebles.

#### **2.2.1.2. Normas**

##### **a) Norma A-140: Bienes Culturales Inmuebles**

Tiene como objetivo reglamentar las obras en bienes culturales inmuebles con la finalidad de ayudar a la protección del Patrimonio Cultural.

**b) Norma E-010: Madera**

Constituye requisitos mínimos para materiales, en diseño, análisis, construcción y mantenimiento de constricciones con madera.

**c) Norma E-020: Cargas**

Esta norma técnica establece los valores de las cargas mínimas a emplearse en el diseño y evaluación de una estructura, en ninguno de los casos los valores de las cargas serán aceptadas si son menores a estos valores mínimos establecidos en el diseño o evaluación.

**d) Norma E-030: Diseño Sismorresistente-2016**

Establece las condiciones mínimas para que las edificaciones diseñadas tengan un comportamiento sísmico acorde con los principios de la filosofía del diseño Sismorresistente que consiste en: (evitar pérdida de vidas humanas, asegurar la continuidad de los servicios básicos, minimizar los daños a la propiedad).

**e) Norma E-080: Adobe**

Interpreta al adobe para el proceso constructivo con este material, así como sus características, diseño y comportamiento de estas.

**2.2.2. Bases Teóricas**

**2.2.2.1. Apreciación de las edificaciones Históricas**

Edificaciones construidas en todos los países y ciudades. Emblemas reales, principal para la historia de cada pueblo.

Cada uno de estos monumentos, con el paso de los años, han enfrentado eventos sísmicos y del medio ambiente.

Para poder conservarlos y asegurar la seguridad de su uso, varios países, comenzaron a analizar pruebas estructurales de las construcciones históricas ante estos eventos.

#### **2.2.2.2. Elementos utilizados en monumentos históricos.**

##### **a) Adobe**

Son bloques de masa de barro y paja, moldeada en forma de ladrillo y secado al sol, utilizada en las construcciones antiguas. Según las características del suelo sus propiedades mecánicas varían, la adición de paja y algún otro ingrediente orgánico tiene aumentar su resistencia.

Se han hallado adobes entre 45 centímetros y 1.00 metro de longitud, de 10 a 30 centímetros de ancho y también de 6 a 12 centímetros de altura. El adobe cambia en su contextura, ya que se le agrega la paja cortada, estiércol de ganado y a su vez se disminuye el número de grava. Las dimensiones en la sierra por lo general son de 45 a 61 centímetros de longitud, de 19 a 30 centímetros de ancho y entre 10 a 16 centímetros de altura. La resistencia a la compresión que se podría considerar para la zona del Cusco, proviene de muestras tomadas de la Iglesia de San Jerónimo de la ciudad del Cusco. Estas resistencias a compresión van de 10.98 kg/cm<sup>2</sup> a 14.87Kg/cm<sup>2</sup> (Samanez, 1983).



Figura 2.1. Proceso de elaboración del adobe.

## b) Mortero

Es un compuesto de conglomerantes inorgánico, agregados finos y agua, que fueron hechas para aparejar elementos como ladrillos, bloques de hormigón, piedra, etc.

Además, se usa para rellenar los espacios que quedan entre los bloques de ladrillo y para el revestimiento de paredes. Los conglomerantes más comunes en la actualidad son los del cemento, aunque históricamente ha sido la cal, tierra y yeso quienes fueron más utilizados.

Además, se elabora del suelo del terreno teniendo en cuenta si éste proporcione una buena cohesión. Si esta no es suficiente se agrega cal.

### Mortero de barro

Estos tienen como aglomerante principal a la arcilla del suelo.

➤ **Mortero de cal**

Son aquellos que están elaborados con cal, arena y agua. Esta cal empleada puede ser aérea o hidráulica, con la diferencia de carbonatar en contacto con el aire o fraguar en agua.

➤ **La mampostería**

En las edificaciones antiguas está agrupada con morteros de barro, cal y arena, lo que adhiere ciertas propiedades.

**c) Piedra**

Elemento más común y antiguo para la mampostería de las edificaciones históricas. Se usa en los cimientos y sobre cimentación de los muros. Las piedras son las que se encuentran cercanas a la zona esta utilizadas para decorativos de fachadas uniéndolas con mortero de barro y cal.

**d) Madera**

Es un material ortótropo, con diferentes elasticidades según la deformación, encontrado como principal contenido del tronco del árbol.

La madera se ha usado como material en construcciones antiguas desde tiempo antiguos, debido a su ductilidad y aislamientos, material que aún se usa en diferentes países.

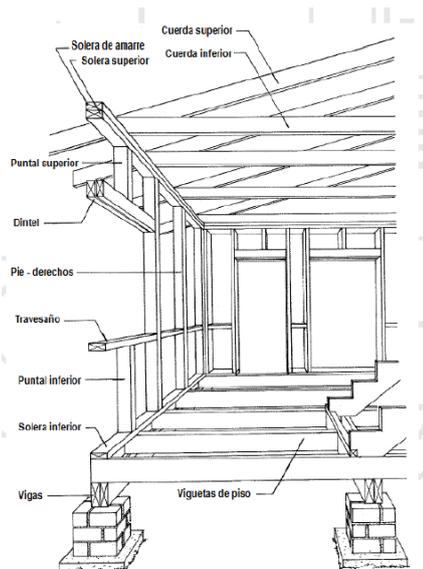


Figura 2.2. Sistema estructural de madera en edificaciones

### 2.2.2.3. Sistema estructural de monumentos históricos

#### a) Sistema estructural del adobe.

El sistema estructural en conjunto tiene dificultades de vinculación entre los elementos de cimentación y cubierta con los muros transversales y longitudinales, se debe al espesor y otro por las propiedades del material, como la adherencia

Una vez construida los muros y cuando se ha tenido cuidado en no sobrepasar las resistencias a los esfuerzos del adobe, este sistema no funcionaria.

- Cimientos, proceso constructivo con ciclópeo y barro compacto como ligamento.
- Muros longitudinales. Espesor que va desde los 0.90 hasta 1.50 m, la altura varía de 5 a 7 metros, entre ellas existiendo aperturas para ventanas y puertas, Además, trabaja con contrafuertes que le rodean, así evitando volteo en los exteriores. Se

ubican separados entre 3 y 4 metros, está en grandes dimensiones.

- El techo está conformado generalmente por una trama de madera en par y nudillo. Como adición a la cubierta del techo, la estructura se conforma de teja, barro, esterilla, etc. Todas estas tienen la finalidad de estabilizar el sistema de muros.

### **Conducta estructural de muros**

Está determinado por el tipo de acción al que se someten, dichas acciones a su vez dependen de la ubicación el cual se puede distinguir entre muros interiores y exteriores. Los muros cumplen las siguientes funciones.

- Debido al peso propio del muro y peso de la cobertura, se tienen las cargas axiales.
- Resistir empujes laterales en el plano debido a las fuerzas empleadas por la bóveda, esta cuando el muro está lineado para funcionar como contrafuerte.

Otras acciones adicionales como hundimientos y fuerzas sísmicas producen flexión en los muros.

La condición más desfavorable es la que se tiene al recibir los empujes que provocan flexión en la dirección más débil del muro, representa la principal forma de falla de las naves de los templos (Meli, 1998).

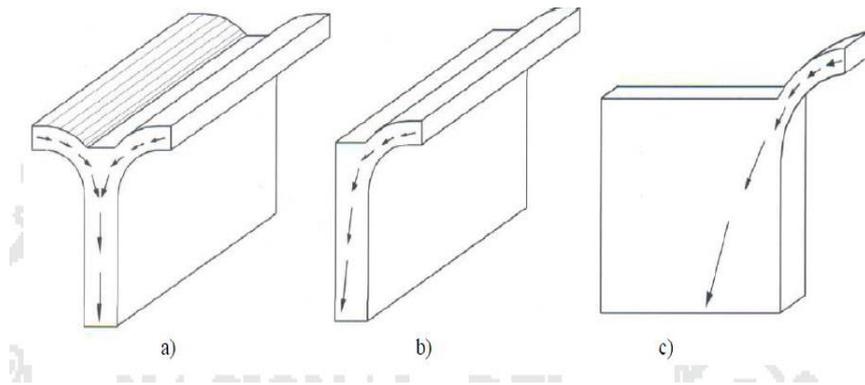


Figura 2.3. a) Carga axial, b) Empuje de la bóveda, c) Empuje de la bóveda que se transmite en el contrafuerte

### Condiciones generales del adobe

La Norma E-080 Adobe señala que la gradación del suelo debe aproximarse a los siguientes porcentajes: **arcilla** 10-20%, **limo** 15-25% y **arena** 55- 70%, no debiéndose utilizar suelos orgánicos.

Además, el adobe no debe contener materias extrañas, fisuras, grietas y otros defectos disminuyan la durabilidad y resistencia del adobe.

### Dimensiones

Estas llegarán a ser de planta rectangular o cuadrada. Las dimensiones deberán tener la siguiente relación geométrica.

- a) El largo será aproximadamente el largo del ancho en adobes rectangulares.
- b) El orden de 4 en 1 debe de cumplirse en la relación largo y ancho.
- c) La altura debe ser superior a 8 cm.

## Propiedades mecánicas

De acuerdo a la Norma Técnica E-080 Adobe se considera lo siguiente.

- Resistencia mínima a la compresión  
= 12 kg/cm<sup>2</sup>
- Resistencia a tracción por flexión:  
= 1.43 Kg/cm<sup>2</sup>

### b) Sistema estructural de la madera.

La madera es utilizada para elaborar elementos que forme parte del elemento constructivo en edificaciones tales como pisos, cubiertas y muros. Como principal propiedad es su resistencia, puesto que la finalidad que tiene será siempre de soportar esfuerzos y cargas generadas por agentes externos.

### Características

Tabla 2.1. Módulo de elasticidad.

Grupo	Módulo de Elasticidad (E) MPa (kg/cm <sup>2</sup> )	
	E mínimo	E promedio
A	9 316 (95 000)	12 748 (130 000)
B	7 355 (75 000)	9 806 (100 000)
C	5 394 (55 000)	8 826 (90 000)

Fuente: Norma Peruana E-010 Madera.

Tabla 2.2. Esfuerzos en la madera.

Grupo	Módulo de Elasticidad (E) MPa (kg/cm <sup>2</sup> )				
	Flexión f <sub>m</sub>	Tracción	Compresión	Compresión	Corte
		Paralela f <sub>t</sub>	Paralela f <sub>c//</sub>	Perpendicular f <sub>c⊥</sub>	Paralelo f <sub>y</sub>
A	20.6 (210)	14.2 (145)	14.2 (145)	3.9 (40)	1.5 (15)
B	14.7 (150)	10.3 (105)	10.8 (110)	2.7 (28)	1.2 (12)
C	9.8 (100)	7.3 (75)	7.8 (80)	1.5 (15)	0.8 (8)

Fuente: Norma Técnica E-010 Madera.

## **Propiedades de la madera estructural**

Las propiedades de la madera por sus diferentes reacciones y su condición orgánico vegetal, serán variables. Las propiedades generales de la madera dependerán de factores como: crecimiento, edad, contenido de humedad, tipo de terreno en el que creció y distintas partes del tronco. A causa de estas situaciones dichas propiedades se dividen en dos grupos principales: propiedades físicas y mecánicas (Enríquez, 2014).

### **Propiedades físicas**

Las propiedades físicas de la madera dependen fundamentalmente, de los factores propios de la naturaleza que envuelve a la madera.

### **Densidad de la madera**

La densidad es una propiedad de cada tipo de árbol, generalmente de las especies coníferas que se utilizan.

Normalmente para el proceso constructivo suele ser de entre 400 kg/m<sup>3</sup> y 550 kg/m<sup>3</sup>, particularmente según el uso se suele conveniente utilizar maderas ligeras.

### **Características mecánicas.**

La característica de la madera varía según su contenido de humedad, la calidad y duración de la madera. Estas características pueden ser analizadas a través de fibras paralelas y perpendiculares.

### **Resistencia a la compresión**

Las resistencias en tensión y compresión pueden ser tomadas en cuenta esfuerzos del mismo orden, además, la resistencia a compresión de la madera es aproximadamente a la mitad de su resistencia a tensión en la misma dirección.

La resistencia a compresión en paralelo a la fibra, es tomada en cuenta en columnas de madera.

### **Módulo de poisson**

Presenta distintos valores según las direcciones que se toman como son tangencial, radial y longitudinal, los valores están en un rango de 0.325 a 0.40 para densidades de 0.5 gr/cm<sup>3</sup>.

### **Módulo de elasticidad (MOE)**

Es un parámetro que caracteriza el comportamiento de un material elástico, según a la dirección que se aplica una fuerza, según resultados obtenidos en maderas tropicales estructurales el MOE a compresión paralela, es mayor que el MOE obtenido de ensayos en flexión estática (Enríquez, 2014).

#### **2.2.2.4. Elementos estructurales básicos**

##### **a) Cimentación**

La cimentación es importante, porque la construcción se sostiene finalmente sobre el terreno.

Para conocer la cimentación que existen en un monumento histórico se pueden hacer calicatas en el terreno de la zona para así determinar la condición en la que se encuentra.

La Norma E-080 Adobe, indica situaciones a considerar para la cimentación en construcciones de adobe.

- No se deberá construir en suelos granulares, blandos ni en arcillas expansivas.
- Para los muros tendrán que ser concreto ciclópeo o albañilería de piedra.
- Para el sobrecimiento tendrá que ser concreto albañilería de piedra o concreto ciclópea asentada con mortero en base a tierra con aglomerante como cal, cemento, etc.) la altura que sobresalga será mínimo 20 cm sobre el nivel del suelo.

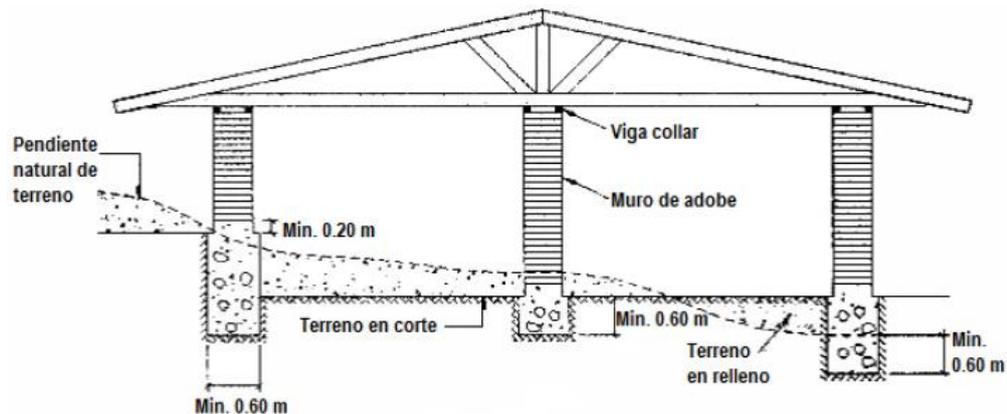


Figura 2.4. Diagrama del sistema estructural en cimentación.

## b) Muros

Las edificaciones históricas están formadas por muros de adobe y mamposterías, de gran decoración arquitectónica. Estos componentes son eficaces para soportar cargas axiales, pero la facultad que tiene al soportar fuerzas perpendiculares es menor que la vertical.

El muro de adobe cuenta con un ancho de 1.00 - 1.80 m, la altura varía de acuerdo a los ambientes.

### **c) Techos**

La Norma E-080 de Adobe indica que los techos deben tener las siguientes condiciones:

- Deberán ser diseñados de tal manera que produzcan empujes laterales en los muros.
- Se considerará la propia masa y las fracciones pertinentes de las masas de los muros transversales y la del techo teniendo en cuenta la distribución de las fuerzas del sismo
- En la construcción de tijerales, el techado deberá garantizar la estabilidad lateral de estos.
- Se considerará las pendientes, las características de impermeabilidad, longitud de los aleros de acuerdo a las condiciones climáticas de la zona.

### **d) Materiales de los monumentos históricos**

Los muros hechos con adobes y construidos antiguamente eran de gran durabilidad, pero a esto se le debía de proteger ante la humedad del suelo, colocándolo sobre una base de piedra.

En edificios antiguos estos mismos materiales pudieron ir cambiando a través del tiempo, por lo que hacían pruebas experimentales para conocer la resistencia del material. Se pueden dar propiedades mecánicas de acuerdo al tipo de material de la mampostería.

#### **2.2.2.5. Evaluación y diagnóstico en monumentos**

Se recomienda realizar un análisis al monumento histórico para obtener una información completa del estado actual, para así poder realizar un sistema de refuerzo estructural. Raras veces se puede contar con documentación de estos monumentos por sus antigüedades de construcción. Como cuando fue el año de construcción, o las intervenciones realizadas, para ellos es necesario realizar estudios preliminares, para recabar los datos de hoy en día con el fin de determinar la seguridad estructural, y los riesgos que se pueden presentar.

Esto nos conlleva a diferenciar las soluciones estructurales y materiales.

La evaluación toma el registro de los daños y causas que lo han producido a través de observaciones directas, detallando las datos previos y comprobaciones preliminares que se asocian en observación.

##### **a) Inspección y levantamiento**

La inspección y levantamiento se realizará al evaluar el estado del sistema estructural, a partir de medición de agrietamientos, desplazamientos y otras presencias que nos darán pistas claras de la inestabilidad estructural que generarán riesgos actuales y posteriores.

##### **Determinación de las características mecánicas**

Análisis de muestras en laboratorio como pruebas de ensayos a compresión, determinando la resistente y el módulo de elasticidad. En este aspecto la opción para identificar las propiedades mecánicas, es llevarlo a un ensayo de laboratorio

cortando con una muestra de tamaño real, que permitirá representar la estructura.

**e) Daños físicos existentes en monumentos históricos.**

**Humedad**

Se observa agua en cantidades mayores que las normales en los elementos, el cual produce variación en las propiedades físicas y además en la resistencia.

**f) Daños mecánicos existentes en monumentos históricos.**

**Fisuras**

Se observará si se encuentra aberturas longitudinales menores de 2mm, el cual esto determinará daños presentes en la estructura.

**Grietas**

Se realizará la observación de la estructura en la que presenta esta falla, ya que se tomara medida de la abertura longitudinal si pasa de los 2mm se determinara que presentan fallas significativas a la estructura.

**Desprendimiento**

Se dice a la división del acabado y el soporte al que esta asignado por falta de adherencia en dos superficies. Estos afectan a los acabados con cal, yeso y cemento, además afecta a los enchapados.

**2.2.2.6. Análisis Estructural**

Se obtiene diferentes técnicas de análisis de las edificaciones históricas, existe el recurso también en

apoyase a programas estructurales, las cuales se llegan analizar diferentes estructuras.

El análisis en estructuras, concluye con el conocimiento de las propiedades del comportamiento bajo un parámetro de estados de cargas. Lo cual la finalidad es la predicción del comportamiento.

#### **a) Tipo de análisis**

##### **Análisis estático**

Se caracteriza por las estructuras sometidas a cargas estáticas, representadas por el peso propio de la estructura y las cargas de uso que suelen modelarse.

##### **Análisis dinámico**

Comprende el análisis de las fuerzas, desplazamientos, velocidades y aceleraciones que aparecen en una estructura.

En monumentos antiguos es ideal realizar análisis dinámico cuando se encuentran sometidos a acciones condicionalmente a alta frecuencia.

##### **Análisis lineal**

Es el análisis usado típicamente, ya que sus precisiones en los resultados de los análisis arrojan valores aceptables.

##### **Análisis no lineal**

Este análisis es un poco complicado ya que no solo se consideran las degradaciones de la rigidez sino la forma como fallara la estructura donde su indicara la ubicación de rotulas plásticas, y al eliminar las cargas el material no recupera completamente su forma original.

## b) Métodos de análisis

Para restaurar y conservar las edificaciones históricas, es preferente emplear criterios de respaldo basados empíricamente. Además, estas concepciones deben ser favorables con los resultados del análisis de la estructura en estudio a su vez con los efectos de la investigación experimental.

### Elementos finitos

El análisis estructural tiene como objetivo analizar un campo de esfuerzos o de deformaciones de una estructura y sus elementos.

La idea importante de este método es separar en un conjunto de pequeños elementos conectados, consideradas como nodos.

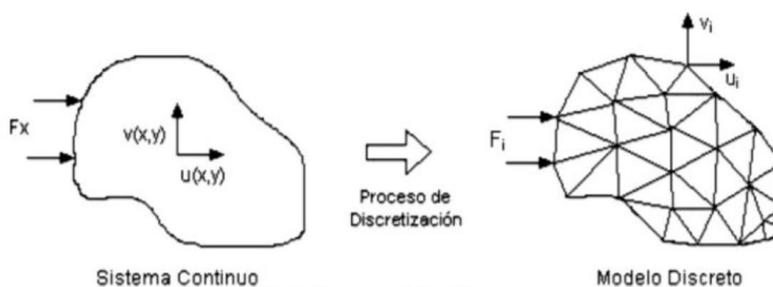


Figura 2.5. Esquema de discretización (Carnero, 2010).

## c) Programa empleado

### Programa Etabs Versión 9

Programa empleado para modelar fácilmente edificios en base a las secciones y propiedades que contiene cada elemento. Durante casi 30 años este programa ha sido reconocido como el programa estándar para el análisis y diseño estructural de edificios.

El método de elementos finitos empleado en el programa nos ayuda a evaluar las fuerzas, esfuerzos y deformaciones en cada elemento. Permite realizar diversos análisis, como los estáticos y dinámicos de forma lineal y no lineal a través de funciones espectrales y Tiempo-Historia.

## Análisis

### Elemento Shell

Este elemento se utiliza para representar muros, y por regla general se aplica el mismo elemento para losa.

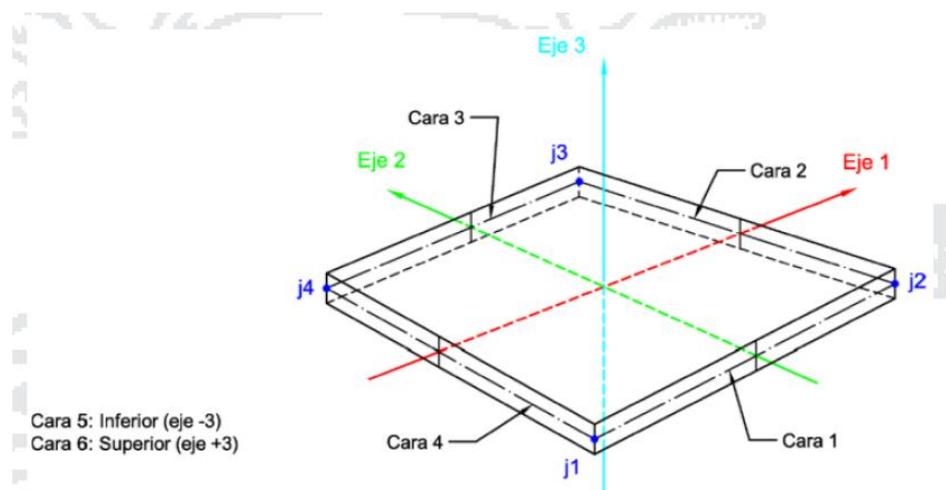


Figura 2.6. Diagrama de elemento placa, muro y vigas y losas.

### Tipos de elementos Shell

El programa Etabs v9 presenta tres tipos de elementos:

#### Elemento Placa

Esto solo progresa en flexión y cortes de losa.

Se usa para modelar placas de entrepiso el cual estos están sujetas a deformaciones por flexión.

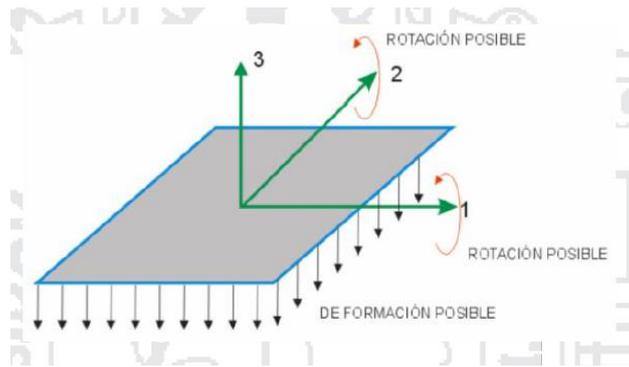


Figura 2.7. Diagrama del Elemento Placa.

### Elemento Membrana

Reacciona dentro del plano que los encierra generando compresión y tracción dentro del plano. 1 giro, dos desplazamientos en cada nodo.

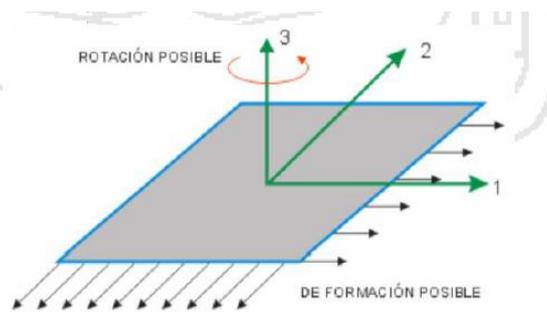


Figura 2.8. Elemento membrana

#### 2.2.2.7. Seguridad Sísmica en Perú

Muchas edificaciones históricas se encuentran en zonas con actividad sísmica, por lo que este evento ha sido uno de las causas principales para que se presenten daños en los monumentos antiguos.

Este evento depende de tres factores principales:

- a) La aceleración máxima que examina el terreno, declarada como fracción de la gravedad.
- b) La permanencia de la fase del movimiento y la capacidad de frecuencias de vibraciones.

- c) Velocidad con que el movimiento del suelo cambia de dirección.

### **Comportamiento y fallas**

Es normal que los muros de un monumento histórico, falle debido al movimiento perpendicular a su plano. Los elementos pueden separarse fácilmente volteándose hacia afuera, debido que en las uniones no presentan restricciones.

#### **2.2.2.8. Reforzamiento en muros de adobe**

Lo importancia en refuerzos estructurales es mantener la conservación, con tratamientos correctos y estabilizando el objeto de intervención.

Se presenta dos caminos de reforzamiento dedicada a la restauración en edificaciones antiguas.

- Se examina fundamentalmente no alterar la materialidad de las construcciones y que no pierda su valor histórico.
- Advierten de la gran vulnerabilidad de las construcciones de adobe ante importantes eventos sísmicos, para lo cual la propuesta es intervenir con material mal resistente.

De acuerdo a la Norma A-140 de bienes culturales, los tipos de intervenciones que deben intervenir son:

- Prevenir las alteraciones y paralizar los deterioros desde su comienzo, con el fin de preservar un bien en estado de eficiencia.
- Consolidar, técnica de reconstrucción que consisten ejecutar las obras mínimas necesarias para fortalecer la solidez y estabilidad de las estructuras de monumentos.

- Consolidar estructuralmente, consistirá dar solides y firmeza a una edificación sin variar su aspecto

#### a) Alternativas de reforzamiento

##### **Refuerzo con Maderas de Confinamiento**

Consiste instalar tablonces de madera vertical y horizontalmente tanto en la cara interior y exterior de los muros con la finalidad de generar resistencia en los muros, a su vez manteniendo la consistencia de la estructura. Las tablas de madera se conectarán mediante puntillas convencionales y personas pasantes sobre las tablas hasta lograr la penetración de los muros

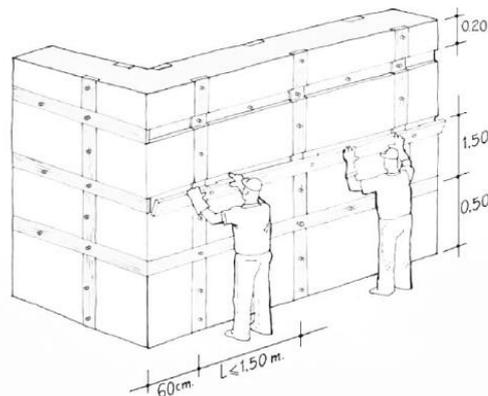


Figura 2.9. Sistema de maderas de confinamiento

##### **Geomalla como refuerzo en construcciones de adobe**

La Pontificia Universidad Católica del Perú, con la facultad de ingeniería, realizaron evaluaciones destinados a desenvolver métodos para el reforzamiento en muros con mallas confinantes, el cual busca dominar el desprendimiento del muro y evitar su caída. La alternativa es reforzar los muros utilizando malla de acero o geomallas de plástico, generando además el recubrimiento con mortero de barro o cal y arena.

## **CAPITULO III**

### **HIPOTESIS Y VARIABLES**

#### **3.1. HIPOTESIS**

##### **3.1.1. General**

La resistencia del adobe y el sistema de refuerzo estructural contemporáneo influyen significativamente en el estado actual de la resistencia del muro del coliseo municipal de Huancayo en la región Junín 2017.

##### **3.1.2. Específicos**

- a) Las propiedades físicas del adobe influyen significativamente en el estado actual del muro de adobe del coliseo municipal de Huancayo.
- b) El riesgo y peligro sísmico influyen significativamente en el estado actual del muro de adobe del coliseo municipal de Huancayo en la región Junín 2017.
- c) Los daños estructurales influyen significativamente en el estado actual del muro de adobe del coliseo municipal de Huancayo en la región Junín 2017.
- d) El análisis de la madera de confinamiento influye para el sistema de reforzamiento estructural del coliseo municipal de Huancayo.

#### **3.2. DIAGRAMA DE VARIABLES**

#### **3.3. INDICADORES DE LAS VARIABLES**

**Variable independiente (x): Sistema de refuerzo estructural contemporáneo**

VARIABLE	DIMENSIÓN	INSTRUMENTO	UNIDAD	FUENTE
<b>Variable Independiente:</b> Sistema de refuerzo estructural contemporáneo	-Resistencia a la compresión del adobe -Evaluación ante evento sísmico con y sin refuerzo - Refuerzo estructural - Cargas sísmicas	-Prensa Hidráulica -Software Etabs v9 -Software Etabs v9	-Kg/cm2 -Elementos estructurales -Fuerzas estáticas equivalentes	Coliseo Municipal de Huancayo en la región Junín.

**Variable dependiente (y): Resistencia actual del muro de adobe del Coliseo Municipal del Huancayo en la región Junín 2017**

DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	VALOR QUE ADOPTA LA VARIABLE – ÍTEMS																		
Conceptualmente se define como aquellas construcciones realizadas artificialmente por el ser humano con diversos componentes, pero específicos propósitos. Las casas consistoriales son obras que diseñaron, planificaron y ejecutaron el ser humano en diferentes espacios, tamaños y formas, en la mayoría de los casos para habitarlas o usarlas como un centro de gobierno donde administraban la ciudad.	Operacional mente se define como cualquier construcción de grandes dimensiones fabricada con materiales de adobe y tapia pisada y que estaban destinada a servir de espacio para el desarrollo de la ciudad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tapia Pisada</li> <li>▪ Adobe</li> <li>▪ Mampostería simple</li> <li>▪ Madera de confinamiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La tapia pisada es un procedimiento del cual se construyeron edificaciones en tierra, sin sostenerlas con piezas de madera u otros materiales.</li> <li>▪ El adobe se fabrica utilizando tierra mezclada con paja entera.</li> <li>▪ La mampostería simple es la construcción que utiliza piezas como tabiques, bloques y/o ladrillos en la que no se considera ningún tipo de elemento de refuerzo.</li> <li>▪ Elemento estructural que se utiliza para un sistema de refuerzo ante casas antiguas para evitar el colapso inmediato de ellos ante eventos sísmicos</li> </ul>	<p>Las categorías diagnósticas consideradas para el instrumento están basadas en las puntuaciones directas del instrumento y tomando como criterio que la máxima puntuación, revela establecer el sistema de refuerzo estructural contemporáneo en el coliseo municipal de Huancayo en la región Junín 2017.</p> <p align="center"><b>Categorías Diagnósticas:</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Cat. Dx.</th> <th>Rango</th> <th>Puntaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>▪ Muy Alta</td> <td>17-20</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>▪ Alta</td> <td>14-17</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>▪ Media</td> <td>11-14</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>▪ Baja</td> <td>8-11</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>▪ Muy baja</td> <td>5-8</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>Ítems:</b> a = 5, b = 4, c = 3, d = 2, e = 1</p> <p><b>Total = 15 puntos. Escala de Licker</b></p>	Cat. Dx.	Rango	Puntaje	▪ Muy Alta	17-20	100	▪ Alta	14-17	80	▪ Media	11-14	60	▪ Baja	8-11	40	▪ Muy baja	5-8	20
Cat. Dx.	Rango	Puntaje																				
▪ Muy Alta	17-20	100																				
▪ Alta	14-17	80																				
▪ Media	11-14	60																				
▪ Baja	8-11	40																				
▪ Muy baja	5-8	20																				

### 3.4. Operacionalización de las variables (matriz de consistencia)

#### SISTEMA DE REFUERZO ESTRUCTURAL CONTEMPORANEO EN EL COLISEO MUNICIPAL DE HUANCAYO EN LA REGION JUNIN 2017

PLANTEAMIENTO	PROBLEMA	OBJETIVO	JUSTIFICACION	HIPOTESIS	VARIABLE	METODOLOGIA
<p>El legado histórico que encierra Perú, y los patrimonios arquitectónicos que se posee como herencia desde la época incaica de los Siglos XVI y XVII, nos conlleva el reto de conservar los patrimonios culturales. La presencia de muchas casas consistoriales en la Ciudad de Huancayo es muestra que Junín fue uno de los centros principales de la Cultura Española dándole un paisaje urbano especial que se debe conservar para generaciones futuras.</p> <p>Las casas consistoriales en mayormente fueron hechas de adobe y tapia pisada que fueron construidos de uno y dos pisos destinadas al gobierno y templo religiosos.</p>	<p><b>PROBLEMA GENERAL</b> ¿Cuál es la resistencia actual del muro de adobe de acuerdo a la zona sísmica en la que se encuentra el coliseo municipal de Huancayo en la región Junín 2017?</p> <p><b>PROBLEMAS ESPECIFICOS</b></p> <p>a) ¿Cómo influye las propiedades físicas del adobe de la estructura del coliseo municipal de Huancayo?</p> <p>b) ¿Cuál es el riesgo y peligro sísmico en el coliseo municipal de Huancayo?</p> <p>c) ¿Por qué es importante identificar los daños estructurales del coliseo municipal de Huancayo?</p> <p>d) ¿Cómo influye la madera de confinamiento para el sistema reforzamiento estructural contemporáneo en el coliseo municipal de Huancayo?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL</b> Determinar la resistencia actual del muro de adobe y plantear un sistema de refuerzo estructural contemporáneo en el coliseo municipal de Huancayo en la región Junín 2017</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECIFICOS</b></p> <p>a) Evaluar la influencia de las propiedades físicas del adobe de la estructura del coliseo municipal de Huancayo</p> <p>b) Determinar el riesgo y peligro sísmico en el coliseo municipal de Huancayo en la región Junín 2017.</p> <p>c) Identificar los daños estructurales del coliseo municipal de Huancayo en la región Junín 2017.</p> <p>d) Analizar la influencia de la madera de confinamiento para el reforzamiento estructural del coliseo municipal de Huancayo.</p>	<p><b>JUSTIFICACION TEORICA</b> La presente investigación a partir de los resultados aportara de manera conceptual del proceso de rehabilitación de las casas consistoriales ya que la documentación es escasa.</p> <p><b>JUSTIFICACION PRACTICA</b> Constituirá un aporte para los estudiantes, profesionales y personas quienes se dedican a evaluar los monumentos históricos de cada zona, ya que se tendrá como una guía donde existirá una metodología que ayuda considerablemente en el desarrollo de los sistemas de refuerzo estructural para las casas consistoriales, y además arquitecturas que se encuentren como patrimonio cultural.</p>	<p><b>HIPOTESIS GENERAL</b> La resistencia del adobe y el sistema de refuerzo estructural contemporáneo influyen significativamente en el estado actual de la resistencia del muro del coliseo municipal de Huancayo en la región Junín 2017.</p> <p><b>HIPOTESIS ESPECIFICAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Las propiedades físicas del adobe influyen significativamente en el estado actual del muro de adobe del coliseo municipal de Huancayo.</li> <li>El riesgo y peligro sísmico influyen significativamente en el estado actual del muro de adobe del coliseo municipal de Huancayo en la región Junín 2017.</li> <li>Los daños estructurales influyen significativamente en el estado actual del muro de adobe del coliseo municipal de Huancayo en la región Junín 2017.</li> <li>El análisis de la madera de confinamiento influye para el sistema reforzamiento estructural del coliseo municipal de Huancayo.</li> </ul>	<p><b>VARIABLE INDEPENDIENTE (X)</b> Sistema de refuerzo estructural contemporáneo.</p> <p><b>Dimensiones</b></p> <p>A. Necesidad de evaluar el peligro ante eventos sísmicos.</p> <p>B. Determinar la disminución de riesgo sísmico aplican el sistema de refuerzo estructural.</p> <p>C. Necesidad de utilizar las maderas de confinamiento como sistema de refuerzo.</p> <p>D. Sistemas constructivos aceptados por la norma</p> <p><b>VARIABLE DEPENDIENTE (Y)</b> Resistencia actual del muro de adobe del coliseo municipal de Huancayo en la Región Junín.</p> <p><b>Dimensiones</b></p> <p>A. Tapia pisada</p> <p>B. Adobe</p> <p>C. Madera de confinamiento</p> <p>D. Mampostería simple</p>	<p><b>TIPO DE INVESTIGACION</b> Aplicativo</p> <p><b>Nivel de investigación</b> Explicativo</p> <p><b>Diseño de Investigación</b> Experimental</p> <p><b>POBLACION Y MUESTRA</b> <b>Población</b> Distrito de Huancayo</p> <p><b>Muestra</b> Coliseo Municipal de Huancayo.</p>

## **CAPITULO IV**

### **METODOLOGIA**

#### **4.1. METODO DE INVESTIGACION**

El método es analítico, buscando definir la situación actual del “Coliseo Municipal de Huancayo”.

El análisis cuantitativo de la estructura, como pasado y presente llega a ser parte del proceso de valorización y diagnóstico estructural. Este análisis se llega a determinar en estudios analíticos.

#### **4.2. TIPO DE INVESTIGACION**

Por su finalidad de estudio el tipo de investigación de acuerdo a las variables propuestas y el objetivo general y específico de la investigación es de tipo: APLICATIVO.

#### **4.3. NIVEL DE INVESTIGACION**

Explicativo

#### **4.4. DISEÑO DE INVESTIGACION**

El diseño que se utilizará en el trabajo de investigación es Experimental; de acuerdo a los indicadores: peligro sísmico, riesgo sísmico, aspectos constructivos, aspectos geométricos, aspectos estructurales, para la variable: SISTEMA DE REFUERZO ESTRUCTURAL CONTEMPORANEO, así mismo los indicadores: tapia pisada, adobe, mampostería simple, Elementos estructurales: Coliseo Municipal.

#### **4.5. POBLACION Y MUESTRA**

##### **Población**

Para Hernández Sampieri, (2014) indica que una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones.

Para el cual mi población es el distrito de Huancayo.

## **Muestra**

La muestra es no Probabilística, el tipo de muestreo fue por conveniencia, según Carrasco (2005). El cual en mi caso es el Coliseo Municipal de Huancayo.

## **4.6. TECNICAS Y/O INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS**

### **Ubicación**

El Coliseo Municipal está situada en la ciudad de Huancayo que se encuentra sobre los 3271 msnm en pleno Valle del Mantaro, en la margen izquierda del río del mismo nombre, lo que confirma a Huancayo como una de las ciudades más altas del Perú y la décima en el mundo. La ciudad ocupa terrenos de cinco distritos de la provincia: Huancayo, El Tambo, Chilca, Pilcomayo, Huancan y San Agustín de cajas. Las localidades cercanas a la ciudad, si bien son eminentemente rurales y no forman parte del área de la ciudad núcleo, se ven enormemente influenciadas por estar en los ámbitos económico, cultural y de transporte, y representan morfológicamente ya un área de aglomeración.

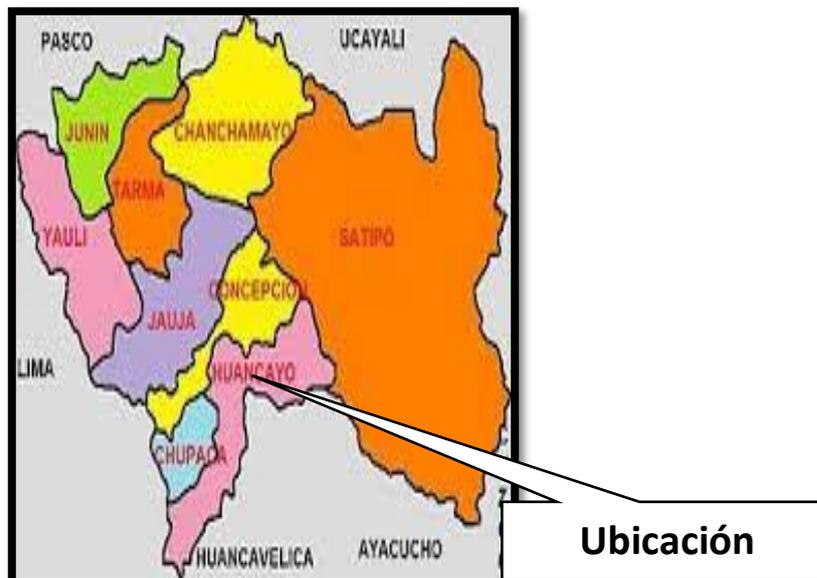
La parte norte de la ciudad se extiende por el distrito del Distrito de El Tambo y el asentamiento humano más grande de Huancayo, como Justicia, paz y vida. El Tambo se caracteriza por ser una zona eminentemente residencial. La parte central de la ciudad se extiende por el distrito de Huancayo. Éste distrito acoge los principales edificios públicos de la ciudad, así como las principales Casas Monumentales consideradas como Patrimonio Cultural. Hacia el este y oeste del distrito se extienden zonas residenciales de reciente desarrollo. Finalmente, hacia el sur, se ubica el distrito de Chilca, que es la zona menos moderna de la ciudad y que se caracteriza por ser el distrito que acoge más inmigrantes de departamentos del sur, especialmente de Huancavelica y Ayacucho.

El centro de la ciudad no se encuentra cerca al río Mantaro, pero sí se encuentra cruzado por los riachuelos "Shullcas", que sirve de límite natural entre los distritos de Huancayo y El Tambo, y "Chilca". La ciudad se encuentra íntegramente atravesada de norte a sur por la Calle Real, que es la principal arteria de la ciudad y en ella se aglomera gran parte del movimiento comercial de ésta y Zonas Monumentales. En la cual se encuentra el Coliseo Municipal como muestra de estudio.

- **Departamento: Junín.**



- **Provincia: Huancayo.**







*Imagen del Coliseo Municipal.*

#### **4.6.1. Aspectos Físicos.**

##### **4.6.1.1. Clima.**

Huancayo es la ciudad donde se indica que el frío es horrible, lo cual esto no es cierto ya que Huancayo posee un clima templado, de día por lo general es puro sol y el frío no traspasa paredes y abrigos, con estar algo abrigado es suficiente para no sentir frío. Para ser más concretos la temperatura máxima es de 23 grados centígrados y la mínima de 4 grados centígrados. La temporada de lluvia inicia a mediados de octubre y termina por el mes de abril, así que la temporada seca es de mayo a septiembre, las lluvias por lo general son moderadas y ayudan a los campos y su fertilidad; la temporada más fría de Huancayo se registra en las noches de junio a agosto.

Como dato adicional podemos decir que la ciudad se encuentra a 3259 msnm lo que también afecta al clima.

#### **4.6.1.2. Topografía**

Posee un relieve muy accidentado. Su territorio es atravesado por las cordilleras Occidental y Central, que originan seis importantes cuencas hidrográficas y además la presencia de estas cordilleras da lugar a la formación de dos regiones naturales, con cumbres agrestes, altas mesetas, cañones estrechos, laderas con fuerte pendiente, profundos valles de gran longitud, bosques tropicales.

#### **4.6.1.3. Suelos.**

El suelo de la ciudad de Huancayo es variado, ya que cuenta con materiales como arcilla y zonas arenosas.

El tipo de suelo es S2 (Suelos intermedios).

#### **4.6.1.4. Situación Urbana.**

Área cuyo crecimiento se organizó en torno al Centro Urbano Tradicional de Huancayo.

En esta área se concentran los principales equipamientos e infraestructura de servicios de la ciudad y tiene un esquema funcional mono céntrico en base al Casco Urbano.

A su vez en esta área central se ubica la mayoría de las casas antiguas con material de tapia que son consideradas como patrimonio cultural, que por el año de antigüedad que tienen, nos indica que los estados situacionales actuales de cada una presentan fallas estructurales, lo cual es muy importante identificar y dar una solución al mejoramiento de la estructura teniendo en cuenta que no debe afectarse el valor importante que presenta para la ciudad.

Dentro de todas estas viviendas históricas se presenta una vivienda que trasciende a las demás, que es el Coliseo Municipal, considerada como Casa Consistorial, con un promedio de 89 años de antigüedad, la cual fue construida con el fin de administrar la ciudad. Lo cual hizo

que se convirtiera en un centro histórico, que a la fecha es todavía utilizada por la Municipalidad Provincial de Huancayo donde alberga la Gerencia de Desarrollo e Inclusión Social, con sus ciertas oficinas que cumplen un valor importante.

#### **4.6.1.5. Estadísticas sísmicas ocurridas.**

- 24 de agosto de 1942. A las 17:51 horas sucedió un sismo en la ciudad de Huancayo con una intensidad de V en la Escala Modificada de Mercalli. (Grado V: Sacudida sentida casi por todo el mundo y algunas piezas de vajilla o vidrios de ventanas se rompen; pocos casos de agrietamientos de aplanados; caen objetos inestables. “Poco Fuerte”).
- 10 de junio de 1971. A las 01:47 horas se sintió un sismo en todas las zonas de la región Junín, con una intensidad de III a IV grados en la Escala de Mercalli. (Grado IV: Sacudida sentida durante el día por muchas personas en los interiores, por pocas en el exterior. Provoca vibración de vajillas, vidrios de ventanas y puertas. “Moderado”)

#### **4.6.2. Condición del Coliseo Municipal**

El inmueble está declarado como Patrimonio Cultural de la Nación, por lo que antiguamente nunca ha tenido modificaciones que alteren la importancia de la estructura.

#### **4.6.3. Descripción del Coliseo Municipal**

Este monumento arquitectónico es importante para la Ciudad de Huancayo, por su contexto histórico y su valor cultural. Por lo que fue declarado como patrimonio cultura, el cual para realizar una intervención se tiene que pedir la autorización al Ministerio de Cultura.

Este monumento es único de la década de los 90 el cual es a su vez considerada una casa consistorial, ya que en esa época

cumplía la labor de un municipio, que comandaba el control de la ciudad. Esta tipología de construcción es única de esa época la cual se detalla a continuación.

- El Coliseo Municipal está elaborado constructivamente en sistemas tradicionales, como cimentaciones y sobrecimientos de piedra y barro, los muros son de albañilería de adobe que llegan a tener un espesor de 0.90m, pisos de madera, la cobertura fue construida de madera cubiertas con tejas andinas, que además la forma de la cobertura fue construida en dos caídas.
- Está constituida con una uniformidad en los muros que inicia desde el primer piso hasta el segundo piso.
- El coliseo presenta una orientación de este a oeste, se le otorga el único de ese estilo, en la ciudad de Huancayo.



Figura 4.1. Vista de la continuidad de los muros de adobe.

El Coliseo Municipal actualmente viene siendo utilizado por la Gerencia de Desarrollo Social de la Municipalidad Provincial de Huancayo el cual la estructura consta de 2 pisos y está distribuido por áreas de la siguiente manera.

UBICACIÓN	AMBIENTES	NIVEL	LINDEROS
COLISEO MUNICIPAL	PVL	1° PISO	POR EL NORTE: MUNICIP. PROV. DE HUANCAYO  POR EL SUR: JR. PIURA  POR EL OESTE: CALLE REAL
	DEMUNA		
	OMAPED		
	CIAM		
	SALA DE REGIDORES	2 PISO	

#### 4.6.3.1. Particularidad del sector y entorno

Tipo de Zona	: Urbana	Zonificación	: OU
Uso Predominante	: Vivienda - Comercio	Altura de Edificación	: Media - Alta
Desarrollo	: En Renovación	Estado de Conservación	: Regular
Nivel Socioeconómico	: Estrato Medio		
Equipamiento del Entorno	Nivel de	Estacionamiento	Nivel de
Comercial	: Muy Abundante		: Escaso
Escolar	: Abundante	Áreas Verdes	: Escaso
Asistencial	: Suficiente	Zonas Recreativas	: Escaso
Infraestructura de Servicio	Tiene	Calidad	Estado de Conservación
Urbano			
Vías Asfaltadas	: Completas	Medio	Regular
Veredas	: Completas	Medio	Regular
Alcantarillado	: Incompletas	Medio	Regular
Agua Potable	: Completas	Medio	Regular
Alumbrado	: Completas	Medio	Bueno
Vías Principales del Entorno			
Vía 1	: Calle Real	Vía 2	: Av. Giraldez - Breña

#### 4.6.3.2. Descripción de los inmuebles

Terreno	Forma	Topografía	Posición
	Regular <input checked="" type="checkbox"/> Irregular <input type="checkbox"/>	Plana <input checked="" type="checkbox"/> Pendiente <input type="checkbox"/>	Interior <input type="checkbox"/> Exterior <input checked="" type="checkbox"/>
Construcciones	Material Predominante	Antigüedad Aproximada	Estado de Conservación
	Adobe - Tapial	89 Años	Regular - Malo
Descripción General	N° de Pisos	N° de Sótanos y/o Semisótanos	Cuenta con Mantenimiento
	2 Pisos	-	Regularmente

#### 4.6.3.3. Análisis de las edificaciones (Estructuras – Arquitectura)

##### Áreas de PVL – DEMUNA – OMAPED – CIAM – DEPORTE Y RECREACIÓN – SALA DE REGIDORES

Estado de la construcción: **Construcciones diversas de tipo definitivas y temporales, en estado regular propenso a riesgos a nivel estructural, comprende un primer nivel más mezzanine y planta de segundo nivel.**

Sistema constructivo: Cimentación a partir de cimientos corridos de mampostería

Sistema estructural rústico con adobe de 0.90 X 0.60 m.

Muros de adobe y divisiones posteriores con albañilería de ladrillo.

Techos a partir de entramados de vigas de madera

Seguridad: A partir de las dimensiones reducidas de los ambientes, la demanda de usuarios, el tipo de edificación, el estado de conservación y bajo mantenimiento presente en estos ambientes, las instalaciones actuales no son seguras para su habitabilidad. Adicionalmente, requiere de mejores medidas de señalización y medidas de prevención ante situaciones de emergencia.

#### a) PVL – Programa de vaso de leche

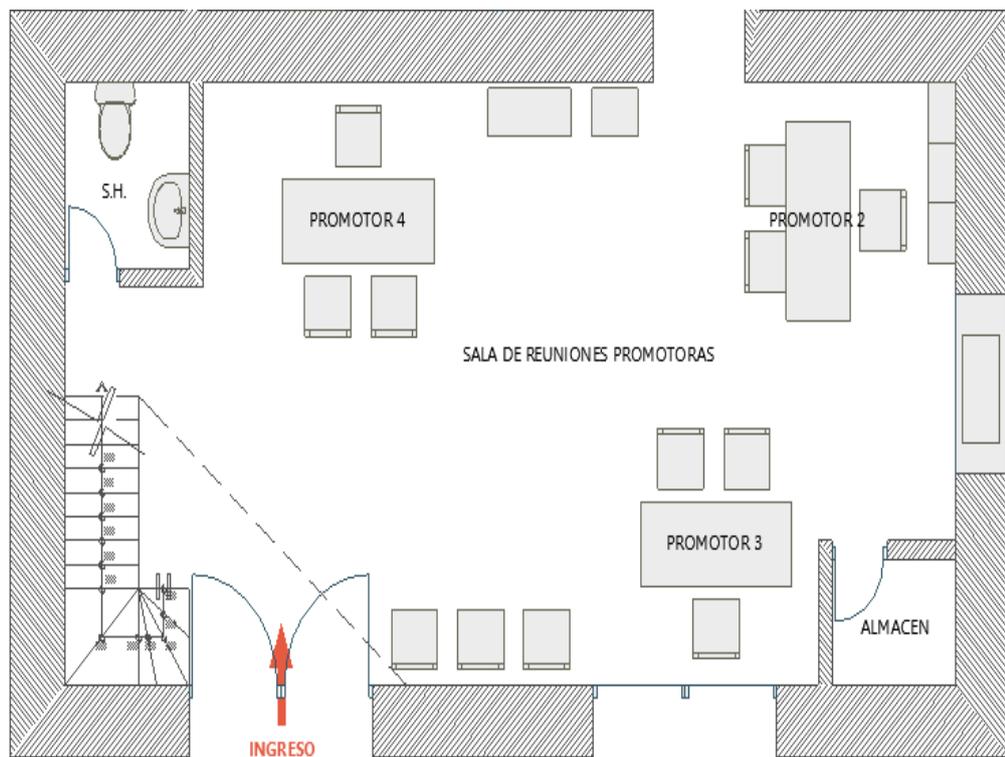
El programa Vaso de Leche es un programa que proporciona una ración alimentaria diaria (leche en cualquiera de sus formas u otro producto), a una población beneficiaria en situación de pobreza y extrema pobreza.

Emplazamiento:

Ubicado en el extremo izquierdo del frontis del Coliseo Municipal.

#### **Programa Arquitectónico**

N°	UBICACIÓN	PROGRAMAS	NIVEL	AMBIENTES
1	COLISEO MUNICIPAL	PVL	1° PISO	SUM Promotoras
				Almacen de Materiales Administrativos
				Oficina de Responsable
				Oficina de Promotor
				S.H.



PVL - PROGRAMA DEL VASO DE LECHE

Figura 4.2. Esquema Arquitectónico.

## Funcionalidad

PROGRAMAS	AMBIENTES	N° PERS.	ÁREAS	CONDICIÓN
PVL	SUM Promotoras	-	36.92	INADECUADA
	Almacen de Materiales Administrativos	-	1.42	INADECUADA
	Oficina de Responsable	1	9.01	ADECUADA
	Oficina de Promotor	1	6.11	INADECUADA
	S.H.	-	2.09	INADECUADA



Figura 4.3. Imagen de la sala del PVL

### Acabados

Tipo de acabado		Descripción	Estado	
Puertas	Tipo	Maciza	Regular	
	Material	Madera		
	Sistema	batiente		
Ventanas	Marco	Fierro	Regular	
	Vidrio	Crudo		
	Sistema	Batiente		
Mamparas	Marco	No tiene	No cuenta	
	Vidrio	-		
	Sistema	-		
Baños	Tipo	Sifón Top Piece y/o Rapid Jet	Malo	
	Color	Blanco		
	Grifería	Nacional		
Armarios	Tipo	De melamine sin cajonería	Madera	Bueno
Pisos		Cemento pulido coloreado	Cerámico 30 x 30	Regular y Malo
Revestimientos		Enlucido de yeso / pintura	mayólica (S.H.)	Malo
Cerrajería		Cerradura tipo Yale o Similar		Regular

## Análisis Estructural (Diagnostico de Daños)

Al empezar el trabajo se desarrolló el diagnóstico del área el cual se encontraría las siguientes fallas estructurales.

- Se observaron fisuras y grietas en los muros, el cual se determinó a pesar del mantenimiento que anteriormente la Municipalidad Provincial de Huancayo realizó, colocando yeso y cemento en las partes que se presentaban estas fallas.



Figura 4.4. Vista del Muro en el cual se presenta las fisuras y grietas

- Se observó las fallas en el techo de madera, presentando grietas en las vigas de madera y discontinuidad en el entablado del techo.



Figura 4.5. vista del techo de madera, presentando fallas

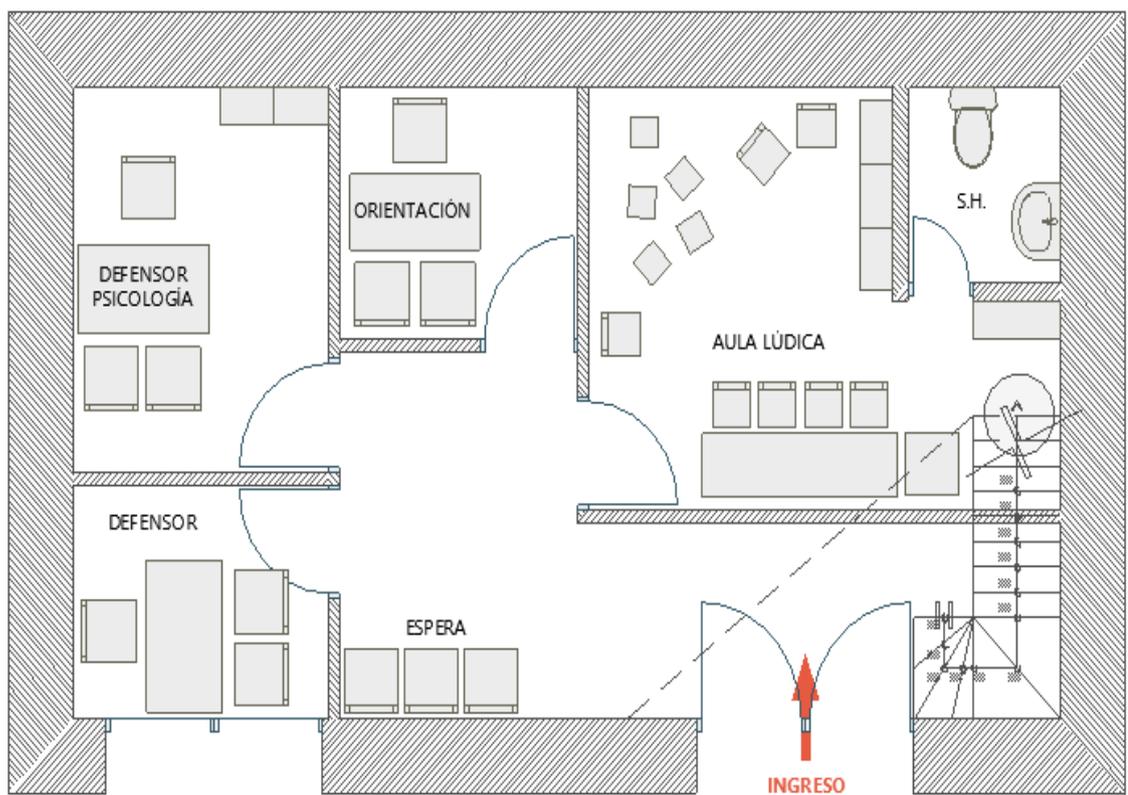
## b) DEMUNA – Defensoría Municipal del Niño, Niña y Adolescente

La Defensoría Municipal del Niño y del Adolescente (DEMUNA) es un servicio encargado de proteger y promover los derechos de los niños, y adolescentes en la jurisdicción de la municipalidad.

Emplazamiento:

Ubicación adyacente al programa PVL, lado derecho.

### Programa Arquitectónico



DEMUNA - DEFENSORÍA MUNICIPAL DEL NIÑO, NIÑA Y ADOLESCENTE

Figura 4.6. Esquema Arquitectónico.

### Funcionalidad

PROGRAMAS	AMBIENTES	N° PERS.	ÁREAS	CONDICIÓN
DEMUNA	Sala de Espera	-	2.09	INADECUADA
	Oficina Orientación	1	4.40	INADECUADA
	Oficina Defensor 1 (Psicológica)	1	7.17	ADECUADA
	Oficina Defensor 2	1	4.35	INADECUADA
	Aula lúdica	-	10.79	INADECUADA
	S.H. Niños	-	2.17	INADECUADA
	Sala de Conciliación	1	13.13	ADECUADA
	Oficina Responsable Demuna	1	10.93	ADECUADA
	S.H.	-	2.01	INADECUADA
	Almacen	-	2.65	ADECUADA



Figura 4.7. Vista de las oficinas de la DEMUNA

### Acabado

Tipo de acabado		Descripción		Estado
Puertas	Tipo	Maciza	Maciza y Vidrio	Regular
	Material	Madera	Madera	
	Sistema	batiente	batiente	
Ventanas	Marco	No tiene		No cuenta
	Vidrio	-		
	Sistema	-		
Mamparas	Marco	No tiene		No cuenta
	Vidrio	-		
	Sistema	-		
Baños	Tipo	Sifón Top Piece y/o Rapid Jet		Malo
	Color	Blanco		
	Grifería	Nacional		
Armarios	Tipo	De melamine sin cajonería	Estanterías metálicas	Bueno
Pisos		Cerámico 30 x 30	Madera machihembrada	Regular
Revestimientos		Enlucido de yeso / pintura	mayólica (S.H.)	Regular
Cerrajería		Cerradura tipo Yale o Similar		Regular

## Análisis Estructural (Diagnostico de Daños)

Se desarrolló el diagnóstico del área el cual se encontraría las siguientes fallas estructurales.

- Se observaron fisuras y grietas en los muros, el hasta la actualidad la Municipalidad Provincial de Huancayo no realizó ningún mantenimiento, debido a que no identificaron estas fallas en el área de intervención.



Figura 4.8. Vista del muro el cual presenta fisuras.

- Se observó las fallas en techo de madera del, presentando grietas en las vigas de madera y discontinuidad
- Se observó la humedad generada en las vigas de madera.



Figura 4.9. Vista de la humedad que se presenta en las vigas de madera.

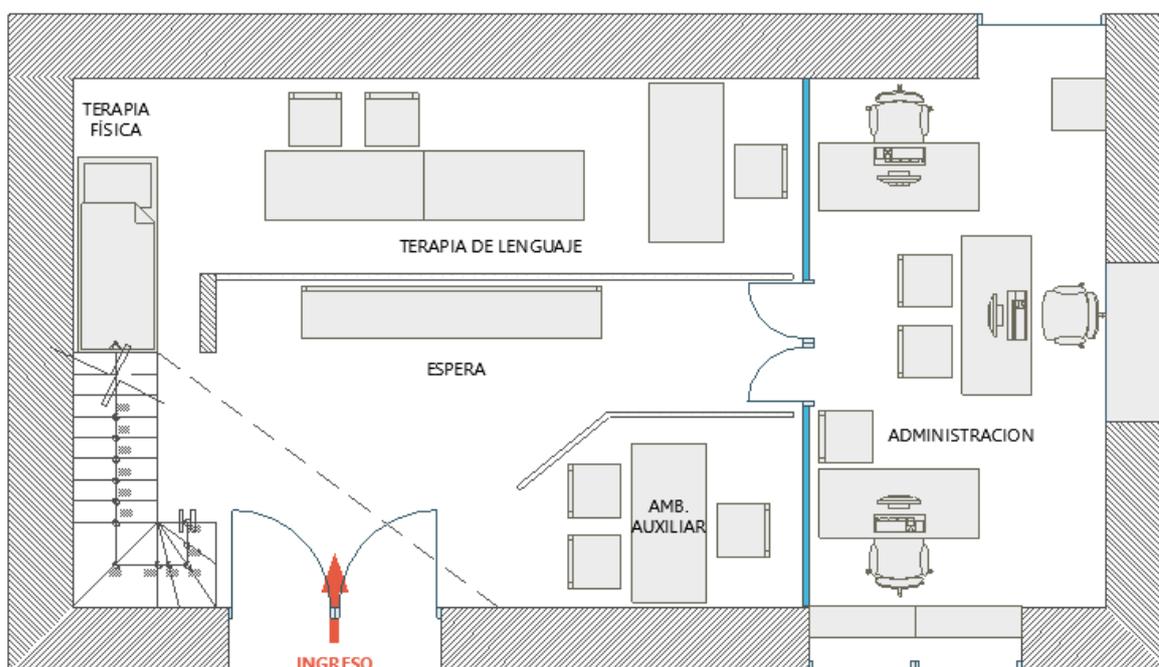
**c) OMAPED – Oficina Municipal del Atención a la Persona con Discapacidad.**

La OMAPED es la Oficina Municipal de Atención a la Persona con Discapacidad y es un servicio que la municipalidad brinda a sus vecinos en situación de discapacidad.

En esta oficina las personas se registran y buscan información sobre las instituciones que ofrecen servicios para las personas con diversas discapacidades. También se informará sobre actividades que el municipio realice a favor de dichos vecinos.

**Programa Arquitectónico**

N°	UBICACIÓN	PROGRAMAS	NIVEL	AMBIENTES
3	COLISEO MUNICIPAL	OMAPED	1° PISO	Sala de Espera Sala de terapia Física Sala de terapia de lenguaje Oficina Administrativa S.H.
			MEZZANINE	Depósito



OMAPED - OFICINA MUNICIPAL DE ATENCIÓNA LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD

Figura 4.10. Esquema Arquitectónico

## Funcionalidad

PROGRAMAS	AMBIENTES	N° PERS.	ÁREAS	CONDICIÓN
OMAPED	Sala de Espera	-	17.08	ADECUADA
	Sala de terapia Física	1	3.39	INADECUADA
	Sala de terapia de lenguaje	2	10.19	INADECUADA
	Oficina Administrativa	3	15.55	INADECUADA
	S.H.	-	2.01	INADECUADA
	Depósito	-	38.48	ADECUADA



Figura 4.11. Vista de la sala de espera y oficinas.

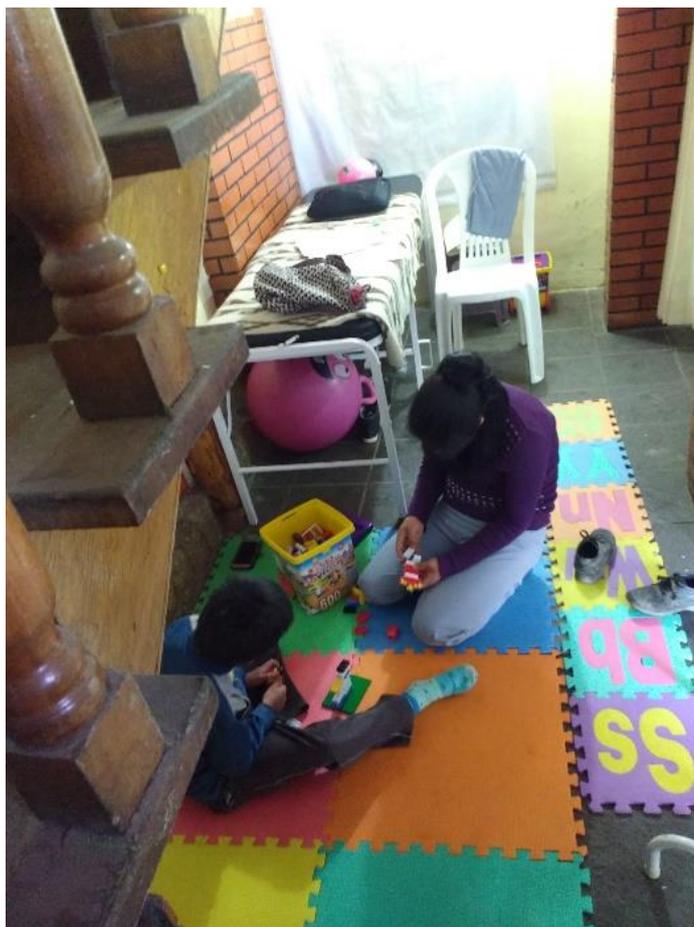


Figura 4.12. Vista del ambiente para terapia

### Acabado

Tipo de acabado		Descripción		Estado
Puertas	Tipo	Maciza	De mamparas	Regular
	Material	Madera	Marco aluminio, Vidrio	
	Sistema	batiente	Corredizo	
Ventanas	Marco	No tiene		No cuenta
	Vidrio	-		
	Sistema	-		
Mamparas	Marco	Metálico		Bueno
	Vidrio	Crudo		
	Sistema	Corredizo		
Baños	Tipo	Sifón Top Piece y/o Rapid Jet		Malo
	Color	Blanco		
	Grifería	Nacional		
Armarios	Tipo	De melamine sin cajonería	Madera	Bueno
Pisos		Madera machihembrada	Cerámico 30 x 30	Bueno
Revestimientos		Enlucido de yeso / pintura	mayólica (S.H.)	Regular
Cerrajería		Cerradura tipo Yale o Similar		Regular

## Análisis Estructural (Diagnostico de Daños)

Se desarrolló el diagnóstico del área el cual se encontraría las siguientes fallas estructurales.

- Se observa que para poder evitar la caída de la madera que se única en el techo, colocaron un tronco de madera, el cual puede ser de demasiado riesgo, ya que se encuentra al lado de una camilla que se utiliza para la terapia física para discapacitados.



Figura 4.13. Vista del tronco de madera

- Se observó la humedad en el muro de adobe.

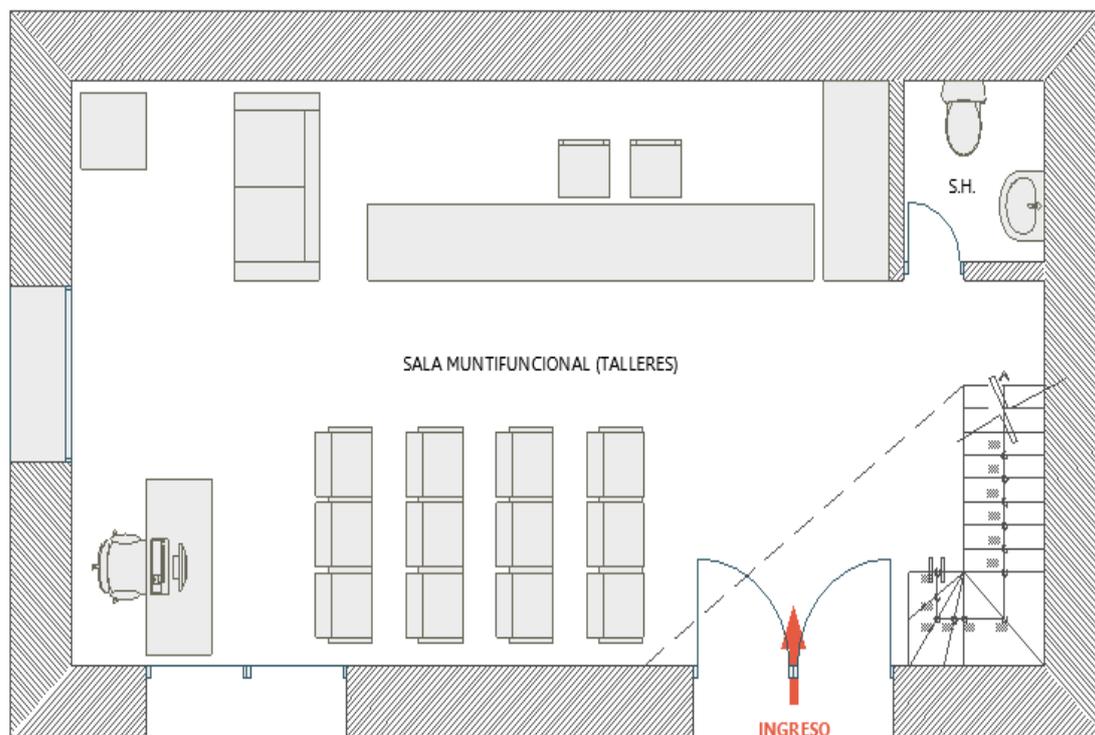


#### d) CIAM – Centro Integral de Atención al Adulto Mayor

Los centros integrales de atención al adulto mayor (CIAM) son espacios creados por los gobiernos locales, en el marco de sus competencias, para la participación e integración social, económica y cultural de la persona adulta mayor, a través de la prestación de servicios, en coordinación o articulación con instituciones públicas o privadas; programas y proyectos que se brindan en su jurisdicción a favor de la promoción y protección de sus derechos.

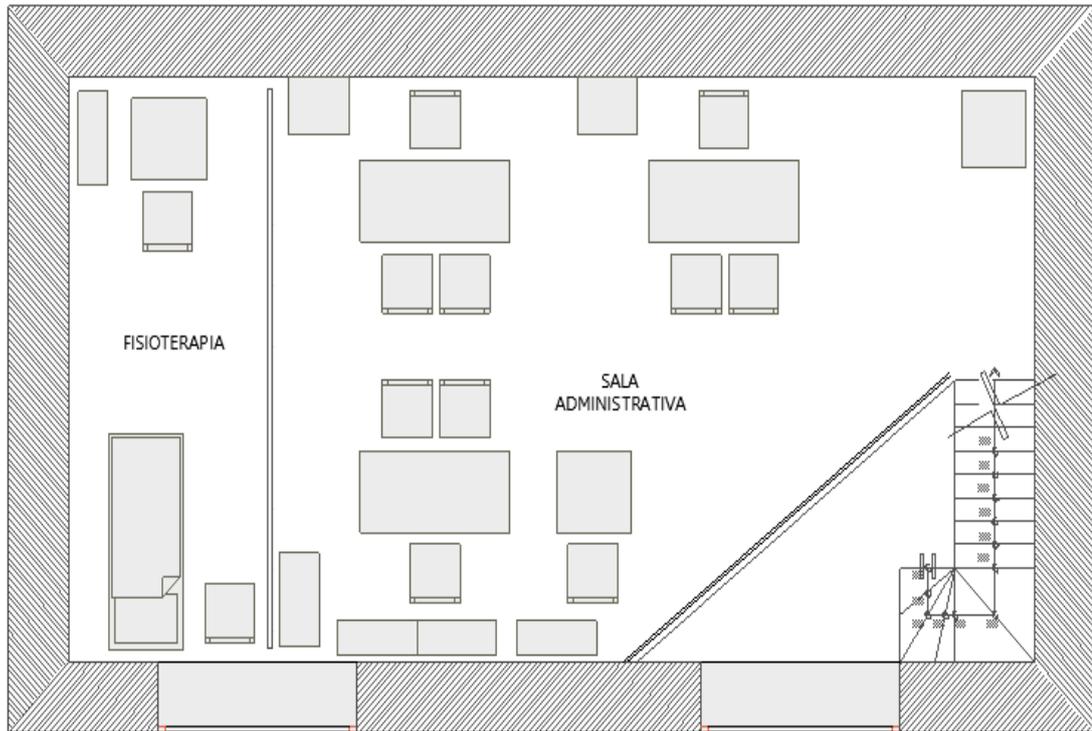
#### Programa Arquitectónico

N°	UBICACIÓN	PROGRAMAS	NIVEL	AMBIENTES
4	COLISEO MUNICIPAL	CIAM	1° PISO	Sala multifuncional (Talleres)
				S.H.
			MEZZANINE	Sala administrativa
				Terapia física / rehabilitación



CIAM - CENTRO INTEGRAL DE ATENCIÓN AL ADULTO MAYOR

Figura 4.14. Esquema Arquitectónico



CIAM - CENTRO INTEGRAL DE ATENCIÓN AL ADULTO MAYOR

Figura 4.15. Esquema Arquitectónico (Mezzanine)

### Funcionalidad

PROGRAMAS	AMBIENTES	N° PERS.	ÁREAS	CONDICIÓN
CIAM	Sala multifuncional (Talleres)	-	43.49	INADECUADA
	S.H.	-	2.17	INADECUADA
	Sala administrativa	3	32.40	ADECUADA
	Terapia física / rehabilitación	1	10.00	INADECUADA



Figura 4.16. Vista de la Sala Multifuncional.

### Acabado

Tipo de acabado		Descripción		Estado
Puertas	Tipo	Maciza		Regular
	Material	Madera		
	Sistema	batiente		
Ventanas	Marco	Madera		Regular
	Vidrio	Crudo		
	Sistema	Corredizo		
Mamparas	Marco	No tiene		No cuenta
	Vidrio	-		
	Sistema	-		
Baños	Tipo	Sifón Top Piece y/o Rapid Jet		Regular
	Color	Blanco		
	Grifería	Nacional		
Armarios	Tipo	De melamine sin cajonería		Bueno
Pisos		Cemento pulido coloreado	Madera machihembrada	Regular y bueno
Revestimientos		Enlucido de yeso / pintura	mayólica (S.H.)	Regular
Cerrajería		Cerradura tipo Yale o Similar		Regular

### Análisis Estructural (Diagnostico de Daños)

Se desarrolló el diagnóstico del área el cual se encontraría las siguientes fallas estructurales.

- Se observa la gran fisura que se generó en el muro, el cual genera un gran problema a la estructura.



Figura 4.17. Vista de fisura.

- A su vez se presenta humedad que eso hace que se debilite el muro.



Figura 4.18. Vista de humeada en el muro

#### e) Unidad de Deporte y Recreación

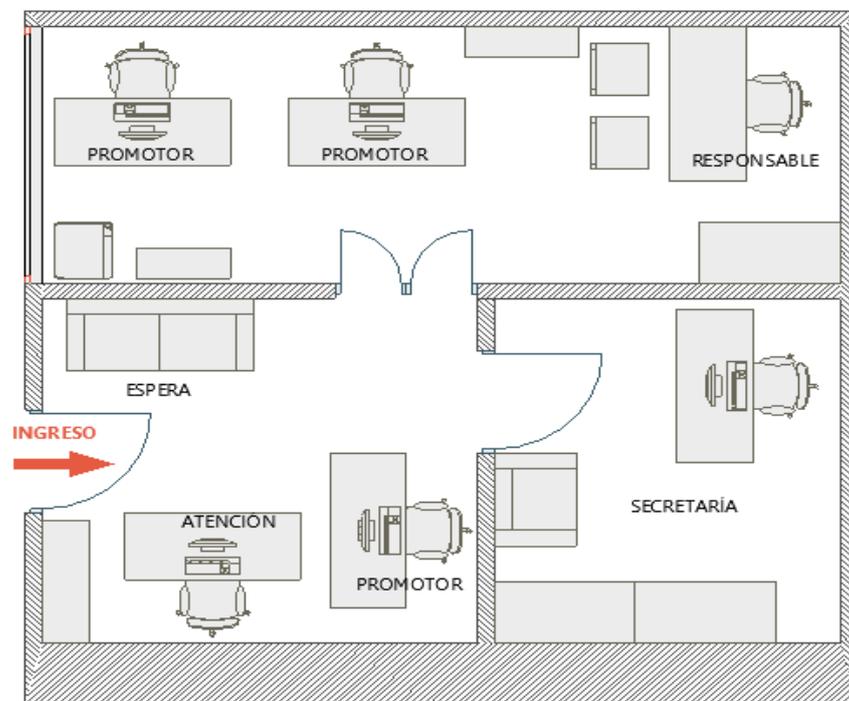
La Unidad de Deporte y Recreación tiene como misión rescatar los valores y costumbres de nuestro Distrito, provincia siempre en busca de crear, formar nuevos artistas y personas que realcen nuestra Cultura y Deporte, garantizando a toda la población el disfrute y creación de los bienes y servicios deportivos en nuestro pueblo, incentivando, motivando a los niños, jóvenes y adultos a participar en las diferentes áreas que ofrece la unidad.

Emplazamiento:

Ubicación en la parte posterior al bloque frontal, a la altura de OMAPED.

### Programa Arquitectónico

N°	UBICACIÓN	PROGRAMAS	NIVEL	AMBIENTES
5	COLISEO MUNICIPAL	DEPORTE Y RECREACIÓN	1° PISO	Atención al público, espera
				Oficinas administrativas
				Secretaría
				Oficina responsable



UNIDAD DE DEPORTE Y RECREACIÓN

Figura 4.19. Esquema Arquitectónico

### Funcionalidad

PROGRAMAS	AMBIENTES	N° PERS.	ÁREAS	CONDICIÓN
DEPORTE Y RECREACIÓN	Atención al público, espera	1	8.21	INADECUADA
	Oficinas administrativas	3	13.75	INADECUADA
	Secretaría	1	9.88	ADECUADA
	Oficina responsable	1	5.56	INADECUADA



Figura 4.20. Vista del Área de Promotores



Figura 4.21. Vista de la Oficina de Secretaria

## Acabados

Tipo de acabado		Descripción	Estado
Puertas	:	Tipo	Apanelada
		Material	Madera
		Sistema	batiente
Ventanas	:	Marco	Madera
		Vidrio	Crudo
		Sistema	-
Mamparas	:	Marco	No tiene
		Vidrio	-
		Sistema	-
Baños	:	Tipo	No cuenta
		Color	-
		Grifería	-
Armarios	:	Tipo	Madera
Pisos	:		Cemento pulido
Revestimientos	:		Enlucido de yeso
Cerrajería	:		Cerradura tipo Yale o Similar

### f) Sala de Regidores

Se ubica área total del segundo piso, donde generalmente se entabla reuniones de importancia entre los regidores de la MPH.

### Programa Arquitectónico

N°	UBICACIÓN	PROGRAMAS	NIVEL	AMBIENTES
6	COLISEO MUNICIPAL	SALA DE REGIDORES	2° PISO	Sala de reuniones
				Oficinas de regidores

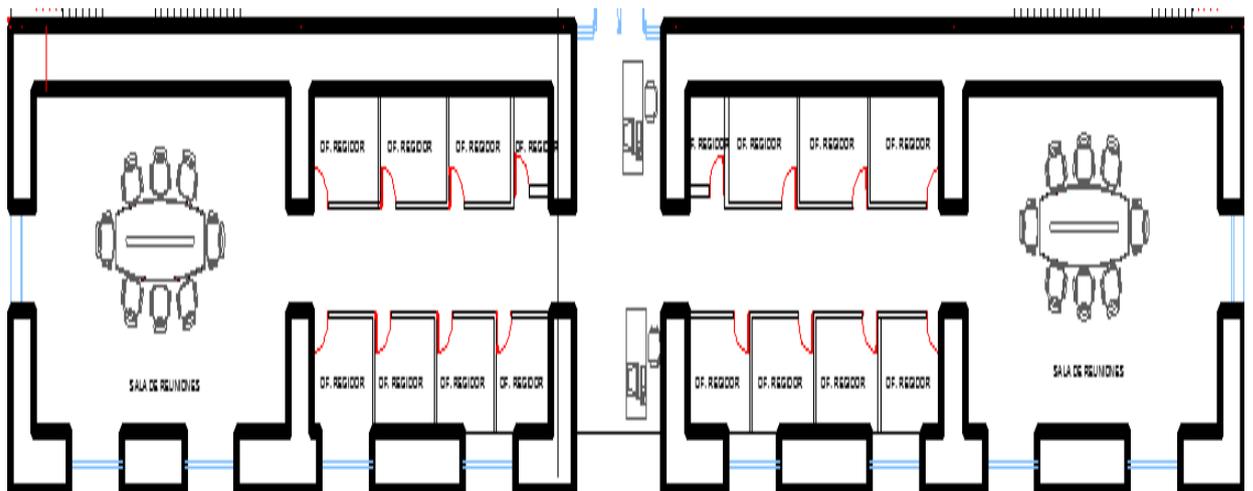


Figura 4.22. Esquema Arquitectónico

### Funcionalidad

PROGRAMAS	AMBIENTES	N° PERS.	ÁREAS	CONDICIÓN
SALA DE REGIDORES	Sala de reuniones	8	48.49	INADECUADA
	Oficinas de regidores	1	15.81	INADECUADA



Figura 4.23. Vista de la Sala de Reuniones



Figura 4.24. Vista del pasadizo y la oficina de Regidores.

### Acabados

Tipo de acabado		Descripción		Estado
Puertas	: Tipo	Apanelada		Regular
	Material	Madera		
	Sistema	batiente		
Ventanas	: Marco	Madera	Aluminio	Regular
	Vidrio	Crudo	Crudo	
	Sistema	-	Corredizo	
Mamparas	: Marco	No tiene		No cuenta
	Vidrio	-		
	Sistema	-		
Baños	: Tipo	No cuenta		No cuenta
	Color	-		
	Grifería	-		
Armarios	: Tipo	Madera		Malo
Pisos	:	Cemento pulido	Losetas	Regular
Revestimientos	:	Enlucido de yeso	Pintura	Regular
Cerrajería	:	Cerradura tipo Yale o Similar		Regular

## Análisis Estructural (Diagnostico de Daños)

Se desarrolló el diagnóstico del área el cual se encontraría los siguientes daños estructurales.

- Se observa humedad en los muros de adobe.



Figura 4.25. Vista de la humedad en los muros.



Figura 4.26. Vista de la humedad.

#### 4.6.4. Estudios Básicos de Ingeniería

##### 4.6.4.1. Levantamiento de Planos – Geometría.

##### Plano en Planta del 1er Nivel y 2do Nivel

Para poder describir las características principales del Coliseo Municipal, se realizó medición con wincha y flexómetro, realizando una triangulación para poder obtener las figuras y así poder obtener el plano actual.

Cabe mencionar que se solicitó el permiso a la Gerencia de Desarrollo Social para poder realizar dicha medición, el cual fue concedida.

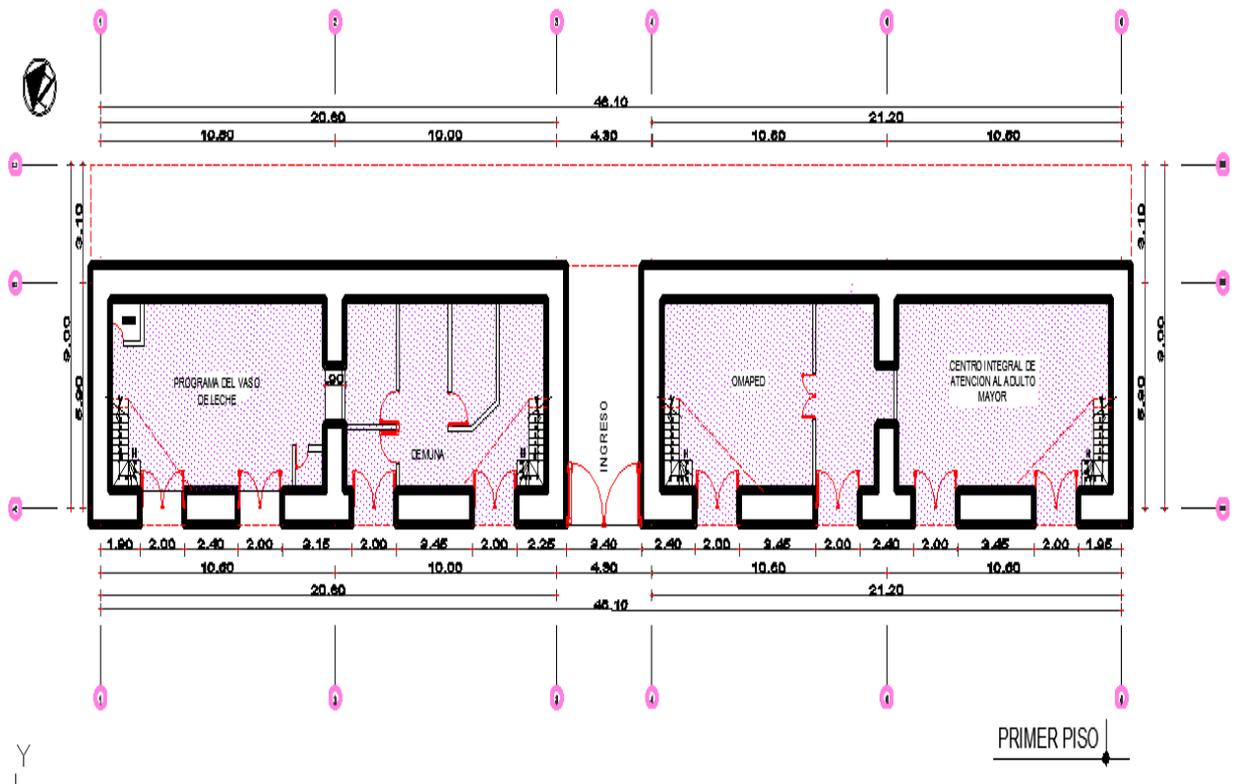


Figura 4.27. Planta Arquitectónico Principal 1er Piso.

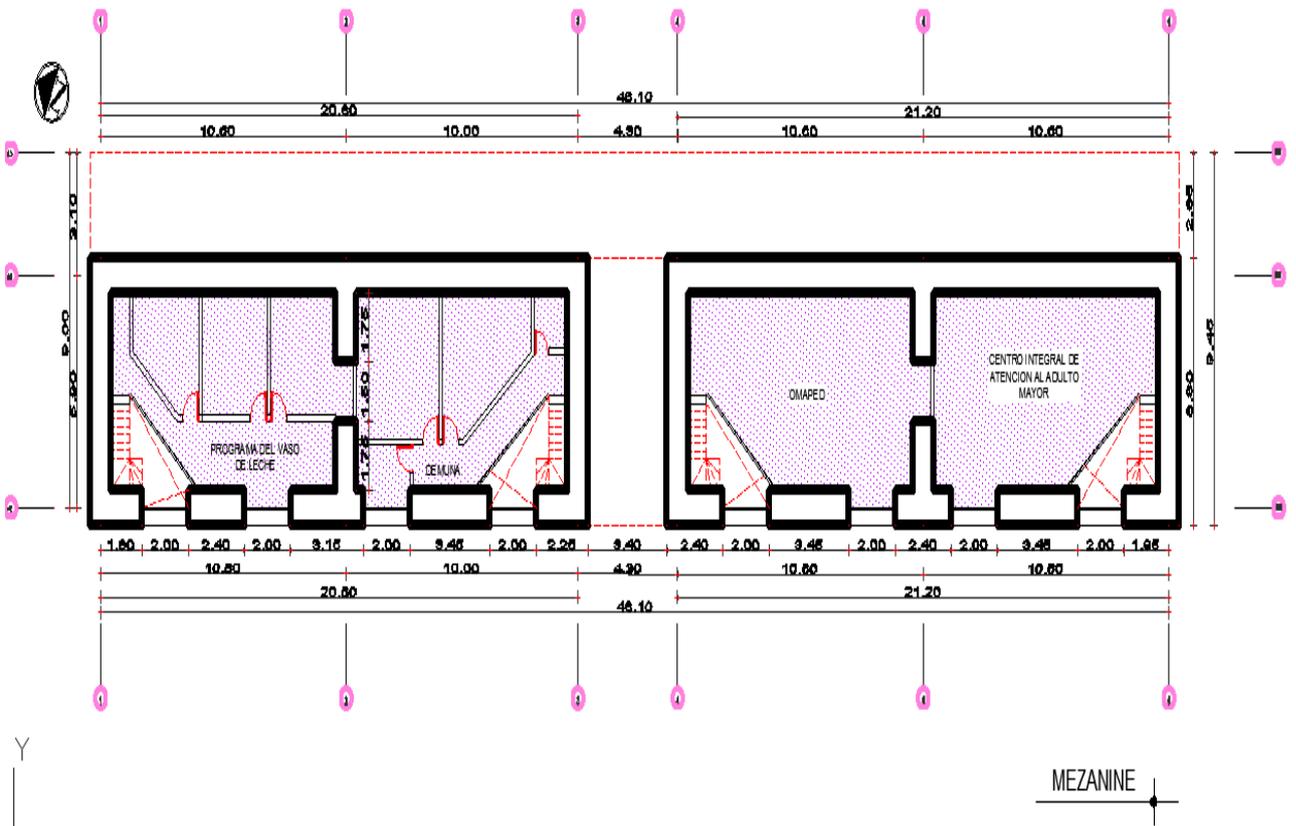


Figura 4.28. Planta Arquitectónico Mezzanine.

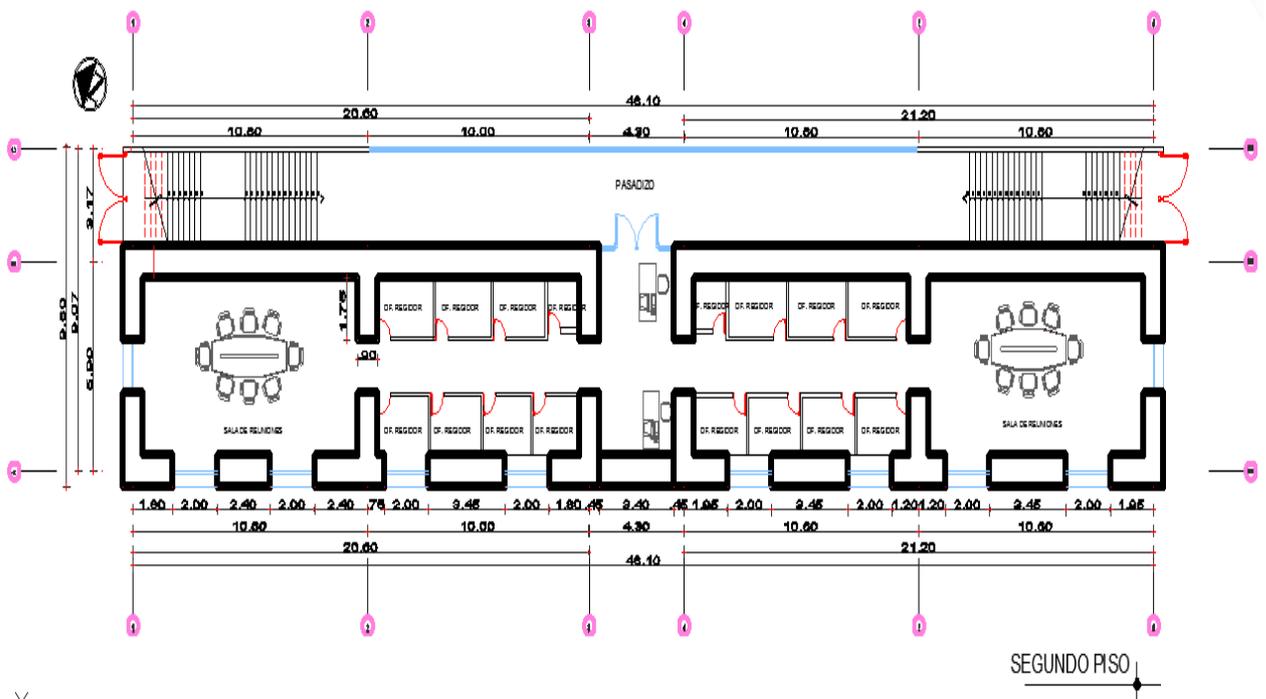
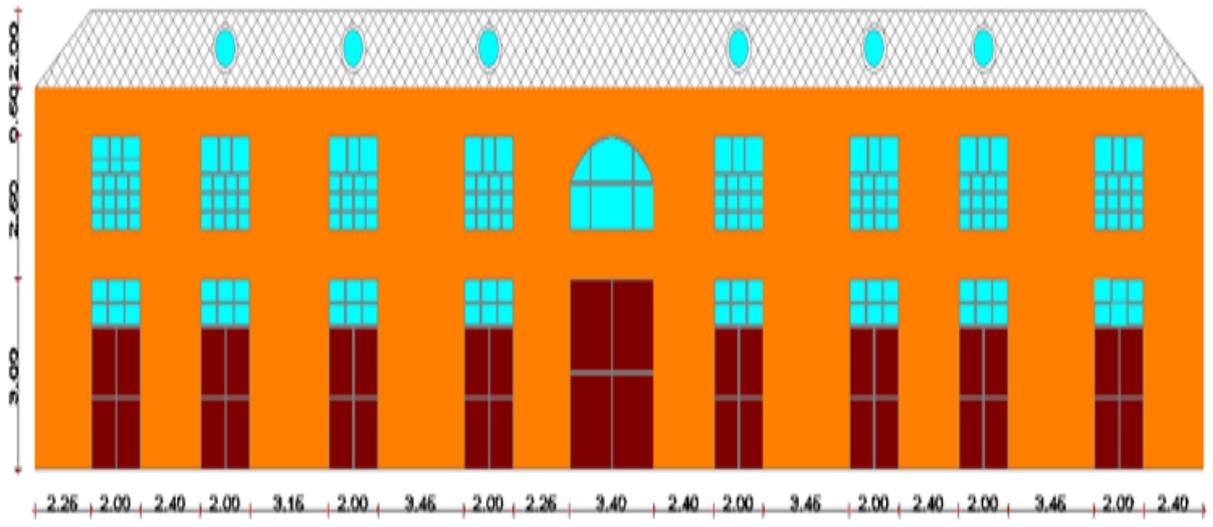
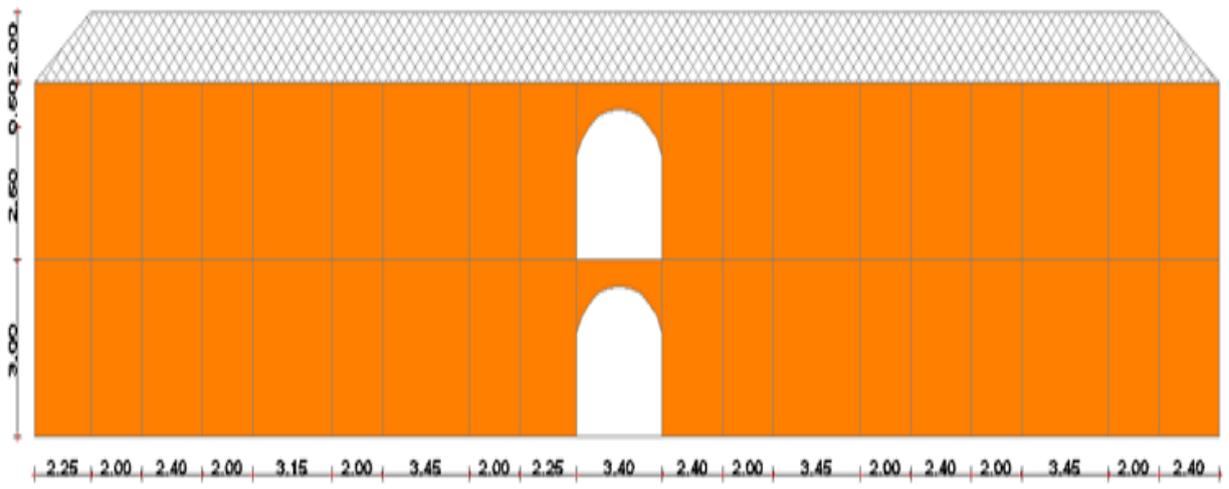


Figura 4.29. Planta Arquitectónico 2do Piso.



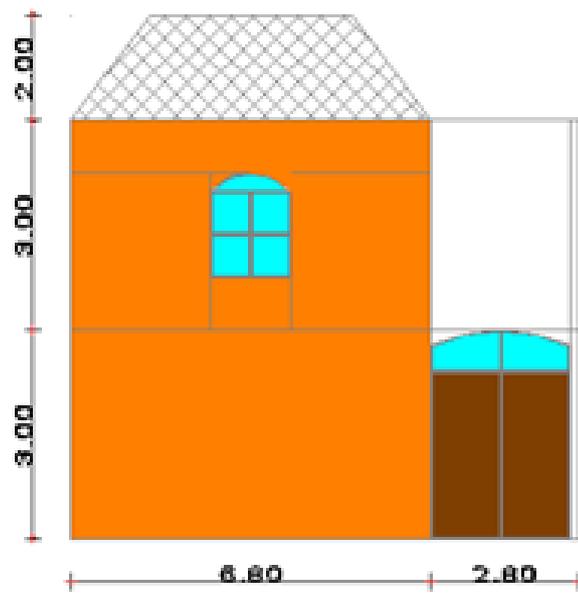
ELEVACION PRINCIPAL  
Esc: 1/50

Figura 4.30. Elevación Principal del Coliseo Municipal.



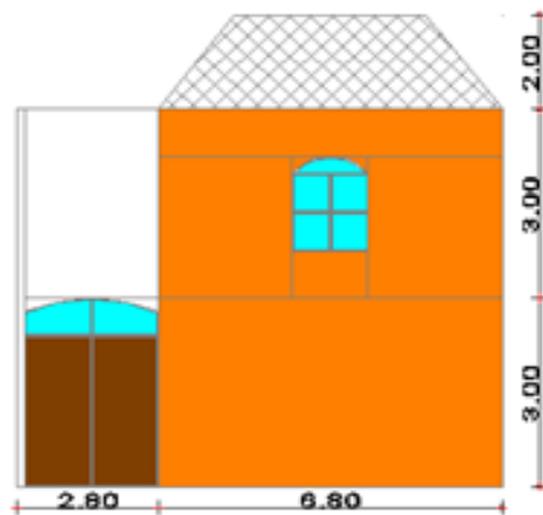
ELEVACION POSTERIOR  
Esc: 1/50

Figura 4.31. Elevación Parte Inferior del Coliseo Municipal.



ELEVACION LATERAL-SUR

Figura 4.32. Elevación Lateral.



ELEVACION LATERAL-NORTE

Esc: 1/50

Figura 4.33. Elevación Lateral.

#### 4.6.4.2. **Apreciación del estado actual de los materiales**

En esta etapa para la selección de estudios de suelo, se toma muestras, y el proceso de ejecución de los diversos ensayos que caracterizan las propiedades físicas mecánicas del material de adobe.

##### **Características físicas del adobe**

Se realizaron los ensayos de laboratorio que nos darán a conocer las propiedades físicas, los ensayos realizados son:

- Límites de consistencia
- Contenido de Humedad
- Densidad de masa

Los materiales que han sido utilizado en este proceso tienen características particulares, el cual esto se debe a que el material de suelo ya ha sido manipulado, separado, mezclado, humedecido antes de llegar a dar forma al adobe, por lo que al final se ha mezclado y compactado.

Además, el muro que lleva casi los 90 años de antigüedad de haberse construido, se encuentra expuestos a agentes externos como ningún otro material.



Figura 4.34 Vista del lugar de la toma de muestra, y el ensayo que se realiza.



Figura 4.35. Características físicas del adobe.

### Resultados de las características físicas

Tabla 4.1. Resultados de las características físicas del adobe

Características físicas		Resultados promedios obtenidos
		Adobe (Unidades)
Contenido de Humedad		4.30%
Gravedad Especifica		2.60 g/cm <sup>3</sup>
Densidad de Masa		1.00g/cm <sup>3</sup>
Límite de Consistencia	Limite Liquido (LL)	38.24%
	Limite Plástico (LP)	30.41%
	Índice Plástico (IP)	7.83%
Composición Granulométrica	Gravas	32.50%
	Arenas	33.17%
	Finos	31.23%
Clasificación de Suelos	S.U.C.S	OL (Limo orgánico o arcilla orgánica de baja plasticidad)
	AASHTO	A-2-6 (Arena limosa y arcillosa)

### Características mecánicas

Los ensayos realizados en el laboratorio son:

- Resistencia a la compresión.
- Módulo de Rotura.

Para estos este ensayo en laboratorio se extrajo unidades de adobe, seleccionados en el Coliseo Municipal y trasladados al laboratorio.



Figura 4.36. Ensayo de compresión del adobe.

### Resultados de las características mecánicas

Tabla 4.2. Resultados de características mecánicas del adobe

Características físicas	Resultados promedios obtenidos
	Adobe (Unidades)
Resistencia a la Compresión	4.61 kg/cm <sup>2</sup>
Módulo de Rotura	0.78 kg/cm <sup>2</sup>

#### 4.6.4.3. Definición de las Estructuras

##### a) Cimentación

Ya que la estructura se encuentra dentro de la Propiedad de la Municipalidad Provincial de Huancayo no permiten realizar calicatas en el terreno para poder observar la condición en la que se encuentra los cimientos. Pero de acuerdo a la indagación realizada se logró obtener una pequeña información donde la cimentación esta constituida de piedra unida con mortero de barro en una profundidad que va desde los 0.65m a 1.75m, además se obtuvo que el ancho es igual al del muro (0.90 m).

Esto hace que la mayoría de los monumentos considerados patrimonios culturales en la Ciudad de Huancayo, presentan las mismas características mencionadas.

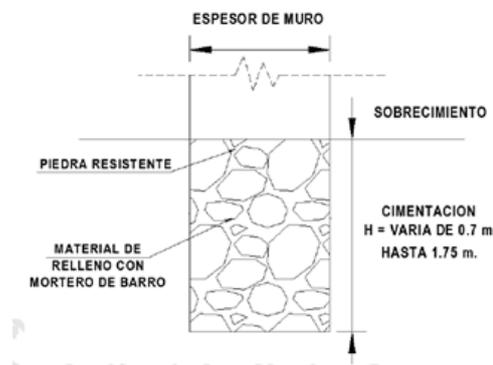


Figura 4.37. Esquema de Cimentación del Coliseo.

##### b) Sobrecimiento

La composición del sobrecimiento llega a ser de mortero de barro con piedra, la altura llega a variar, y en otros sucesos los monumentos llegan a carecer de este.

La dimensión en ancho del sobrecimiento llega a ser la misma dimensión del ancho del muro.

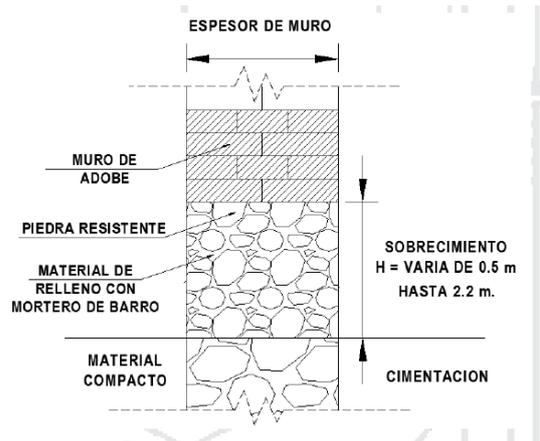


Figura 4.38. Imagen del Sobrecimiento del Coliseo.

### c) Muros

Las paredes del Coliseo Municipal están formadas de material de adobe con un ancho de 0.90m. La altura varía de acuerdo a los ambientes. Cuyas dimensiones tipificadas para el sistema estructural son (0.60x0.90m).

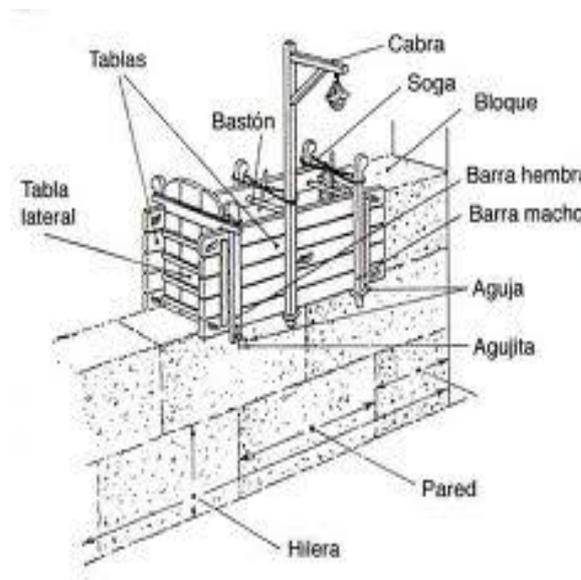


Figura 4.39. Esquema de Sobrecimiento del Coliseo.

#### d) Estructura del Techo

En el Coliseo Municipal el techo está constituido por la madera en forma de tijeral. La cual está cubierta por calaminas, y al final por tejas que están cubiertas por yeso y cemento.



Figura 4.40. Vista del techo.

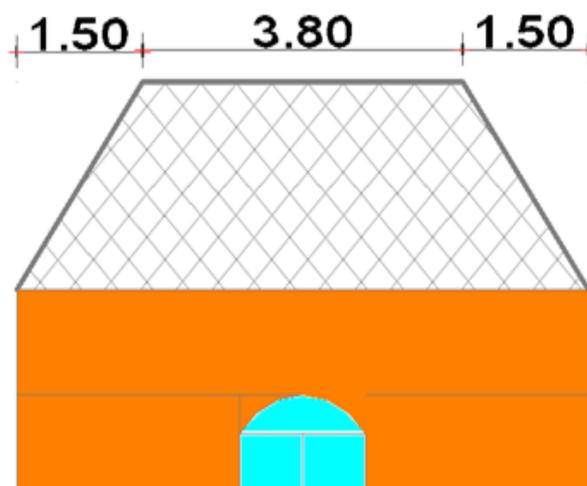


Figura 4.41. Esquema del tijeral.

## **4.7. TECNICAS Y ANALISIS DE DATOS**

### **4.7.1. Análisis Estructural**

Determinar el análisis estructural del Coliseo Municipal significa determinar el comportamiento bajo diferentes acciones que llegan a tener una facultad de respuesta.

Un análisis y modelamiento en edificaciones de albañilería significa tener una gran complejidad, por el hecho de ser considerada monumento histórico.

Para llegar a elaborar una evaluación estructural es importante tener información relacionado a la historia arquitectónica del edificio, los materiales que la constituyen, propiedades físicas y mecánicas la cual es fundamental para el progreso del estudio.

### **4.7.2. Modelamiento Estructural**

Se elaboró un modelamiento estructural del Coliseo Municipal, generando la simplificación de elementos estructurales donde dicha geometría reprodujera el comportamiento de cada elemento.

Es necesario usar los elementos finitos para el modelamiento estructural de los muros de adobe, lo cual esto harán que nos determine un análisis minucioso, y trabajable con las características del material estudiado. El software que se uso fue el ETABS V9.7.4.

#### **Tipo Shell**

Comportamiento del Elemento de flexión y membrana que permitirá cargas adecuar cargas sobre el plano. Esto se utiliza para componer las cubiertas y muros empleando la discretización en elementos finitos.

#### **Tipo Frame**

Elemento uniaxial con capacidad de compresión, torsión y tensión. Se utilizó para modelar vigas y tijeral.

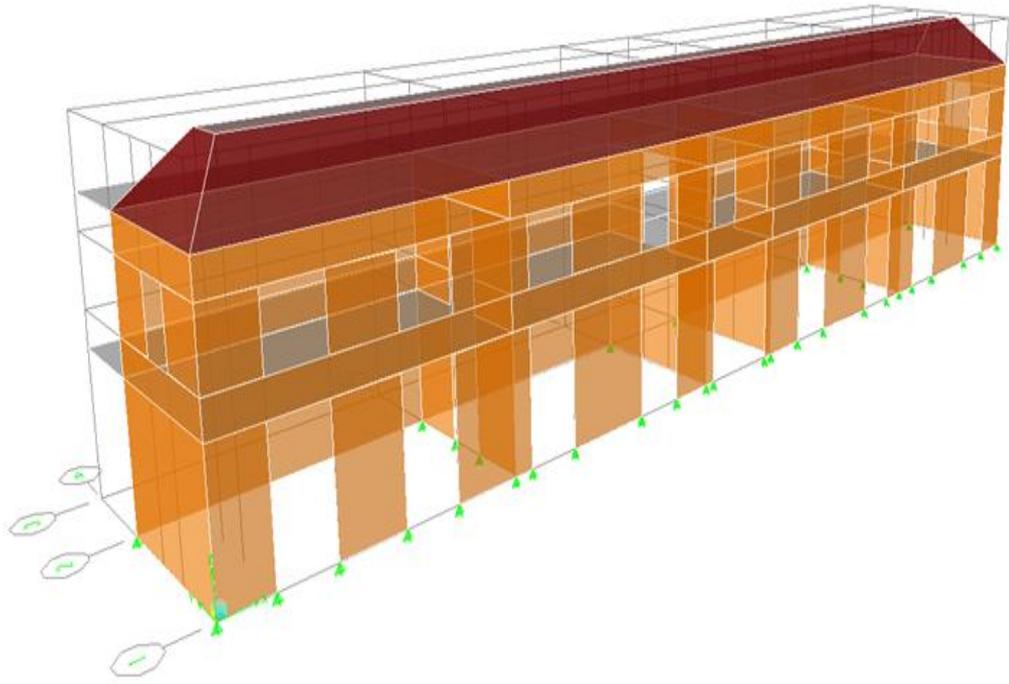


Figura 4.42. Geometría del Modelo de Muros y Cobertura.

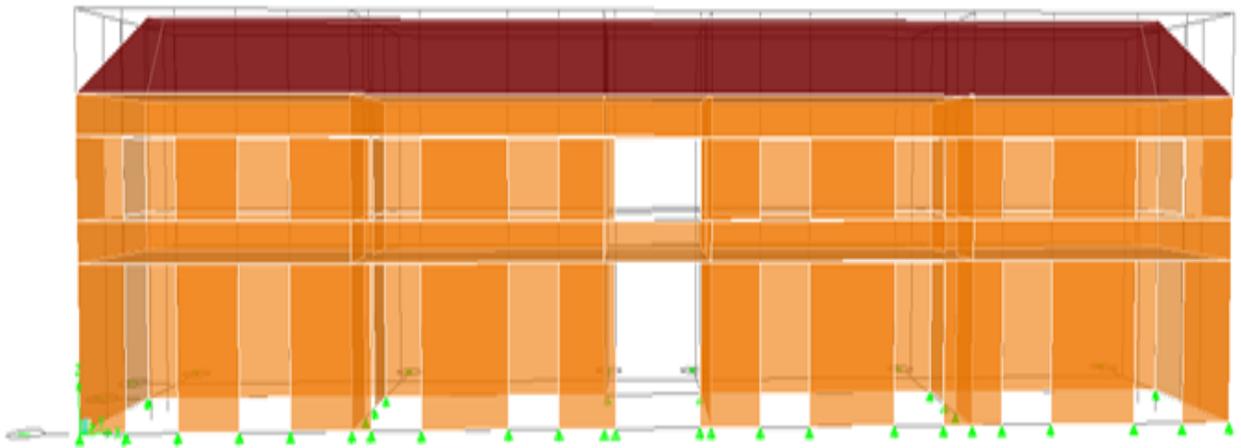


Figura 4.43. Geometría del Modelo de Muros y Cobertura.

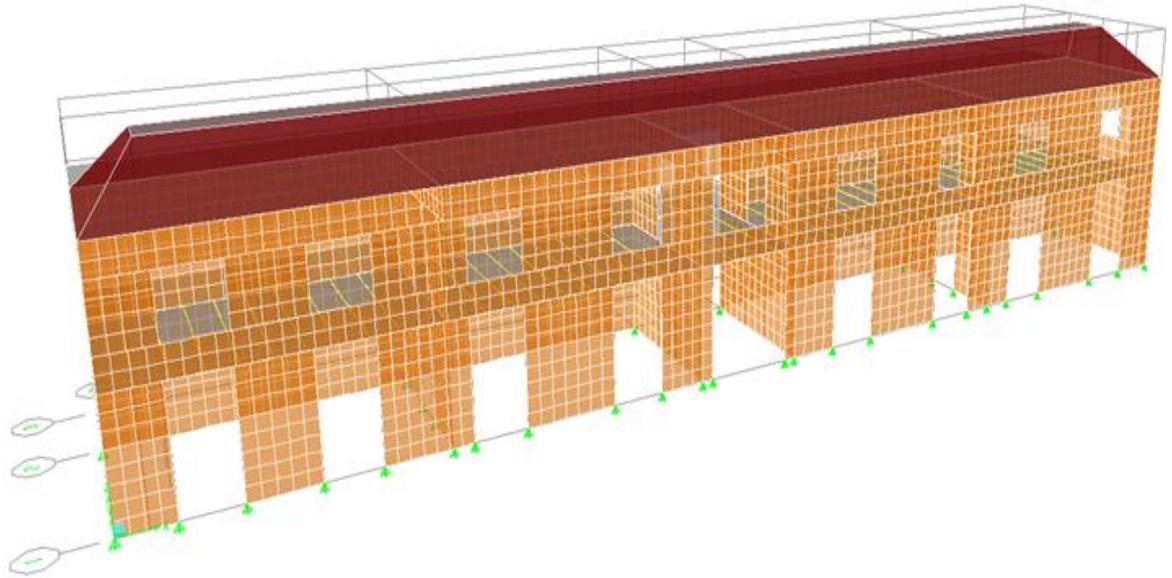


Figura 4.44. Discretización de la estructura (Elementos Finitos).

#### 4.7.2.1. Apoyo

Teniendo en cuenta la cimentación, la resistencia del suelo que ejerce de apoyo, por producto de la estructura se dirige un comportamiento en la base, la cual denomina un sistema de muros de carga.

#### 4.7.3. Estudio de cargas

El Coliseo Municipal estará sometida a las siguientes cargas: viva, muerta y sismo. Para ellos se tuvo en cuenta las siguientes Normas:

- RNE-Norma E-020 (Cargas).
- RNE-Norma E-080 (Adobe).
- RNE-Norma E-030 (Sismorresistente) – Actualizada 2016.

##### 4.7.3.1. Carga Viva

###### Techo

Teniendo en cuenta la Norma E.020 del RNE, indica que las cargas vivas repartidas para techos con una inclinación de  $3^\circ$  con respecto a la horizontal, se considera **100 kg/m<sup>2</sup>** y para

mayores de 3° se reducirá 5 kg/m<sup>2</sup> por cada grado de pendiente por encima de 3°, hasta un mínimo de 50kg/m<sup>2</sup>.

#### 4.7.3.2. Carga Sísmica

De acuerdo a la nueva norma técnica E.030,2006 determina requisitos mínimos para que las edificaciones tengan un comportamiento acorde ante eventos sísmicos, y así evitar pérdida de vidas humanas y minimizar los daños a la propiedad.

##### Zonificación

De acuerdo la nueva norma vigente el territorio peruano se divide en cuatro zonas sísmicas.

Y para este caso Huancayo está considerada en la Zona 3 con el factor **Z=0.35**.



Figura 4.45. Zonas Sísmicas en el Perú

### Categoría de la Edificación

La categoría de denominará de acuerdo a la Tabla N°5 de la Norma Técnica E0.30-2016, donde al Coliseo Municipal se le considera en la categoría "B", edificaciones Importantes; edificaciones donde se concentran una gran cantidad de personas como, cines, teatros, estadios, coliseos.

En la categoría B el factor es **U=1.30**.

### Factor de Suelo

Del ensayo de mecánica de suelos, donde se aconseja el periodo predominante  $T_s=0.90$ , y factor de suelo  $S=1.20$ , dato que corresponde en la norma, para evaluar el coliseo municipal es considerado la norma vigente E.030-2016, donde indica que factor de suelo correspondiente al perfil S2 es **S=1.15**.

### Coefficiente de Reducción

El coeficiente de reducción al determinar el valor, esta concede una disminución de las fuerzas sísmicas en diseño. Y de acuerdo con la norma E.080 del RNE, se determina el coeficiente de reducción **R=1.00**.

Tabla. 4.3 Resumen de parámetros.

CALCULO DE ESPECTRO DE PSEUDO - ACELERACIONES (NORMA E030-2014/DS-003-2016)					
SOLO COMPLETAR LAS LISTAS DESPLEGABLES Y CASILLAS DISPONIBLES					
Tabla N°1 (NORMA E030-2014/DS-003-2016)					
FACTOR DE ZONA "Z"	ZONA	Z			
	ZONA 3 ▼	0.35			
Tabla N°3 y N°4 (NORMA E030-2014/DS-003-2016)					
FACTOR DE SUELO "S"	TIPO	DESCRIPCION	S	Tp	Tl
	S2 ▼	Suelos Intermedios	1.15	0.60	2.00
Tabla N°5 (NORMA E030-2014/DS-003-2016)					
FACTOR DE USO "U"	CATEGORIA	U	OBSERVACIONES		
	"B" Edificaciones Importantes ▼	1.30	Revisar tabla N°6 E030-2014		

Ing. Aldo Greco Nuñonca Herrera  
FIC - UNSAAC

DATOS	FACTORES	DATOS	DIR X-X	DIR Y-Y
Z	0.35	R <sub>o</sub>	1	1
U	1.30	I <sub>a</sub>	1.00	1.00
S	1.15	I <sub>p</sub>	1.00	1.00
T <sub>P</sub>	0.60	R	1.00	1.00
T <sub>L</sub>	2.00	g	1 m/s <sup>2</sup>	

### Estudio de aceleración espectral

En esto se elabora un espectro pseudo aceleración en ambas direcciones X-X y Y-Y.

En la siguiente tabla se indica los valores de con un rango de periodo de 0 a 10 segundos.

Tabla. 4.4 Valores de Sa en X-X y Y-Y

C	T	Sa Dir X-X	Sa Dir Y-Y
2.50	0.00	1.453	1.453
2.50	0.02	1.453	1.453
2.50	0.04	1.453	1.453
2.50	0.06	1.453	1.453
2.50	0.08	1.453	1.453
2.50	0.10	1.453	1.453
2.50	0.12	1.453	1.453
2.50	0.14	1.453	1.453
2.50	0.16	1.453	1.453
2.50	0.18	1.453	1.453
2.50	0.20	1.453	1.453
2.50	0.25	1.453	1.453
2.50	0.30	1.453	1.453
2.50	0.35	1.453	1.453
2.50	0.40	1.453	1.453
2.50	0.45	1.453	1.453
2.50	0.50	1.453	1.453
2.50	0.55	1.453	1.453
2.50	0.60	1.453	1.453
2.31	0.65	1.342	1.342
2.14	0.70	1.246	1.246
2.00	0.75	1.163	1.163
1.88	0.80	1.090	1.090
1.76	0.85	1.026	1.026
1.67	0.90	0.969	0.969

1.58	0.95	0.918	0.918
1.50	1.00	0.872	0.872
1.36	1.10	0.793	0.793
1.25	1.20	0.727	0.727
1.15	1.30	0.671	0.671
1.07	1.40	0.623	0.623
1.00	1.50	0.581	0.581
0.94	1.60	0.545	0.545
0.88	1.70	0.513	0.513
0.83	1.80	0.484	0.484
0.79	1.90	0.459	0.459
0.75	2.00	0.436	0.436
0.59	2.25	0.345	0.345
0.48	2.50	0.279	0.279
0.40	2.75	0.231	0.231
0.33	3.00	0.194	0.194
0.19	4.00	0.109	0.109
0.12	5.00	0.070	0.070
0.08	6.00	0.048	0.048
0.06	7.00	0.036	0.036
0.05	8.00	0.027	0.027
0.04	9.00	0.022	0.022
0.03	10.00	0.017	0.017

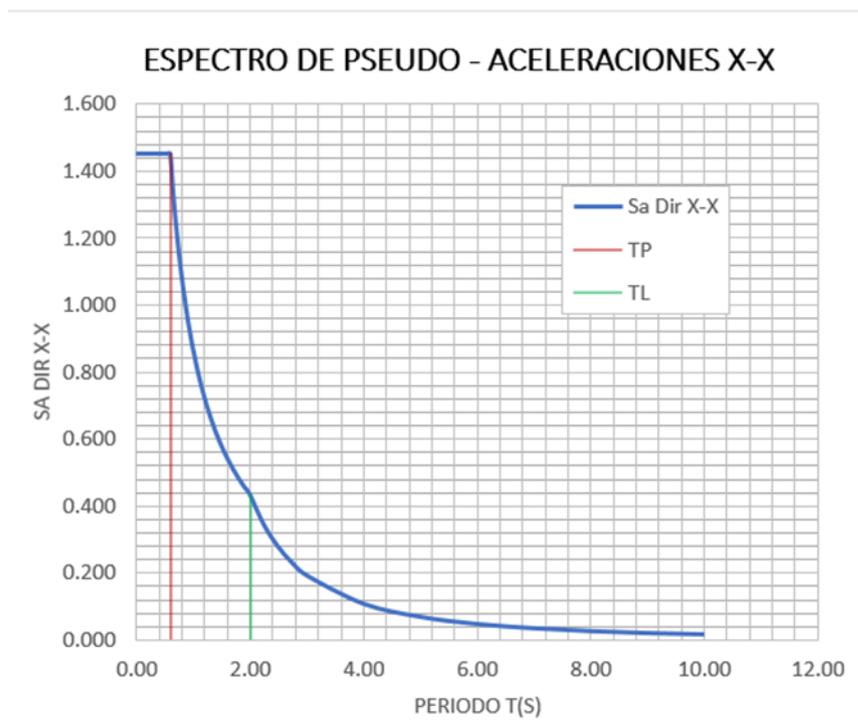


Figura. 4.46. Espectro de respuesta aceleración X-X.

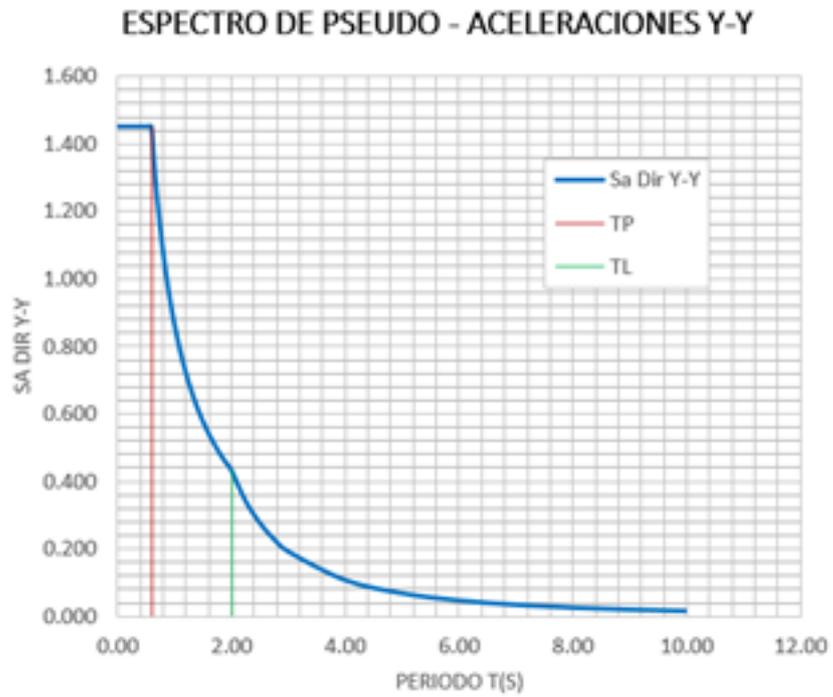


Figura. 4.47. Espectro de respuesta aceleración Y-Y.

#### 4.7.4. Propiedades adoptadas de los materiales

##### 4.7.4.1. Propiedades mecánicas adoptadas

Material	Resistencia a la Compresion $f_c$	Peso Especifico (Kg/m <sup>3</sup> )	Modulo de Elasticidad (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente de Poisson
Albañileria de Adobe	4.61	15000	1200	0.25
Elementos de Mader:	15.00	470	82100	0.3

Fuente: Fonseca, 2012, Norma Técnica E-010 Madera.

#### 4.7.4.2. Método de análisis

Se tomó como método los Elementos Finitos. Este método realizara un buen análisis de las propiedades de los materiales.

#### 4.7.4.3. Tipo de análisis

Análisis Estático – Lineal. Donde permitirá conocer los puntos débiles de las estructuras.

#### 4.7.5. Hipótesis de carga

En este trabajo se elaboró las verificaciones de los límites de servicio.

Para combinar las cargas de utilizó la Norma técnica E-020 cargas.

Tabla. 4.5 Combinación de cargas.

<b>Combinación</b>	
Comb 1	<b>1.4D + 1.7L</b>
Comb 2	<b>1.25D + 1.25L + Sx</b>
Comb 3	<b>1.25D + 1.25L - Sx</b>
Comb 4	<b>1.25D + 1.25L + Sy</b>
Comb 5	<b>1.25D + 1.25L - Sy</b>
Comb 6	<b>0.9D + Sx</b>
Comb 7	<b>0.9D - Sx</b>
Comb 8	<b>0.9D + Sy</b>
Comb 9	<b>0.9D - Sy</b>

## 4.7.6. Resultados de Análisis Sin Reforzamiento

### 4.7.6.1. Periodos de vibración de la estructura

Tabla. 4.6 Periodos de vibración.

Spec	Mode	Period
SPECX	1	1.267758
SPECX	2	1.109838
SPECX	3	0.727268
SPECX	4	0.717196
SPECX	5	0.693155
SPECX	6	0.690156
SPECX	7	0.67061
SPECX	8	0.66426
SPECX	9	0.634821
SPECX	10	0.573321
SPECX	11	0.562043
SPECX	12	0.429866
SPECY	1	1.267758
SPECY	2	1.109838
SPECY	3	0.727268
SPECY	4	0.717196
SPECY	5	0.693155
SPECY	6	0.690156
SPECY	7	0.67061
SPECY	8	0.66426
SPECY	9	0.634821
SPECY	10	0.573321
SPECY	11	0.562043
SPECY	12	0.429866

### 4.7.6.2. Deformaciones

A continuación, se presenta los resultados obtenidos de las deformaciones en las tres dimensiones. La cual se muestran los resultados del modelo en forma conjunta de la estructura. En la interpretación se debe tener en cuenta para deformaciones lineales en unidades de m.

## Espectro X-X

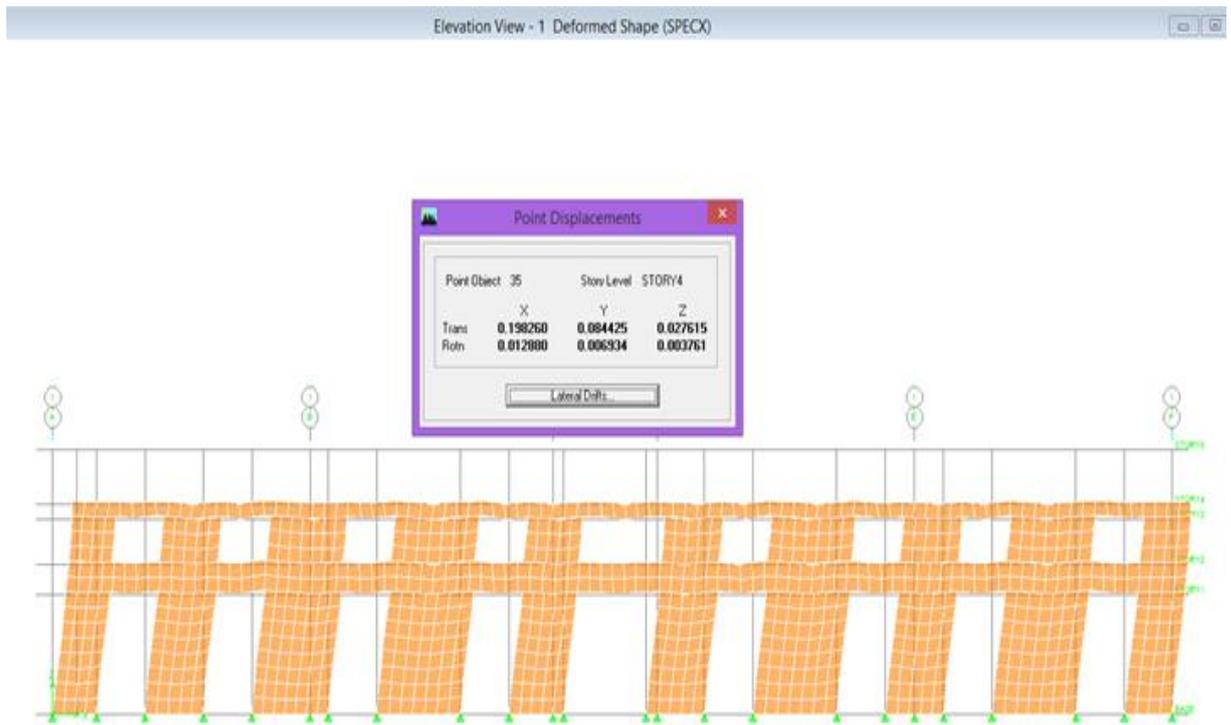


Figura. 4.48. Desplazamiento Espectro X-X (19.83cm).

## Espectro Y-Y

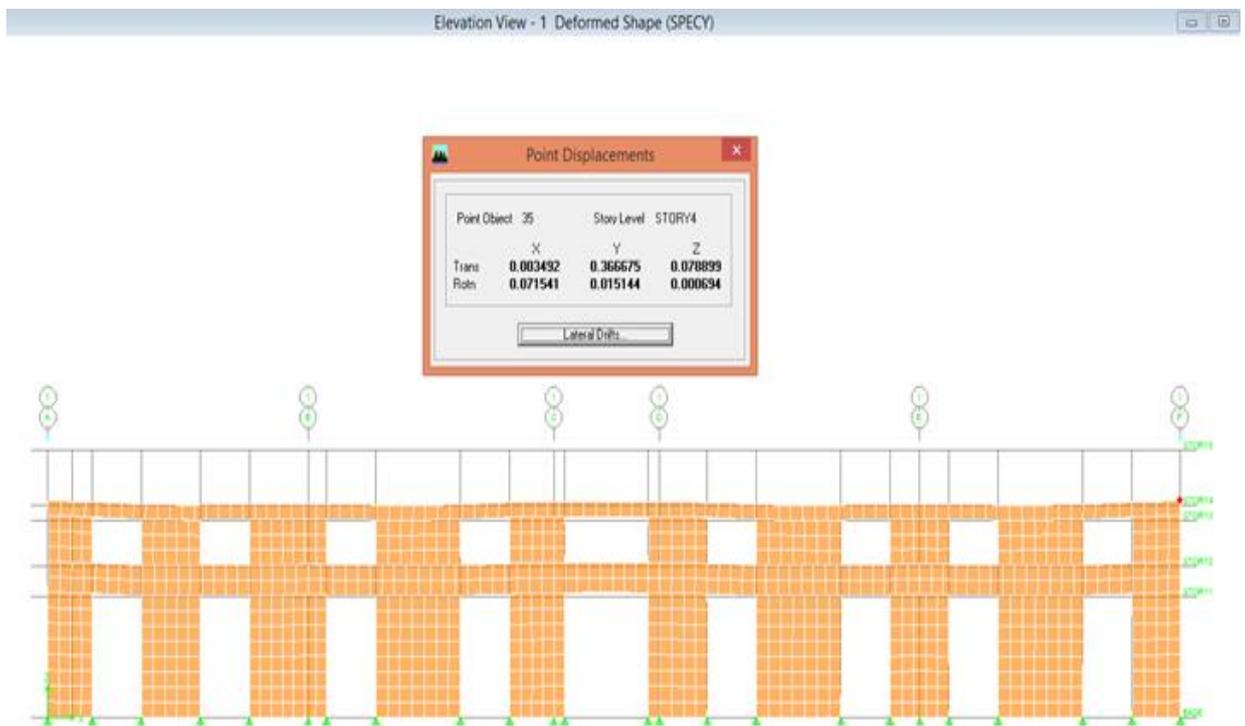


Figura. 4.49. Desplazamiento Espectro Y-Y (36.67cm).

## Combinación 1



Figura. 4.50. Desplazamiento Máxima en la Combinación 1.

## Combinación 2

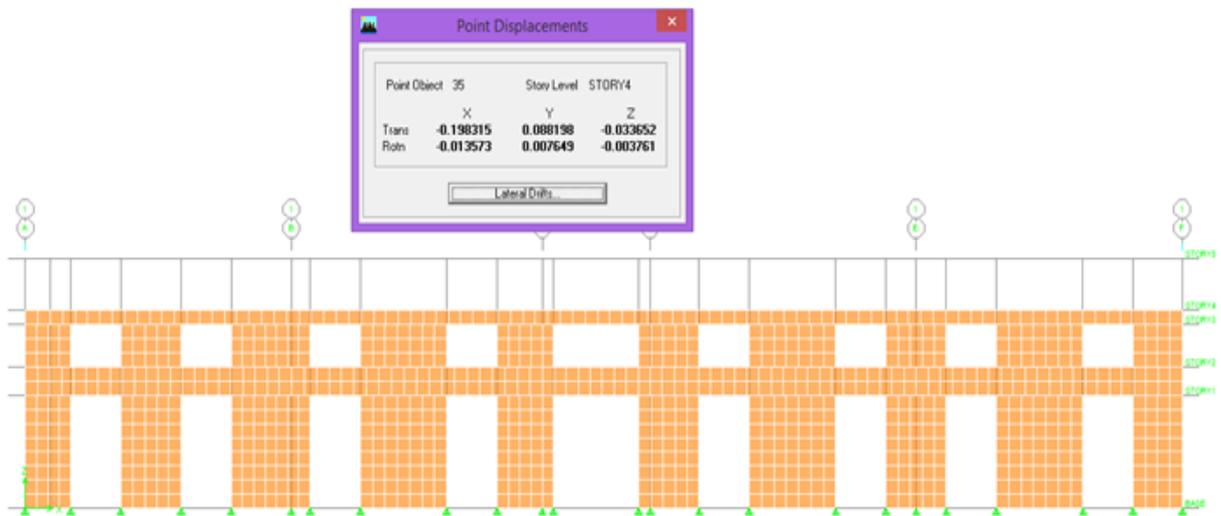


Figura. 4.51. Desplazamiento Máxima en la Combinación 2.

### Combinación 3



Figura. 4.52. Desplazamiento Máxima en la Combinación 3.

### Combinación 4

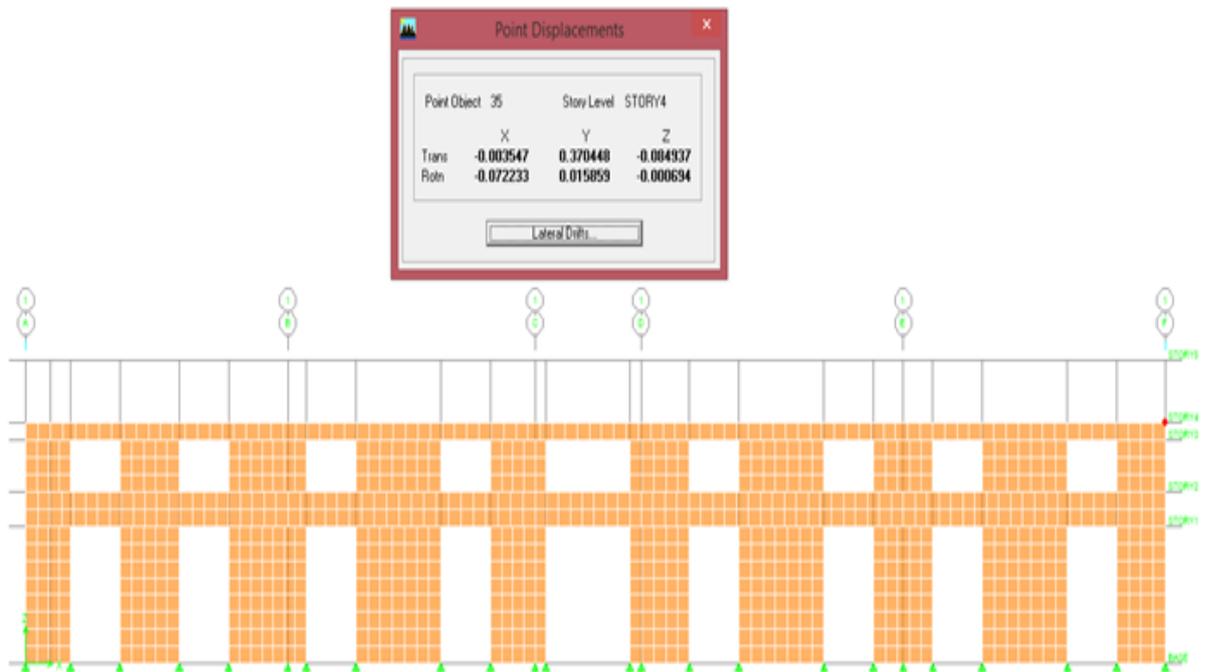


Figura. 4.53. Desplazamiento Máxima en la Combinación 4.

## Combinación 5



Figura. 4.54. Desplazamiento Máxima en la Combinación 5.

## Combinación 6

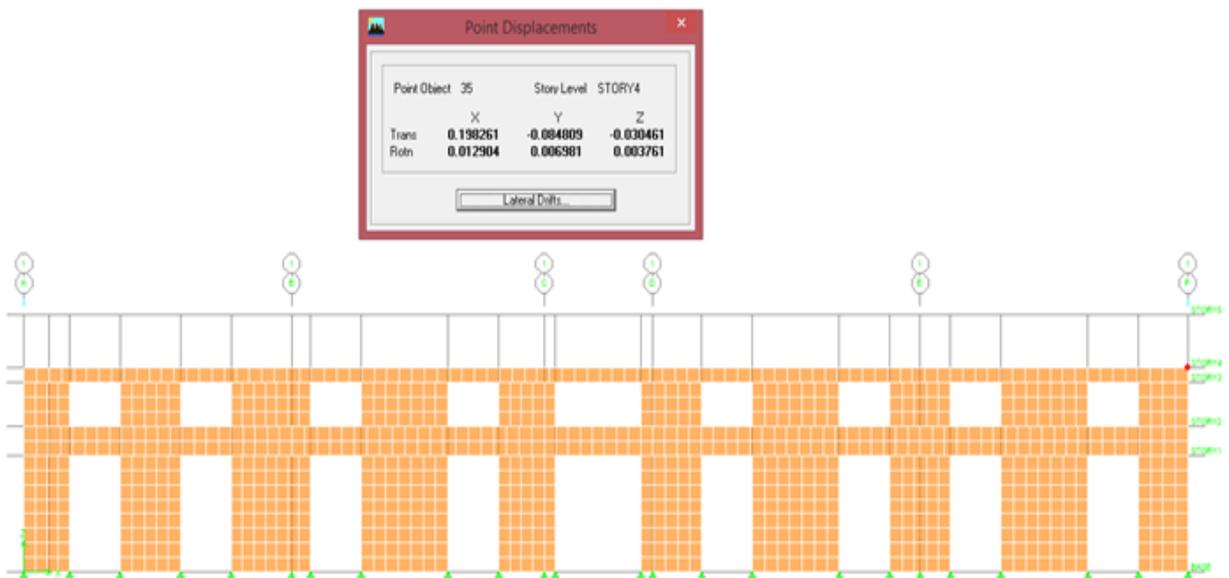


Figura. 4.55. Desplazamiento Máxima en la Combinación 6.

## Combinación 7

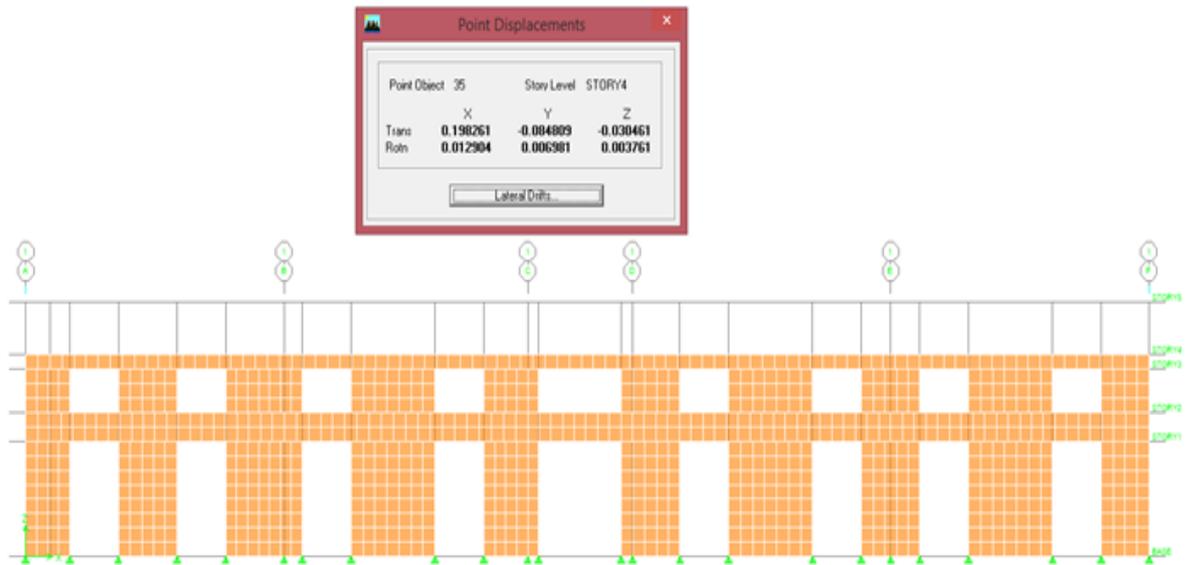


Figura. 4.56. Desplazamiento Máxima en la Combinación 7.

## Combinación 8

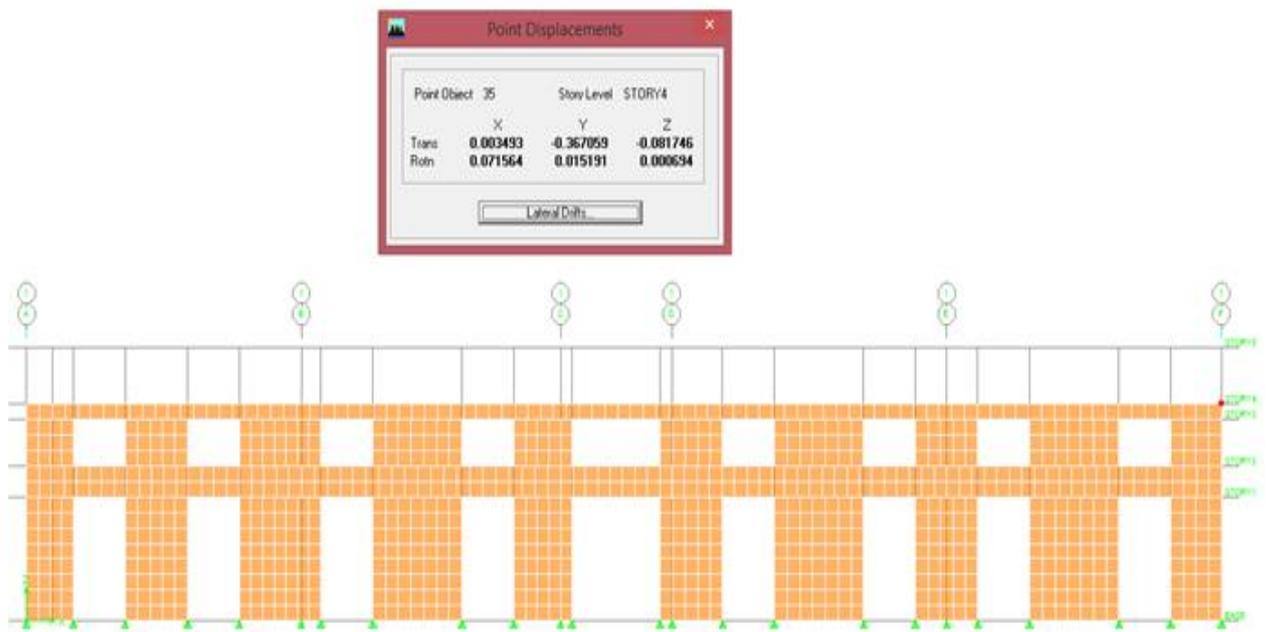


Figura. 4.57. Desplazamiento Máxima en la Combinación 8.

## Combinación 9

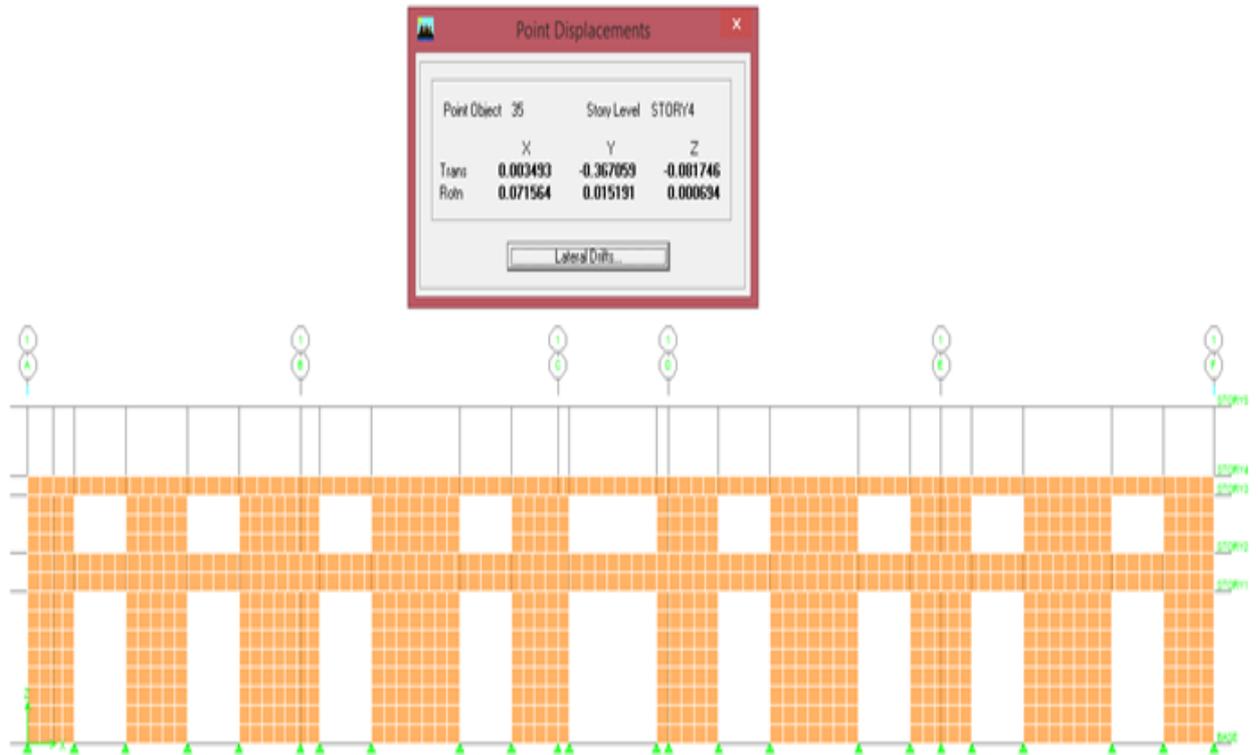


Figura. 4.58. Desplazamiento Máxima en la Combinación 9.

### 4.7.6.3. Reacciones

A continuación, se muestra las reacciones en la base de la estructura de acuerdo al modelo estructural para las diferentes hipótesis de carga del punto más crítico.

Tabla. 4.7 Reacciones mínimas y máximas en las distintas combinaciones. (Kg)

Story	Point	Load	FX	FY	FZ
BASE	14	DEAD	1020.97	-937.91	5455.27
BASE	14	LIVE	195.83	-386.9	1493.2
BASE	14	SISMO	0	0	0
BASE	14	VCT	167.26	-277.42	1243.62
BASE	14	SPECX	38751.27	16589.4	151110.75
BASE	14	SPECY	7905.78	54172.51	179606.78
BASE	14	COMB1	2046.62	-2442.42	12289.99
BASE	14	COMB2 MAX	40481.35	14586.61	161350.87
BASE	14	COMB2 MIN	-37021.19	-18592.18	-140870.62
BASE	14	COMB3 MAX	40481.35	14586.61	161350.87
BASE	14	COMB3 MIN	-37021.19	-18592.18	-140870.62
BASE	14	COMB4 MAX	9635.86	52169.72	189846.91
BASE	14	COMB4 MIN	-6175.7	-56175.29	-169366.66
BASE	14	COMB5 MAX	9635.86	52169.72	189846.91
BASE	14	COMB5 MIN	-6175.7	-56175.29	-169366.66
BASE	14	COMB6 MAX	39670.14	15745.28	156020.49
BASE	14	COMB6 MIN	-37832.39	-17433.51	-146201
BASE	14	COMB7 MAX	39670.14	15745.28	156020.49
BASE	14	COMB7 MIN	-37832.39	-17433.51	-146201
BASE	14	COMB8 MAX	8824.65	53328.39	184516.53
BASE	14	COMB8 MIN	-6986.91	-55016.63	-174697.04
BASE	14	COMB9 MAX	8824.65	53328.39	184516.53
BASE	14	COMB9 MIN	-6986.91	-55016.63	-174697.04

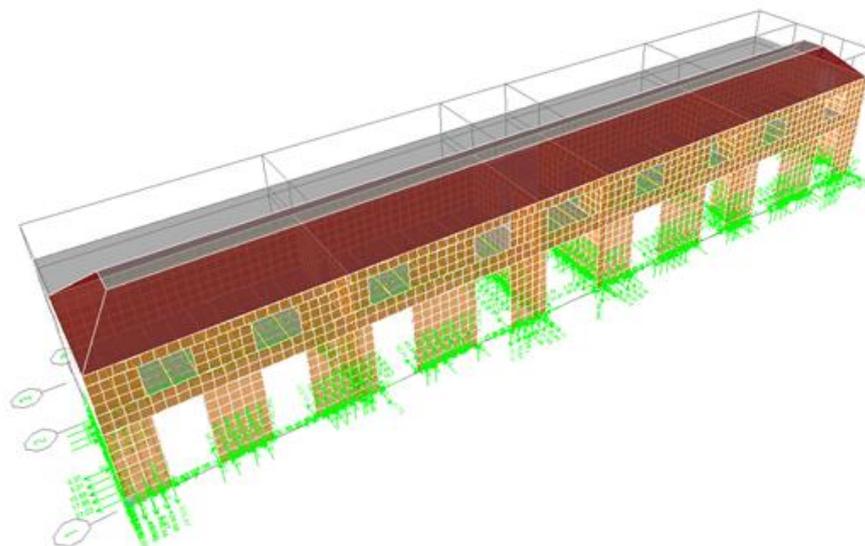


Figura. 4.59. Reacciones en la base de la estructura.

#### 4.7.6.4. Análisis Sísmico Estático (Calculo manual y con Etabs)

Tabla. 4.8 Masas del edificio por pisos

Story	Diaphragm	MassX	MassY	XCM	YCM	CumMassX	CumMassY	XCCM	YCCM	XCR	YCR
STORY2	D1	1330.4867	1330.4867	22.975	2.95	1330.4867	1330.4867	22.975	2.95	23.02	4.56
STORY1	D1	10792.2079	10792.2079	22.98	3.211	12122.6946	12122.6946	22.979	3.183	22.986	4.835

$$\text{PESO} = \text{MASA} * \text{GRAVEDAD}$$

PRIMER PISO

$$10792.21 * 9.81 = 105871.58 \text{ KG} = 105.87 \text{ TN}$$

SEGUNDO PISO

$$1330.489 * 9.81 = 13052.10 \text{ KG} = 13 \text{ Tn}$$

#### 4.7.6.5. Análisis de resultados

##### Muros

De acuerdo al análisis se determinó que se originan esfuerzos altos de flexión en la estructura real.

Como es el caso de los esfuerzos en el sentido perpendicular a los muros. Esto generando fisuras en los muros.

#### **4.7.7. Propuestas de intervención estructural**

De acuerdo a la evaluación y análisis realizada del Coliseo Municipal, se llegó a identificar el deterioro de cargas estáticas y carga dinámicas como el sismo. Identificando que la estructura existente se encuentre más propenso a recibir daños significativos, generando daños. Es por ello que se necesita plantear alternativas de refuerzos estructural. para disminuir el riesgo, y si es posible asegurar la estabilidad estructural.

##### **4.7.7.1. Propuesta de reforzamiento**

Gracias al resultado del análisis de la estructura existente, se determinó que es obligatorio armar un sistema de refuerzo estructural ayudando a mejorar las condiciones resistentes de la edificación, disminuyendo el desplazamiento generado a condiciones sísmicas reales, y a su vez reducir los daños en menor escala.

Para esto se sugiere un sistema de refuerzo que consiste en la mejora estructural, destinada a asegurar la estabilidad de la edificación, y buscar minimizar la vulnerabilidad sísmica del inmueble, además reducir el peligro en la seguridad de los usuarios.

Siempre y cuando teniendo en cuenta el material que se va a utilizar, ya que es importante para no afectar el valor importante que tiene el Coliseo Municipal ya que es considerada patrimonio cultural.

Para ellos se plantea:

- **Colocación de maderas de confinamiento**

De acuerdo a investigaciones realizados se determinó que las maderas de confinamiento mejoran notablemente el desplazamiento ultimo y el esfuerzo cortante promedio resistente en las edificaciones en Tierra.

Esto se debe que los elementos generan continuidad y confinamiento estructural; reduciendo una falla anticipada, así como las máximas resistencias del sistema estructural.

El refuerzo con maderas de confinamiento consiste en la instalación de refuerzos horizontales y verticales como se indica en la figura 4.60, teniendo como idea separar la madera de los bordes; para aumentar la vitalidad a la flexión de los muros. Los elementos deben colocarse en la cara externa e interna del muro, unidos mediante pernos y platinas de acero de manera que se evite la desarticulación de los muros y se mantenga unidad siempre la construcción.

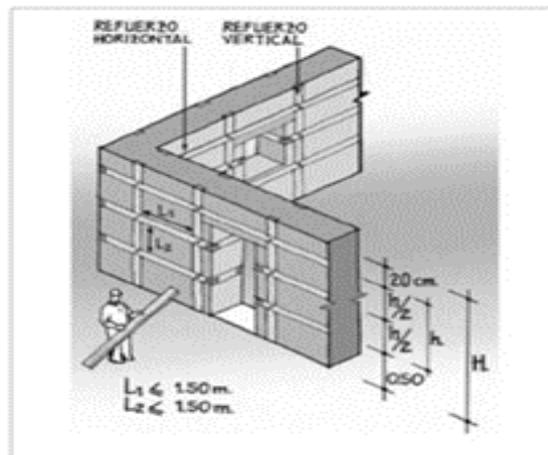


Figura. 4.60. Colocación de refuerzos de madera de confinamiento (AIS, 2004).

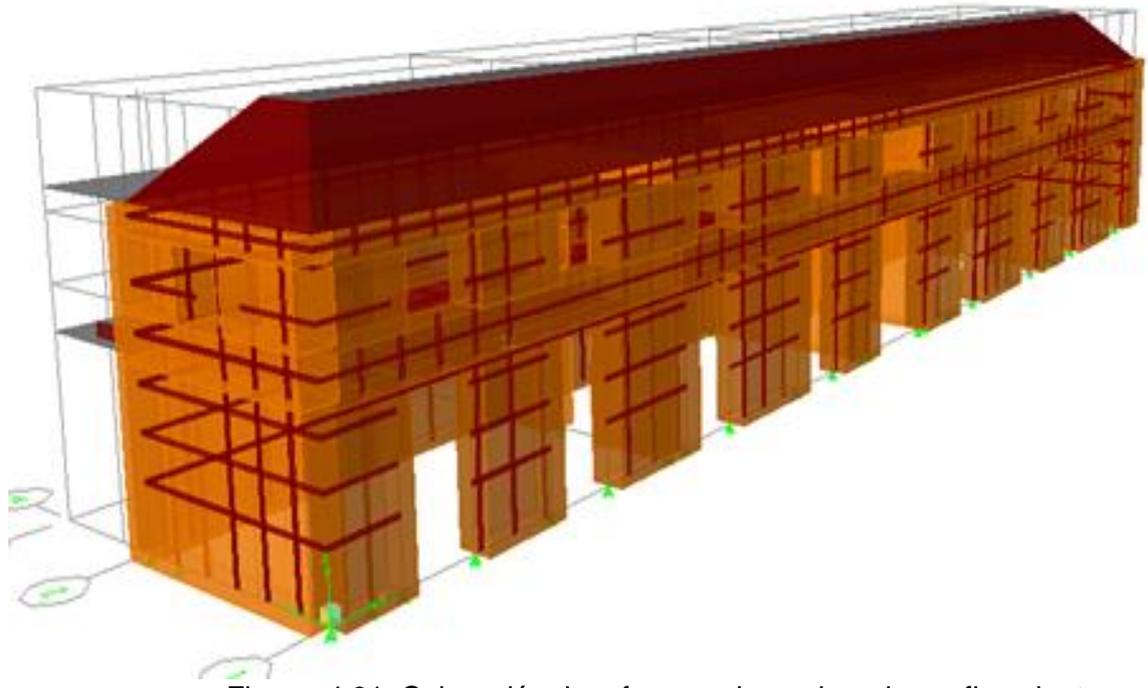


Figura. 4.61. Colocación de refuerzos de madera de confinamiento en el Coliseo Municipal.

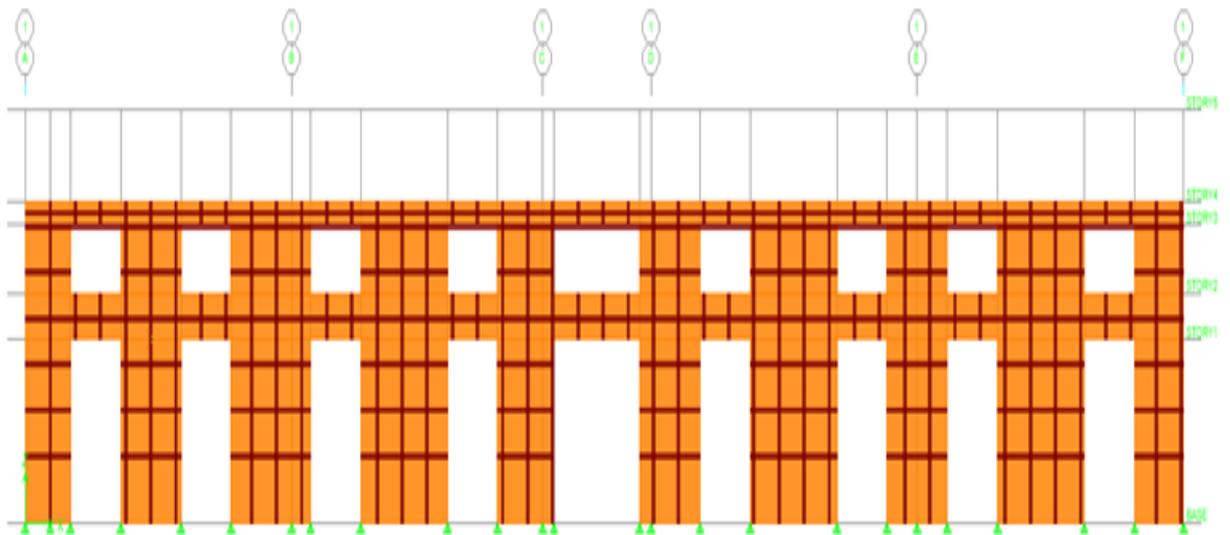


Figura. 4.62. Colocación de refuerzos de madera de confinamiento (Elevación Principal).

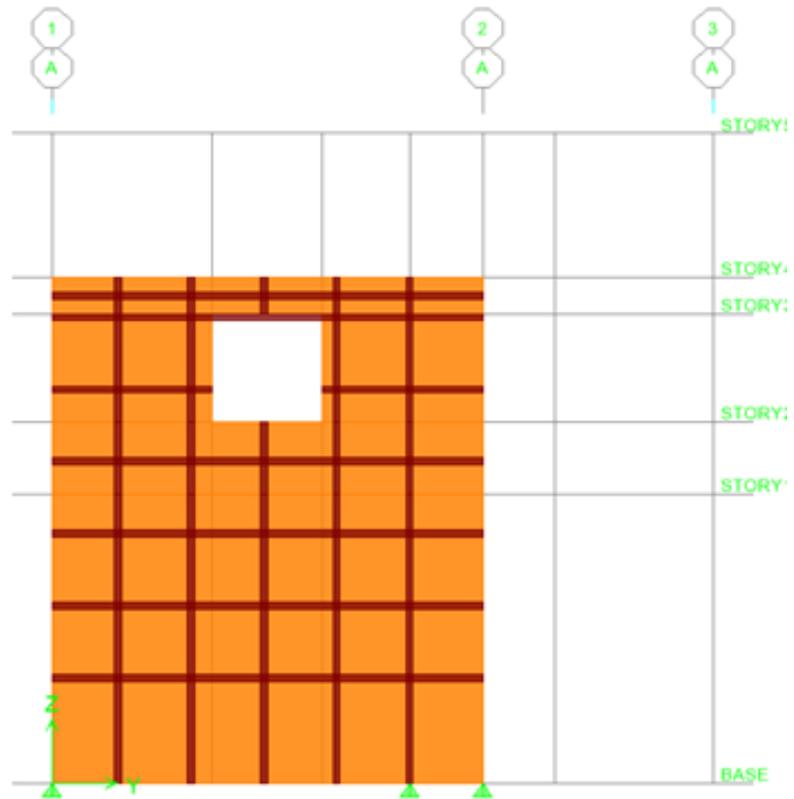


Figura. 4.63. Colocación de refuerzos de madera de confinamiento (Elevación Lateral).

### **Características de la madera de confinamiento.**

La madera ideal para utilizar en el reforzamiento es el cedro de acuerdo con las recomendaciones de (Ruiz et. al. 2014).

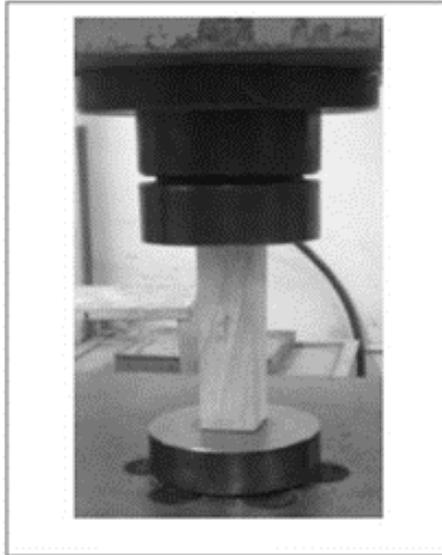


Figura. 4.64. Imagen del ensayo de resistencia en la madera que se debería de utilizar.

	Resistencia en el límite proporcional (MPa)	Resistencia máxima (MPa)	Módulo de elasticidad (MPa)
Probeta 1	27.3	30	9763
Probeta 2	26.6	33	9823
Probeta 3	30.1	34	9510

Figura. 4.65. En la imagen se muestra resultados óptimos a considerar en la madera.

### **Resistencia de la madera a tracción diagonal**

De acuerdo a una investigación realizada detalladamente, se encontró un artículo científico de la Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá. Colombia. Donde indican que utilizar la madera de confinamiento como refuerzo es óptimo para disminuir el riesgo sísmica en la estructura.

En este artículo realizan ensayos de tracción diagonal, mostrando sin refuerzo y con refuerzo. Para la cual tomo

como muestra para tener en cuenta el resultado que se obtiene.

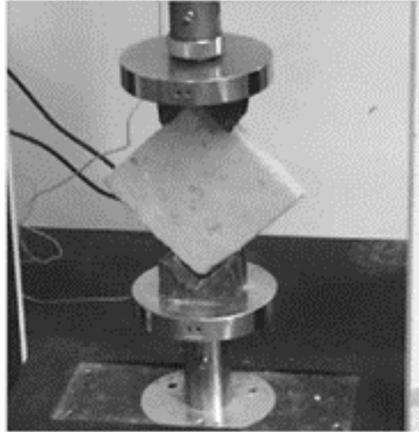


Figura. 4.66. Montaje para muro sin refuerzo.

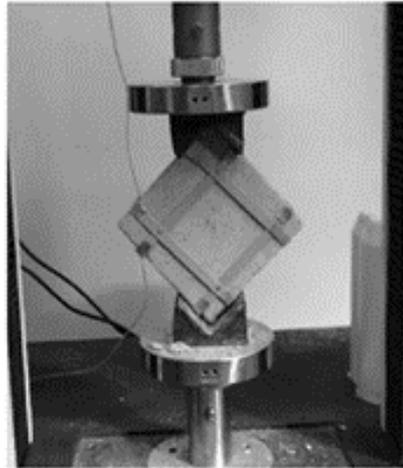


Figura. 4.67. Montaje para muro con refuerzo.

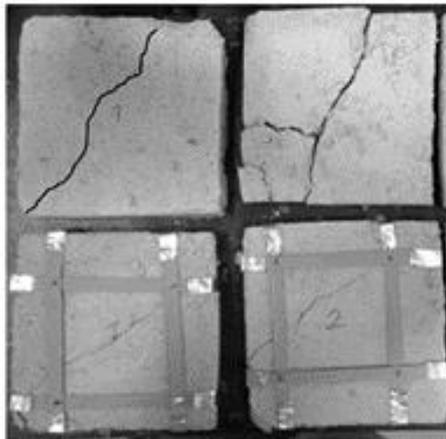


Figura. 4.68. Diferencia de Fisuras sin y con refuerzo

## CAPITULO V

### RESULTADOS

#### 5.1. RESISTENCIA ACTUAL DEL ADOBE DEL COLISEO MUNICIPAL

Resultado de los ensayos realizados para determinar la resistencia del muro de adobe, se ha determinado las siguientes capacidades resistentes, identificando la deficiencia que genera en la estructura.

Tabla. 5.1 Características mecánicas actual del adobe del coliseo municipal

Características físicas	Resultados promedios obtenidos Adobe (Unidades)
<b>Resistencia a la Compresión</b>	4.61 kg/cm <sup>2</sup>
<b>Modulo de Rotura</b>	0.78 kg/cm <sup>2</sup>

#### 5.1.1. INFLUENCIA DE LAS PROPIEDADES FISICAS DEL ADOBE

Al evaluar las propiedades físicas del adobe se determinó los siguientes resultados:

Tabla. 5.2 Propiedades físicas actual del adobe del coliseo municipal

Características físicas	Resultados promedios obtenidos Adobe (Unidades)
<b>Contenido de Humedad</b>	4.30%
<b>Gravedad Especifica</b>	2.60 g/cm <sup>3</sup>
<b>Densidad de Masa</b>	1.00g/cm <sup>3</sup>
<b>Limite de Consistencia</b>	<b>Limite Liquido (LL)</b> 38.24%
	<b>Limite Plástico (LP)</b> 30.41%
	<b>Indice Plástico (IP)</b> 7.83%
<b>Composicion Granulometrica</b>	<b>Gravas</b> 32.50%
	<b>Arenas</b> 33.17%
	<b>Finos</b> 31.23%
<b>Clasificacion de Suelos</b>	<b>S.U.C.S</b> OL (Limo orgánico o arcilla orgánica de baja plasticidad)
	<b>AASHTO</b> A-2-6 (Arena limosa y arcillosa)

De acuerdo a las propiedades físicas del adobe obtenidas en el resultado (Tabla 5.2) se determinó que de acuerdo a la Norma Técnica E.080 Adobe la composición granulométrica debe aproximarse a los siguientes porcentajes: arcilla 10-20%, arena 55-70%, limo 15-25%, identificando que las propiedades actuales del adobe no se encuentran dentro del rango que indica la norma.

### 5.1.2. RIESGOS Y PELIGRO SISMICO

De acuerdo al diagnóstico realizado del sistema estructural se determinó que se encuentra en condiciones poco favorables, determinando el desplazamiento máximo en cada dirección (X, Y)

Tabla. 5.3 Desplazamientos en la estructura actual

Story	Diaphragm	Load	UX	UY
STORY2	D1	DEAD	0	-0.0004
STORY2	D1	LIVE	0	0.0028
STORY2	D1	SISMO	0	0
STORY2	D1	VCT	0	0.0006
STORY2	D1	SPECX	0.1987	0.0029
STORY2	D1	SPECY	0.0023	0.3579
STORY2	D1	COMB1	-0.0001	0.0053
STORY2	D1	COMB2 MAX	0.2008	0.0067
STORY2	D1	COMB2 MIN	-0.2009	0.0009
STORY2	D1	COMB3 MAX	0.2008	0.0067
STORY2	D1	COMB3 MIN	-0.2009	0.0009
STORY2	D1	COMB4 MAX	0.0023	0.3617
STORY2	D1	COMB4 MIN	-0.0024	-0.3541
STORY2	D1	COMB5 MAX	0.0023	0.3617
STORY2	D1	COMB5 MIN	-0.0024	-0.3541
STORY2	D1	COMB6 MAX	0.2008	0.0025
STORY2	D1	COMB6 MIN	-0.2008	-0.0033
STORY2	D1	COMB7 MAX	0.2008	0.0025
STORY2	D1	COMB7 MIN	-0.2008	-0.0033
STORY2	D1	COMB8 MAX	0.0023	0.3575
STORY2	D1	COMB8 MIN	-0.0023	-0.3583
STORY2	D1	COMB9 MAX	0.0023	0.3575
STORY2	D1	COMB9 MIN	-0.0023	-0.3583

De acuerdo a los desplazamientos presentados (Tabla 5.3), el cual supera los 0.005 m que la norma indica, se llegó a la conclusión que

el estado actual del coliseo se encuentra en riesgos como el colapso inmediato ante un evento sísmico de acuerdo a la zona que se encuentra, determinando que esto generaría pérdidas de vida.

### 5.1.3. DAÑOS ESTRUCTURALES

De acuerdo al análisis estructural realizada en cada área (PVL, DEMUNA, OMAPED, CIAM, SALA DE REGIDORES), se identificó fallas estructurales como fisuras, grietas tanto en el muro de adobe como en las vigas de madera, el cual es determinar para poder realizar un refuerzo estructural.



Figura 5.1. Vista del Muro en el cual se presenta las fisuras y grietas



Figura 5.2. vista del techo de madera, identificando grietas en la madera.

## 5.1.4. Influencia del refuerzo con madera de confinamiento

### 5.1.4.1. Desplazamientos

Se presenta los resultados de las deformaciones en las dimensiones x, y, z. La cual se enseña los resultados del modelo con el reforzamiento de madera de confinamiento. En el resultado se toma en consideración para deformaciones lineales en unidades de m.

#### Espectro X-X

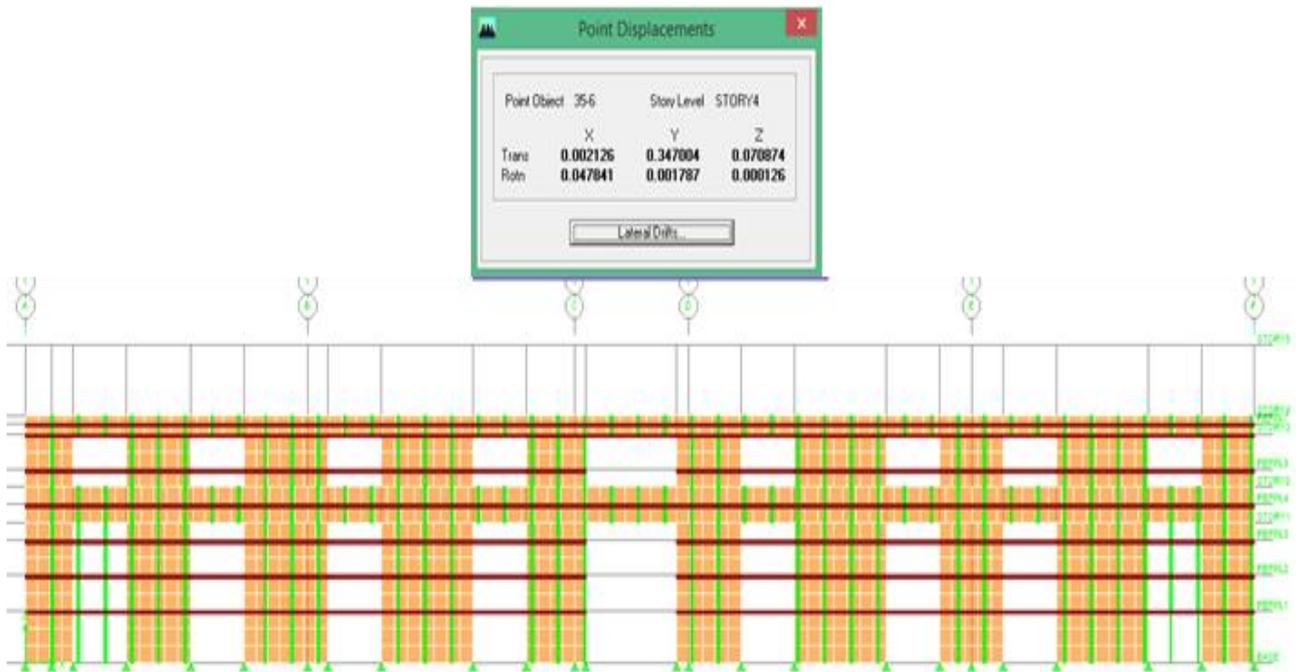


Figura. 5.3. Desplazamiento en X-X (0.0021)

## Espectro Y-Y

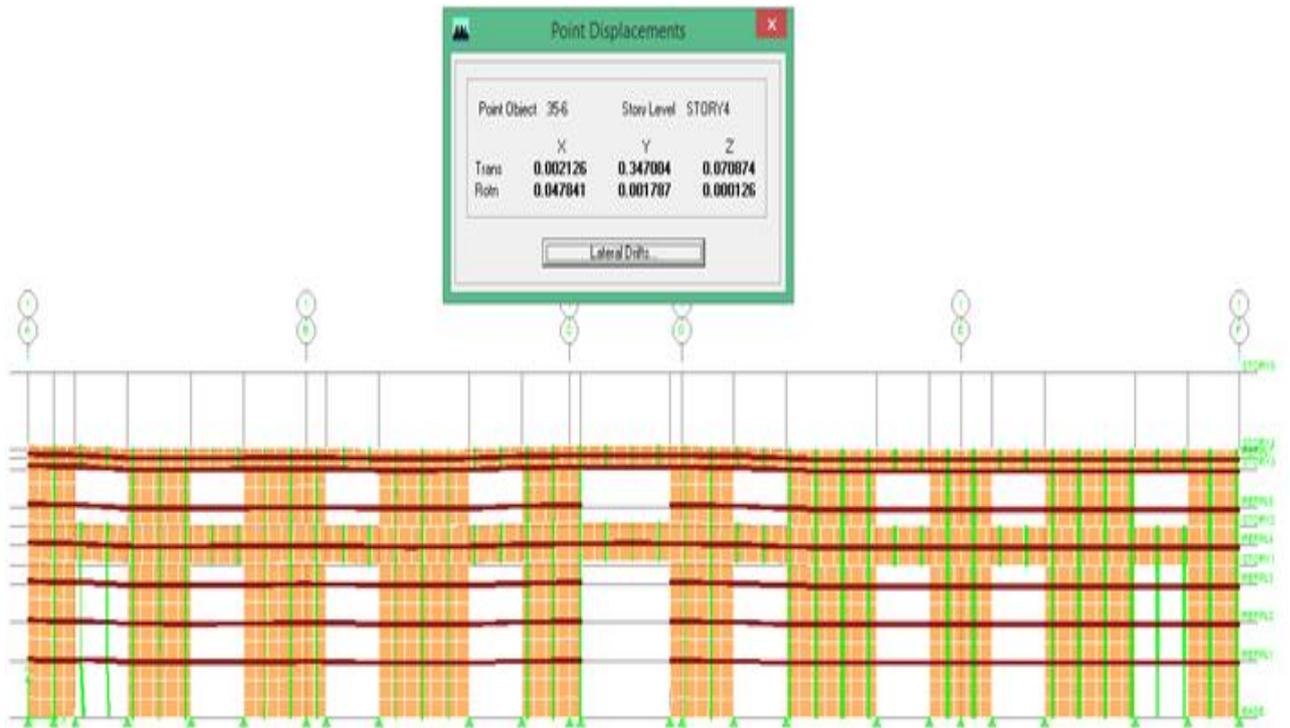


Figura. 5.4. Desplazamiento en Y-Y (0.34)

## Combinación 7

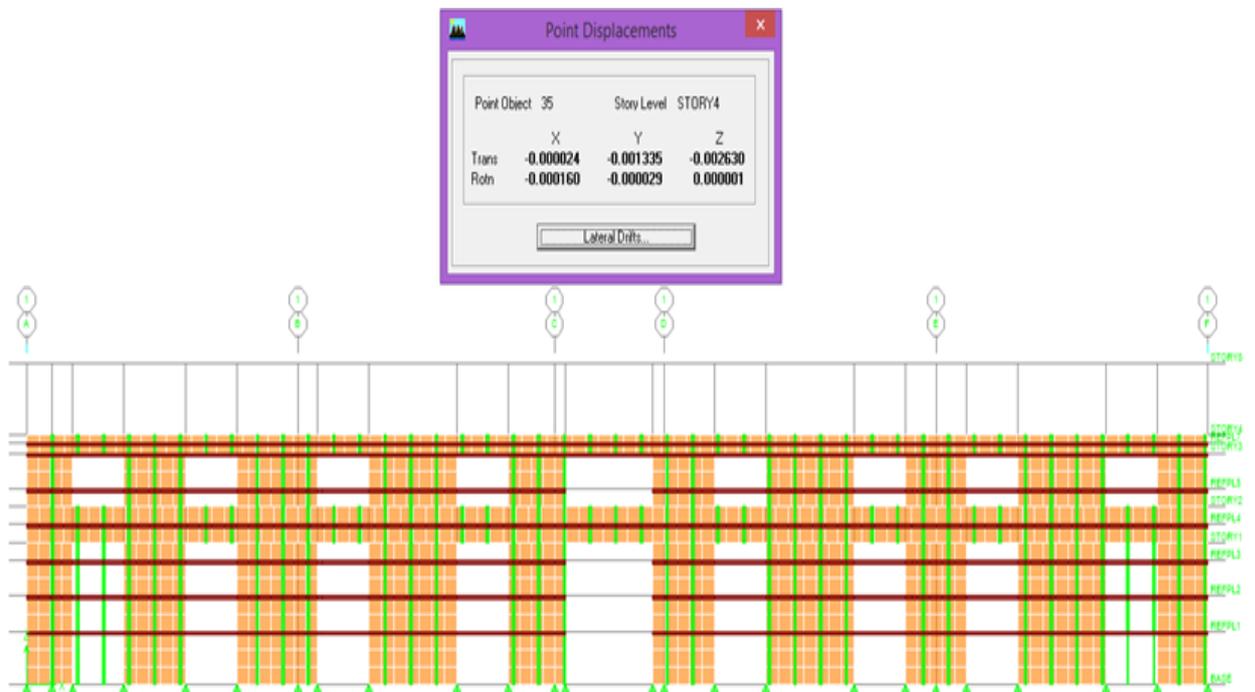


Figura. 5.5. Desplazamiento máximo combinación 7

## Combinación 8

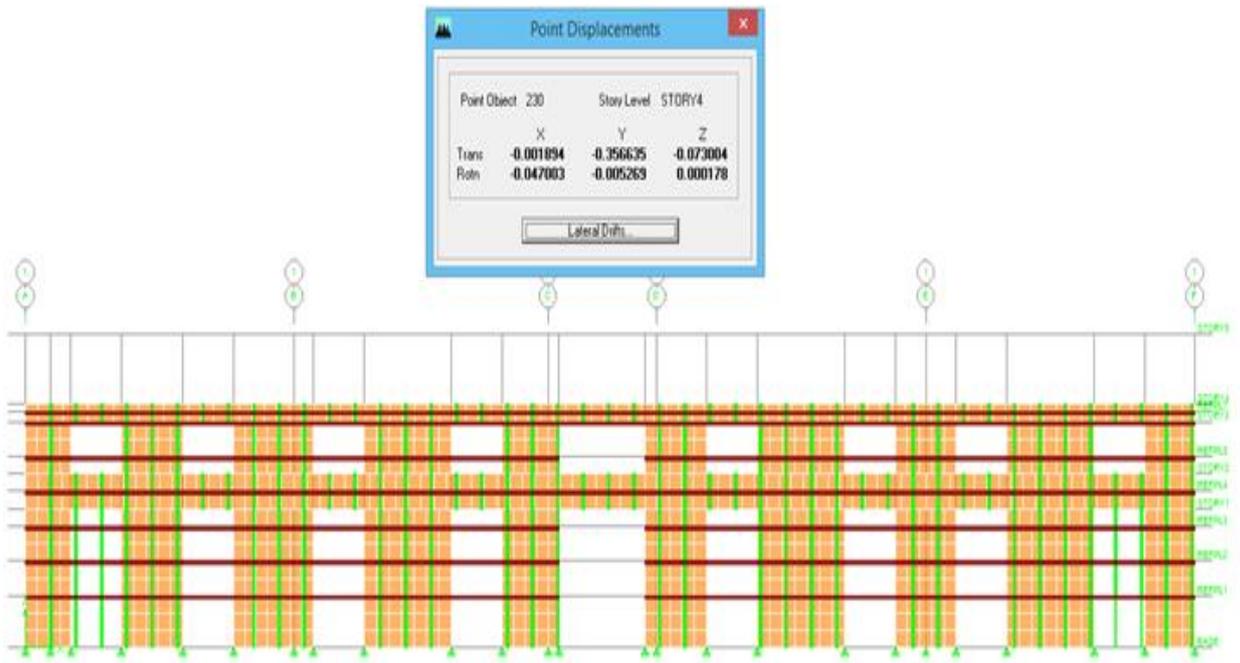


Figura. 5.6. Desplazamiento máximo combinación 8

## Combinación 9

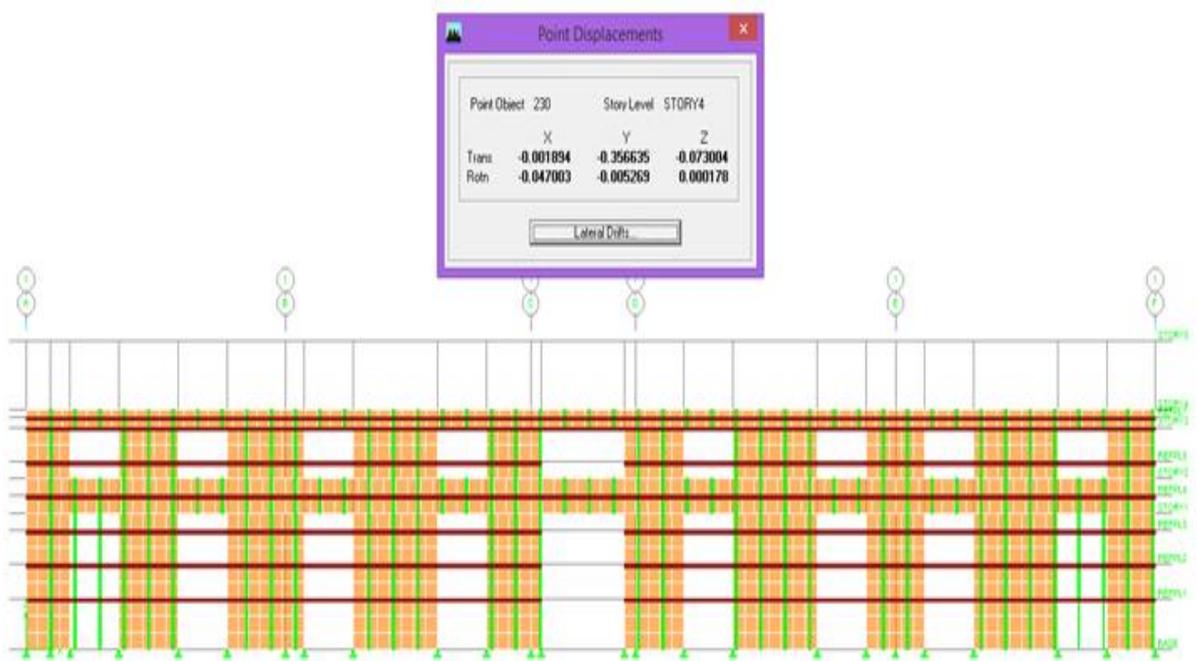


Figura. 5.7. Desplazamiento máximo combinación 9

## CAPITULO VI

### DISCUSION DE RESULTADOS

- Ruiz, et al (2017). Menciona que la manera de confinamiento empleando como un sistema de refuerzo ayuda a reducir las fisuras y desplazamiento de una estructura sometidos a eventos sísmicos. El cual en base a los resultados en la presente tesis se evidenció una mejora del Coliseo Municipal de Huancayo con el uso de maderas de confinamiento como solución de refuerzo por lo que la madera tiene la función de que los muros trabajen en conjunto.
- Quispe, (2017). Tiene el objetivo de analizar el estado de las edificaciones de adobe ante eventos sísmicos y de acuerdo a las fallas que se presentan en ellas, para luego plantear una propuesta de refuerzo estructural. El cual concuerda con la investigación realizada del coliseo municipal identificando los propiedades mecánicas y físicas del adobe, llegando a tener fallas típicas, que lo ideal es determinar un sistema de refuerzo estructural para poder conservar el legado histórico que tiene.
- Gómez, et al (2016). Estudia capillas doctrineras reforzada con maderas de confinamiento y mallas de acero, detallando los resultados en mesa vibratoria de modelos a escala 1:50 en tapia pisada, identificando que los sistemas de refuerzo sísmico evaluados disminuyen hasta en un 52% a los desplazamientos de los muros. El cual, en la presente investigación, realizando el refuerzo con solo maderas de confinamiento, se identificó disminución en las deformaciones máximas, teniendo en el sentido x-x = **0.0021**, cumpliendo con la norma E.030-2016 que indica  $\leq 0.005$ . Y en sentido y-y = **0.347** donde solo se observó una disminución de deformación, esto debido a que en ese sentido existe poca cantidad de muros, la cual genera esto a pesar del reforzamiento.

## CONCLUSIONES

A continuación, se exponen las siguientes conclusiones.

### **Conclusión General.**

La principal conclusión del presente estudio, en el cual se observó que la resistencia actual del muro de adobe alcanza solo el 38.42%, respecto a la Norma E.080 Adobe del RNE, advierte un refuerzo mínimo de 12 Kg/cm<sup>2</sup>, para ellos se plantió el sistema de refuerzo estructural contemporáneo con maderas de confinamiento, unidos con pernos de anclaje y láminas metálicas en cada unión, generando que el modelo idealizado con este tipo de refuerzo permitirá observar un mayor desempeño ante evento sísmico a comparación del modelo sin refuerzo, debido a que esto disminuye los desplazamientos últimos de la estructura, en sentido x-x = 0.0021 m y en sentido y-y = 0.347.

### **Conclusiones Específicas**

- a) De acuerdo a las propiedades físicas del adobe obtenidas en el resultado (Tabla 5.2) se determinó que de acuerdo a la RNE en la norma E.080 Adobe la composición granulométrica se considera una aproximación a los siguientes porcentajes: arcilla 10-20%, arena 55-70%, limo 15-25%, identificando que las propiedades actuales del adobe no se encuentran dentro del rango que indica la norma.
- b) De acuerdo a los desplazamientos obtenido con el procesamiento de datos con el Programa Etabs (Figuras 5.1 y 5.2) se llegó a la conclusión de que el estado actual del coliseo, presenta deficiencias. Y gracias a los desplazamientos máximos y mínimos en dirección x-x 19.87 cm y en dirección y-y 35.79, podemos determinar que la estructura actual colapsara de manera inmediata generando peligros como la pérdida de vida.

- c) De acuerdo al estudio realizado de las estructuras, se pudo identificar daños en los muros, como fisuras y grietas. Lo cual es importante primero realizar un estudio detallado identificando las fallas que se presentan en una estructura considerada como patrimonio cultural, ya que gracias a ellos podremos determinar si necesitamos reforzar, y así poder desarrollar un tipo de reforzamiento que a su vez no afecte el valor que tiene dicho monumento.
- d) En base al análisis realizado se propone el sistema de refuerzo estructural contemporáneo el cual consiste en refuerzos con maderas de confinamiento, con pernos de anclaje y láminas metálicas en cada unión, teniendo en cuenta una distancia de separación menor o igual a 1.50m (AIS 2004), generando que el modelo idealizado con este tipo de refuerzo permitirá observar un mayor desempeño ante evento sísmico a diferencia del modelo sin refuerzo, debido a que disminuye los desplazamientos de los muros, generando esta una propagación de fisuras. Del esquema de refuerzo analizado, el máximo desplazamiento de todos los puntos para el sentido x-x =  $0.0021 \leq 0.005$ , y en el sentido y-y es  $=0.347$  por lo tanto, cumple con el sentido x-x con Norma Técnica E-030. Al tanto del sentido y-y solo se identificó una reducción de desplazamiento, debido a que en ese sentido existen menos muros, haciendo que esto genere un mayor desplazamiento.

Tabla. 6.1. Cuadro comparativo de desplazamiento.

		Desplazamiento maximo Sin Refuerzo		Desplazamiento maximo Con Refuerzo	
Story	Load	UX (m)	UY (cm)	UX (cm)	UY (cm)
STORY2	SPEC X	0.198	0.080	0.0021	0.070
STORY2	SPECY	0.003	0.367	0.0021	0.347

## RECOMENDACIONES

- A razón de que el Coliseo Municipal es considerada como patrimonio cultural es necesario identificar los daños estructurales que presenta, de acuerdo a esto se recomienda intervenir inmediatamente, puesto que la estabilidad es inadecuada, por lo que ocurre un mayor riesgo de colapso ante un evento sísmico. Y lo importante es mantener los monumentos que son consideradas como patrimonio cultural por el legado que dejaron nuestras antigüedades.
- De los resultados del análisis del modelamiento estructural actual en el Programa Etabs, nos indica una situación de severos daños estructurales que se generarían si no interviniéramos en ella. Para ello se evalúa el uso de alternativas de reforzamiento estructural.
- Es recomendable el refuerzo mediante sistema que consiste en maderas de confinamiento en Exterior e Interior de la estructura, haciendo que esto permite mejorar la resistencia y disminuir los daños estructurales que se pueden presentan ante un evento sísmico y la perdida de la construcción histórica.
- Se debe evitar el uso del concreto armado como material de refuerzo, debido a que posee módulo de elasticidad y rigidez sustancialmente diferente del adobe, lo que ocasiona incompatibilidad para absorber los movimientos sísmicos de manera adecuada. Además, se debe de tener en cuenta que es un material cuyo uso no es reversible.
- Usar como sistema de refuerzo en un monumento histórico la madera confinamiento influye significativamente, porque lo ideal es conservar el Coliseo Municipal manteniendo el valor de la estructura, ya que para eso el reglamento de la ley general de patrimonio cultural nos indica que si en una estructura considerada como patrimonio se tiene la necesidad de reforzar se debe tener en cuenta en primer lugar el material que se va a utilizar, ya que esta debe ser contemporánea a los elementos estructurales que presentan dicha edificación. Para ellos es muy importante mantener la esencia que conlleva por muchos años la edificación y así poder conservarla sin alterar la importancia de la estructura y la antigüedad que tiene.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

### Libros y tesis

- Apaza (2014). En la tesis, “Evaluación de la seguridad sísmica en la superestructura de la catedral de Puno”, la tesis de grado tiene como objetivo evaluar el comportamiento en la superestructura de la catedral de Puno.
- Quispe, (2017). En la tesis, “Evaluación y propuesta de reforzamiento estructural de la capilla Cristo Pobre de la beneficencia de Puno, Peru”; cuyo objetivo es analizar el comportamiento de las construcciones de adobe ante sollicitaciones sísmicas y las fallas típicas que se presentan en ellas.
- Ruiz, et al (2017) En su artículo de investigación “Evaluación del comportamiento sísmico de casas consistoriales de tapia pisada reforzadas con maderas de confinamiento”
- Gómez, et al (2016) En su artículo de investigación “Rehabilitación sísmica de edificaciones históricas en tapia pisada: estudio de caso de capillas doctrineras reforzada con malla de acero y madera de confinamiento”
- Mondragón (2012) En su artículo de investigación: “Criterios para el refuerzo antisísmico de Estructuras Históricas”
- Aguilar, et al (2013). Del artículo, “Intervención estructural en la iglesia San Pedro Apóstol de Andahuaylillas en Cusco, Perú”, (Tesis de Título)
- APAZA, D. (2014). Evaluación de la seguridad sísmica en la súper estructura de la catedral de puno. Universidad nacional del altiplano. (Tesis de grado).
- CABALLERO, F., SAMAYOA, R. (2010). Metodología para restauración del sistema estructural de monumentos o inmuebles históricos del patrimonio cultural en el salvador. Universidad de el Salvador. (Tesis de grado).

- De la Torre, et al. (2004). Evaluación estructural y comportamiento de las Reparaciones efectuadas a edificaciones históricas. Revista de ingeniería sísmica, núm. 70. Sociedad mexicana de ingeniería sísmica. D.F. México.
- SÁNCHEZ, M. (2013). Vulnerabilidad Sísmica de Construcciones Patrimoniales Históricas de Mampostería en Chile: Aplicación a los Torreones Españoles de Valdivia. Chile. Universidad Austral de Chile. (Tesis de grado).
- SAMANEZ A. (1983). La restauración de estructuras de adobe en los monumentos históricos de la región andina del Perú: tecnología apropiada en la conservación del patrimonio cultural. Oficina de asuntos culturales COFIDE, Lima.

### **Normas**

- RNE. Norma Técnica E-010 Madera, (2006).
- RNE. Norma Técnica E-080 Adobe, (2006).
- RNE. Norma A-140 Bienes Culturales Inmuebles, (2006).
- RNE. Norma Técnica E-030 Diseño Sismorresistente, (2016).
- RNE. Norma E-020 Cargas, (2006).

## **ANEXOS**

### **Anexo 1: Planos**

- **Arquitectura y estructura existente.**
- **Sistema de refuerzo estructural contemporáneo**

### **Anexo 2: Ensayo de laboratorio (Adobe)**

- **Contenido de Humedad**
- **Análisis Granulométrico**
- **Limite Liquido y Plástico**
- **Clasificación de suelos**
- **Resistencia a la compresión**
- **Densidad de masa**

### **Anexo 3: Ficha de análisis estructural (Defensa Civil)**

**ANEXO 1**

**PLANOS**

**ANEXO 2**

**ENSAYO REALIZADOS**

**EN LABORATORIO**

**(Adobe)**

**ANEXO 3**

**FICHA DE ANALISIS**

**ESTRUCTURAL**

**(CENEPRED)**