

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**“EVALUACIÓN ESTRUCTURAL PARA DETERMINAR EL  
COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LA MUNICIPALIDAD  
DISTRITAL DE PACHÍA, TACNA 2022”**

**PARA OPTAR:**

**TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. NICOLLE ESPERANZA SALDAÑA LOPEZ**

**Bach. LIZBETH ERIKA MAMANI TORRES**

**TACNA – PERÚ**

**2023**

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS**

**“EVALUACIÓN ESTRUCTURAL PARA DETERMINAR EL  
COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LA MUNICIPALIDAD  
DISTRITAL DE PACHÍA, TACNA 2022”**

**Tesis sustentada y aprobada el 25 de Marzo de 2023 ; estando el jurado calificador  
integrado por:**

**PRESIDENTE : Mtro. EDGAR HIPÓLITO CHAPARRO QUISPE**

**SECRETARIA : Mtro. WILBER PERCY MENDOZA RAMIREZ**

**VOCAL : Mag. JORGE ENRIQUE ALVAREZ RUFFRAN**

**ASESOR : Mtro. GIANCARLOS JAVIER MACHACA FRÍAS**

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Nicolle Esperanza Saldaña Lopez, en calidad de bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificado con DNI 72289888.

Yo, Lizbeth Erika Mamani Torres, en calidad de bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificado con DNI 73570933.

Declaramos bajo juramento que:

1. Somos autores de la tesis titulada: *“Evaluación estructural para determinar el comportamiento sísmico de la Municipalidad Distrital de Pachía, Tacna 2022”*, el mismo que se presenta para optar el *Título profesional de ingeniero civil*.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, habiéndose respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta con derechos de terceros.
4. La tesis o ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a *La universidad* cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra.

En consecuencia, nos hacemos responsables frente a *La universidad* y a terceros, de cualquier daño que pudiéramos ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello en favor a terceros como motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o la obra haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad de la Universidad Privada de Tacna.

Tacna, 25 de Marzo de 2023



.....  
Bach. Saldaña Lopez, Nicolle Esperanza  
DNI. 72289888



.....  
Bach. Mamani Torres, Lizbeth Erika  
DNI. 73570933



**UPT**  
**UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FAING**

*Sin fines de lucro*

## CONSTANCIA

**QUIEN SUSCRIBE COODINADOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE  
LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PRIVADA DE  
TACNA, HACE CONSTAR:**

Que, los bachilleres; NICOLLE ESPERANZA SALDAÑA LOPEZ y LIZBETH ERIKA MAMANI TORRES de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, han presentado la Tesis titulada "EVALUACIÓN ESTRUCTURAL PARA DETERMINAR EL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PACHÍA, TACNA 2022" el cual presenta un 19 % de similitud, comprobada por el software Turnitin. Se adjunta el recibo digital.

Se expide la presente, para trámites del Título Profesional.

Tacna, 16 de mayo de 2023



  
**Dr. RAUL CARTAGENA CUTIPA**  
**Coordinador**  
**Unidad de Investigación – FAING**

# “EVALUACIÓN ESTRUCTURAL PARA DETERMINAR EL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PACHÍA, TACNA 2022”

## INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://repositorio.upt.edu.pe">repositorio.upt.edu.pe</a> Fuente de Internet	14%
2	Submitted to unjbg Trabajo del estudiante	1%
3	<a href="https://repositorio.unu.edu.pe">repositorio.unu.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
4	GARCIA VIVANCO JULIO CESAR. "DIA para la Modificación y/o Ampliación de un Establecimiento de Venta al Público de Gas Natural Vehicular de la Empresa Delta Combustibles-IGA0006602", R.D. N° 288-2013-MEM/AEE, 2020 Publicación	<1%
5	<a href="https://moam.info">moam.info</a> Fuente de Internet	<1%
6	Submitted to Natonal Institute of Technology Calicut Trabajo del estudiante	<1%
7	<a href="https://helid.digicollection.org">helid.digicollection.org</a> Fuente de Internet	<1%





## Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega:	Nicolle Esperanza Saldaña Lopez - Lizbeth Erika Mamani Tor...
Título del ejercicio:	INGENIERÍA CIVIL
Título de la entrega:	*EVALUACIÓN ESTRUCTURAL PARA DETERMINAR EL COMPOR...
Nombre del archivo:	TESIS_SALDA_A_-_MAMANI_2023_1.pdf
Tamaño del archivo:	5.31M
Total páginas:	101
Total de palabras:	19,286
Total de caracteres:	114,721
Fecha de entrega:	16-may.-2023 04:51p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entre...	2094944027



## **DEDICATORIAS**

Quiero dedicar la presente tesis a mi familia por el apoyo brindando para cumplir los objetivos propuestos, en especial a mi padre David Saldaña y a mi madre Teresa Lopez ya que sin ellos el logro de mis metas no sería posible, también agradezco a mis amistades que formaron parte del proceso y me animaron a seguir adelante.

Saldaña Lopez Nicolle Esperanza

Dedico la presente tesis principalmente a mi Madre Mati Torres por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional y a mi Padre Cipriano Mamani por su confianza, también me gustaría agradecer a compañeros y amistades que formaron parte del proceso y brindaron su apoyo incondicional.

Mamani Torres Lizbeth Erika



## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a Dios por permitirnos lograr nuestros objetivos, protegiéndonos y dándonos bendición.

Agradecemos a nuestras familias por ser el soporte en nuestras vidas para cumplir con las metas propuestas.

Agradecemos a nuestro asesor Ingeniero Mtro. Giancarlo Machaca Frías por su dedicación y predisposición tanto en nuestra etapa académica como en el desarrollo de la presente investigación.

Agradecemos a la Universidad Privada de Tacna y su plantel de docentes por formarnos como profesionales, cumpliendo su misión plácidamente.

Saldaña Lopez Nicolle Esperanza

Mamani Torres Lizbeth Erika

## ÍNDICE GENERAL

PÁGINA DE JURADOS.....	ii
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD .....	iii
DEDICATORIAS .....	v
AGRADECIMIENTOS .....	vi
ÍNDICE GENERAL .....	vii
ÍNDICE DE TABLAS .....	x
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xiv
RESUMEN .....	xv
ABSTRACT .....	xvi
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I: EI PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	2
1.1. Descripción del problema.....	2
1.2. Formulación del problema .....	3
1.2.1. Problema general.....	3
1.2.2. Problemas específicos .....	3
1.3. Justificación e importancia de la investigación .....	3
1.3.1. Justificación científica .....	3
1.3.2. Justificación Social.....	3
1.3.3. Justificación económica .....	3
1.4. Objetivos .....	4
1.4.1. Objetivo general .....	4
1.4.2. Objetivos específicos .....	4
1.5. Hipótesis .....	4
1.5.1. Hipótesis general .....	4
1.5.2. Hipótesis específicas.....	4
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....	5
2.1. Antecedentes del estudio .....	5
2.1.1. Antecedente internacional.....	5
2.1.2. Antecedente nacional.....	5
2.1.3. Antecedente local.....	6
2.2. Bases teóricas.....	7
2.2.1. Los sismos .....	7
2.2.2. Sismicidad en el territorio peruano .....	7

2.2.3.	Vulnerabilidad Sísmica.....	8
2.2.4.	Vulnerabilidad estructural.....	8
2.2.5.	Vulnerabilidad no estructural.....	9
2.2.6.	El peligro sísmico.....	9
2.2.7.	El riesgo sísmico.....	9
2.2.8.	Metodologías para evaluar la vulnerabilidad sísmica.....	9
2.2.9.	Criterios de Estructuración (Blanco Blasco, 1994).....	10
2.2.10.	Sistemas Estructurales en Estructuras de Concreto Armado y Albañilería (N.T.P. E.030).....	14
2.2.11.	Evaluación Estructural.....	15
2.2.12.	Patologías Estructurales.....	16
2.2.13.	Análisis estático.....	17
2.2.14.	Análisis dinámico.....	17
2.2.15.	Análisis tiempo historia.....	17
2.2.16.	Ensayos no Destructivos.....	18
2.2.17.	Sismicidad en la región de Tacna.....	19
2.2.18.	Normatividad Peruana.....	20
2.2.19.	Peligro Sísmico.....	20
2.2.20.	Análisis Dinámico Modal Espectral.....	25
2.2.21.	Periodo Fundamental de Vibración.....	25
2.2.22.	Desplazamiento y Distorsiones.....	26
2.2.23.	Patologías de Elementos Estructurales.....	26
2.2.24.	Características Mecánicas.....	27
2.3.	Definición de términos.....	28
2.3.1.	Sismos.....	28
2.3.2.	Fallo.....	28
2.3.3.	Concreto armado.....	29
2.3.4.	Columna.....	29
2.3.5.	Losa.....	29
2.3.6.	Muro estructural.....	29
2.3.7.	Viga.....	29
2.3.8.	Acero.....	29
2.3.9.	Solicitaciones.....	29
2.3.10.	Resistencia a la compresión:.....	30
2.3.11.	Esclerómetro.....	30
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO.....		31
3.1.	Tipo y Nivel de la investigación.....	31

3.2.	Acciones y Actividades.....	31
3.3.	Materiales y/o instrumentos .....	31
3.3.1.	Técnicas .....	31
3.3.2.	Instrumentos. ....	32
3.4.	Población y/o muestra de estudio .....	35
3.5.	Operacionalización de variables.....	35
3.6.	Procesamiento y análisis de datos .....	36
CAPÍTULO IV: RESULTADOS .....		37
4.1.	Evaluación estructural.....	37
4.1.1.	Ubicación del colegio .....	37
4.2.	Levantamiento de la edificación .....	39
4.3.	Control de patologías estructurales .....	41
4.4.	Ensayo de esclerometría.....	42
4.5.	Análisis sísmico.....	44
4.5.1.	Propiedades de los materiales .....	44
4.5.2.	Estructuración y modelamiento .....	45
4.5.3.	Cargas aplicadas .....	47
4.5.4.	Normas empleadas .....	49
4.5.5.	Parámetros sísmicos.....	49
4.5.5.1.	Factor de zonificación sísmica.....	49
4.5.5.2.	Factor de Uso .....	50
4.5.5.3.	Sistema Estructural y Coeficientes de Reducción de Fuerzas Sísmicas ...	51
4.5.5.4.	Factor de suelo.....	52
4.5.6.	Cortante estático en la base.....	53
4.5.6.1.	Peso Sísmico.....	53
4.5.6.2.	Periodo Fundamental de Vibración y Factores de amplificación sísmica ..	54
4.5.6.3.	Cálculo del Cortante Estático en la Base .....	56
4.5.7.	Fuerza Cortante Dinámico en la Base.....	60
4.5.8.	Fuerza Cortante Mínima.....	61
4.5.9.	Desplazamientos y Derivas de Entrepiso .....	62
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN .....		64
CONCLUSIONES .....		66
RECOMENDACIONES .....		67
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....		68
ANEXOS .....		70

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Sistemas Estructurales y coeficiente básico de Reducción de las Fuerzas Sísmicas ( $R_o$ ) .....	15
Tabla 2. Factores de Zonas sísmicas .....	21
Tabla 3. Clasificación de los perfiles de suelo .....	22
Tabla 4. Factor de suelo “S” .....	22
Tabla 5. Periodos “TP” y “TL” .....	23
Tabla 6. Categoría de las edificaciones y factor de uso “U” .....	24
Tabla 7. Límites para la distorsión del entrepiso.....	26
Tabla 8. Clasificación de daños por fisuras en edificaciones .....	27
Tabla 9. Matriz de Operacionalización de Variables .....	35
Tabla 10. Factores de zona sísmica “Z” .....	50
Tabla 11. Zona sísmica de acuerdo a la ubicación de la Municipalidad Distrital de Pachía.....	50
Tabla 12. Categoría de la edificación y Factor de uso (U) .....	51
Tabla 13. Sistemas Estructurales y Coeficiente básico de reducción de las Fuerzas Sísmicas $R_o$ .....	51
Tabla 14. Factores de suelo .....	52
Tabla 15. Factor de suelo de la edificación a analizar .....	53
Tabla 16. Porcentaje de carga viva según la categoría de la edificación que se añade al peso total permanente de las edificaciones .....	53
Tabla 17. Masas por piso .....	54
Tabla 18. Periodos de vibración según los modos de vibración y la masa comprometida. ....	55
Tabla 19. Periodos “ $T_P$ ” y “ $T_L$ ”.....	55
Tabla 20. Fuerza cortante estático en la base. ....	57
Tabla 21. Fuerza cortante dinámico en la base. ....	60
Tabla 22. Fuerzas cortantes resultantes.....	61
Tabla 23. Límites de distorsión de entrepiso .....	62
Tabla 24. Distorsiones en ambas direcciones X y Y .....	62

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema que demuestra cómo se produce un sismo en una zona se subducción .....	8
Figura 2. Planta de edificación con rigidez considerable en un laso y con disminución de losa en planta .....	11
Figura 3. Edificio con una planta simétrica a primera vista, pero que cuenta con un vacío de losa en el lado derecho, no va a transmitir fuerza sísmica en el eje 4 .....	13
Figura 4. Estructura del Martillo HT225 .....	18
Figura 5. Áreas de acumulación de energía .....	19
Figura 6. Zonas Sísmicas .....	21
Figura 7. Ficha de evaluación para patologías estructurales .....	32
Figura 8. Ficha de ensayo de esclerómetro para determinar la resistencia del concreto .....	33
Figura 9. Modelo de esclerómetro utilizado (Esclerómetro Punzuar LTDA Serie TCP 144 – 1201) .....	33
Figura 10. Plano de aligerado del 1er Nivel del Pabellón Principal de la Municipalidad Distrital de Pachía .....	34
Figura 11. Plano de aligerado del 2do Nivel del Pabellón Principal de la Municipalidad Distrital de Pachía .....	34
Figura 12. Modelado Sísmico de la estructura actual del Pabellón Principal de la municipalidad Distrital de Pachía .....	36
Figura 13. Ubicación de la edificación analizada .....	37
Figura 14. Exteriores del Pabellón Principal de la Municipalidad Distrital de Pachía ..	38
Figura 15. Exteriores del Pabellón Principal de la Municipalidad Distrital de Pachía ..	38
Figura 16. Plano de disposición en planta en el primer nivel del pabellón Principal de la Municipalidad Distrital de Pachía .....	39
Figura 17. Plano de disposición en planta en el segundo nivel del pabellón Principal de la Municipalidad Distrital de Pachía .....	39
Figura 18. Plano de elevación frontal posterior de la Municipalidad Distrital de Pachía .....	40
Figura 19. Plano de elevación frontal anterior de la Municipalidad Distrital de Pachía	40
Figura 20. Plano de elevación lateral de la Municipalidad Distrital de Pachía .....	40
Figura 21. Plano de estructuración del Pabellón Principal de la Municipalidad Distrital de Pachía .....	41
Figura 22. A pesar de las recientes refacciones hechas, las obras exteriores en el	

Pabellón Principal de la Municipalidad Distrital de Pachía no ocultan su estado .....	41
Figura 23. Fisuración en las columnas .....	42
Figura 24. Ubicación de los puntos del ensayo de esclerometría en el pórtico “C” .....	43
Figura 25. Zonas del pórtico donde se efectuó el ensayo con el esclerómetro “D” .....	43
Figura 26. Registro de los datos arrojados por el ensayo de esclerometría en el pórtico “C” .....	44
Figura 27. Registro de los datos arrojados por el ensayo de esclerometría en el pórtico “D” .....	44
Figura 28. El Pabellón Principal de la Municipalidad Distrital de Pachía posee un sistema de pórticos de concreto armado .....	45
Figura 29. Nivel superior con vista en planta del Pabellón Principal de la Municipalidad Distrital de Pachía .....	46
Figura 30. Nivel inferior con vista en planta del Pabellón Principal de la Municipalidad Distrital de Pachía .....	46
Figura 31. Modelamiento 3D del Pabellón Principal de la Municipalidad Distrital de Pachía .....	47
Figura 32. Distribución de cargas de la tabiquería en el segundo nivel del Pabellón Principal de la Municipalidad Distrital de Pachía .....	48
Figura 33. Zonificación sísmica del Perú .....	49
Figura 34. Zonificación de suelos del mapa de peligros de la Provincia de Tacna .....	52
Figura 35. Modo de vibración con respecto al primer modo .....	54
Figura 36. Grafica de la fuerza cortante estática en la base, de acuerdo a la dirección considerada siendo el sismo estático en dirección Y .....	58
Figura 37. Grafica de la fuerza cortante estática en la base, de acuerdo a la dirección considerada siendo el sismo estático en dirección X .....	58
Figura 38. Grafica de la Fuerza inercial estática en la base, de acuerdo a la dirección considerada siendo el sismo estático en dirección X .....	59
Figura 39. Grafica de la Fuerza inercial estática en la base, de acuerdo a la dirección considerada siendo el sismo estático en dirección Y .....	59
Figura 40. Grafica de la fuerza cortante dinámico en la base, de acuerdo a la dirección considerada siendo el sismo estático en dirección Y .....	60
Figura 41. Se ilustran los resultados obtenidos de las distorsiones. ....	63
Figura 42. Primer Nivel del Pabellón Principal de la Municipalidad Distrital de Pachía .....	77
Figura 43. Segundo Nivel del Pabellón Principal de la Municipalidad Distrital de Pachía .....	77
Figura 44. Medición para realizar el levantamiento de la edificación .....	78
Figura 45. Interior de una oficina de la Municipalidad Distrital de Pachía .....	78

Figura 46. Delimitación de la zona y ensayo in situ en columna.....	79
Figura 47. Interior de una oficina de la Municipalidad Distrital de Pachía .....	79
Figura 48. Interior de una oficina de la Municipalidad Distrital de Pachía .....	80
Figura 49. Toma de datos del esclerómetro .....	80
Figura 50. Toma de datos del esclerómetro .....	81
Figura 51. Finalización de ensayo in situ con el esclerómetro en la Municipalidad Distrital de Pachía .....	81



**ÍNDICE DE ANEXOS**

Anexo 1.Matriz de consistencia .....	71
Anexo 2.Fichas de control de patologías estructurales.....	72
Anexo 3.Panel Fotográfico .....	77
Anexo 4.Planos .....	82

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación denominado “Evaluación estructural para determinar el comportamiento sísmico de la Municipalidad Distrital de Pachia” se encuentra abocado a la inspección in situ de la estructura existente, detallada compilación de datos y el consecuente análisis computacional realizado bajo los lineamientos establecidos en las normativas nacionales vigentes. Inicialmente para el proceso de análisis, se realizó una metódica toma de medidas o levantamiento de los ambientes existentes, a posteriori con la información recopilada en campo se llevó a efecto la realización de los planos correspondientes a las especialidades de arquitectura y estructura. Seguidamente, con la inspección in situ del lugar se reconoció las patologías estructurales que presentan los bloques en evaluación, así como también las bases de origen, de tal manera que empíricamente se pudo tener en conocimiento el nivel de daño de los bloques existentes. Para la obtención e identificación de la resistencia a la compresión del concreto que presentan los bloques en evaluación, se empleó el ensayo no destructivo de esclerometría en diferentes puntos de los elementos estructurales con responsabilidad sísmica y para finalizar se efectuó el debido análisis sísmico en concordancia con los datos recopilado bajo los lineamientos de las normativas técnicas vigentes.

**Palabras Clave:** Estructural, Resistencia, Patologías estructurales, Compresión, Esclerometría, Responsabilidad sísmica, Evaluación.

## ABSTRACT

The present investigation report called "structural evaluation to determine the seismic behavior of the District Municipality of Pachia" is disposed to the in situ inspection of the existing structure, detailed data compilation and the consequent computational analysis carried out under the guidelines established in the regulations. current nationals. Initially for the analysis process, a methodical measurement or survey of the existing environments was carried out, later with the information collected in the field, the plans corresponding to the architecture and structure specialties were carried out. Next, with the in situ inspection of the place, the structural pathologies presented by the blocks under evaluation were recognized, as well as the bases of origin, in such a way that the level of damage of the existing blocks could be known empirically. To obtain and identify the compressive strength of the concrete presented by the blocks under evaluation, the non-destructive sclerometry test was used at different points of the structural elements with seismic responsibility and finally, the appropriate seismic analysis was carried out in accordance with the data collected under the guidelines of the current technical regulations.

**Keywords:** Structural, Resistance, Structural pathologies, Compression, Sclerometry, Seismic responsibility, Evaluation.

## INTRODUCCIÓN

Se infiere que en el distrito de Pachía las edificaciones de concreto armado cuya categoría incumbe en edificaciones importantes y esenciales, no cuentan con un adecuado y correcto diseño sismorresistente, en el transcurso del tiempo, se evidencian fallas estructurales en edificaciones como viviendas, instituciones educativas, centros de asamblea etc. Producto de diferentes sucesos sísmicos registrados en la región de Tacna, siendo el más representativo el terremoto del 23 de junio de 2001.

El presente trabajo de investigación perpetra el análisis y evaluación estructural del pabellón que conforma la municipalidad distrital de Pachía, para diagnosticar el estado situacional en el que se encuentre la estructura, llegando a las conclusiones que abordan la funcionalidad y desempeño del pabellón.

El valor de la presente tesis se da debido a la localidad o región donde se encuentra la edificación (América del Sur, Borde Sur, Cinturón de fuego del pacifico), a raíz de diversas investigación y artículos publicados, es una de las zonas con mayor actividad sísmica.

El análisis sísmico de la edificación se realizó bajo los lineamientos según la NTP E 030 de Diseño Sismorresistente del Perú, Donde deducimos que transcurrido un sismo de gran magnitud la municipalidad distrital de Pachía deberá tener la capacidad de resistir y continuar su buen funcionamiento.

Esta tesis se justifica en una investigación de tipo explicativa, en la cual se obtendrá diversa información de campo in situ como mediciones de los elementos estructurales, ensayos no destructivos, elaboración de planos y modelos matemáticos equivalentes a la edificación existente, con el fin de realizar una correcta evaluación estructural.

## **CAPÍTULO I: EI PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1. Descripción del problema**

Los terremotos que acaecen en el Perú son sucesos de ocurrencia natural, provocados por el proceso en el que el borde de una placa de la corteza terrestre se desplaza por debajo del borde de otra presente en el borde occidental del país, dando como resultado de mayor riesgo la zona costera.

Según el Instituto Geofísico del Perú (IGP), el sur del Perú está delimitado como una zona de mayor actividad sísmica en el país.

En el Perú el 80% de las edificaciones son construcciones informales las cuales no cuentan con una estructura adecuada y la cual frente a sismos de gran escala pueden colapsar.

El distrito de Pachía cuenta con gran cantidad de viviendas tradicionales, las cuales están construidas de adobe y quincha y a su vez edificaciones en base de concreto con muros de albañilería o bloques de concreto las cuales predominan, muchas de estas edificaciones no se encuentran en buen estado debido al deterioro por el paso del tiempo u otros factores, sin embargo las edificaciones como municipalidad, colegio, centro de salud y lugares de esparcimiento son las que aparentemente están en un mejor estado de conservación, siendo estas en su mayoría edificaciones esenciales, es primordial verificar que su estructura sea segura.

Ante esta problemática, se pretende desarrollar el siguiente proyecto de investigación titulado “Evaluación estructural para determinar el comportamiento sísmico de la municipalidad distrital de Pachia, Tacna 2022”, teniendo en cuenta que, una municipalidad está considerada como edificación esencial, según la clasificación de la norma E030, debido a que, ante un evento sísmico se requiere una planificación de acción y coordinación de emergencia para hacer frente a las secuelas de una crisis sísmica.

De la misma manera por intermedio de esta investigación se busca también, asegurar que la estructura tendrá un buen comportamiento ante las innumerables posibilidades de un evento sísmico que pueda poner en riesgo a la población del distrito de Pachía, y de esta manera cubrir los requerimientos logísticos y estratégicos en la mitigación del desastre.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cuál es la evaluación estructural de la Municipalidad Distrital de Pachía?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- a. ¿Cuáles son las características mecánicas que componen la estructura de la Municipalidad Distrital de Pachía?
- b. ¿Cuál es el comportamiento Sísmico de la Municipalidad Distrital de Pachía?
- c. ¿Cuál es la respuesta de servicio de los elementos estructurales de la Municipalidad Distrital de Pachía?

## **1.3. Justificación e importancia de la investigación**

### **1.3.1. Justificación científica**

Es fundamental realizar una evaluación estructural del único anexo de la municipalidad distrital de Pachía, de tal manera que requerimos identificar el proceder estructural que presenta ante posibles movimientos telúricos o vibración de la tierra, siendo la localidad (Sudamérica, Borde Sur, Anillo de fuego del pacifico), por consecuente existe una alta probabilidad de suscitarse un evento sísmico de gran magnitud.

### **1.3.2. Justificación Social**

Desde el punto de vista de social, realizar esta investigación tiene beneficios institucionales, regionales y nacionales. Esto se debe a que la información importante sobre el comportamiento sísmico de la Municipalidad Distrital de Pachía se brinda como conocimiento al gobierno local, organismos públicos y ministerios correspondientes.

### **1.3.3. Justificación económica**

Una vez efectuado la evaluación estructural bajo sus lineamientos técnicos y normativos vigentes, en concordancia con los resultados obtenidos se tendrá la certeza de una correcta toma de decisiones para minimizar posibles futuros daños ocasionados por un sismo de gran magnitud.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Evaluar estructuralmente un pabellón de la Municipalidad Distrital de Pachía bajo los lineamientos vigentes del reglamento nacional de edificaciones.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- a. Determinar las propiedades mecánicas de los elementos estructurales que componen la estructura de la Municipalidad Distrital de Pachía.
- b. Realizar el análisis sísmico de la Municipalidad Distrital de Pachía, según la norma de diseño sismorresistente.
- c. Determinar la respuesta en condiciones de servicio de los elementos estructurales de la Municipalidad Distrital de Pachía.

## **1.5. Hipótesis**

### **1.5.1. Hipótesis general**

La Municipalidad Distrital de Pachía tiene un comportamiento estructural inadecuado según estándares del reglamento nacional de edificaciones.

### **1.5.2. Hipótesis específicas**

- a. Las propiedades mecánicas de los elementos que componen la estructura de la Municipalidad Distrital de Pachía influyen negativamente en el comportamiento sísmico de la estructura.
- b. Los resultados del análisis sísmico de la Municipalidad Distrital de Pachía, no siguen los parámetros de la norma E. 030.
- c. La respuesta de los elementos estructurales de la Municipalidad Distrital de Pachía no cumplen las condiciones de servicio de la norma E.060 de concreto armado.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes del estudio

#### 2.1.1. Antecedente internacional

Ledemas y Martínez (2018) publicaron un trabajo titulado “Evaluación por desempeño del diseño estructural de viviendas en estado de vulnerabilidad alta en la ciudad de Bogotá-caso de estudio localidades de: bosa, ciudad Bolívar, San Cristóbal y Usme”. Este trabajo investigativo permitió estimar el trabajo del diseño estructural de las viviendas de diferentes localidades de la ciudad de Bogota en relación de la vulnerabilidad de nivel alto en caso de presentarse un caso sísmico en estas zonas. Para la tesis, se procedió a seleccionar la vivienda y se desarrolló una modelación a través del software SAP 2000, mediante el análisis estático no lineal. Este modelo matemático de dicha estructura representa la rigidez y la distribución de la masa del sistema estructural, los cuales guardan una relación con los efectos no lineales de los niveles de deformación que exceden los límites proporcionales especificados.

Asimismo, Salazar y Vásquez (2016), en su tesis titulada “Evaluación estructural de los bloques de aulas y del coliseo de la unidad educativa Daniel Reyes, ubicado en San Antonio de Ibarra” (Ecuador), desarrollan un estudio aplicando métodos analíticos, mediante un modelo matemático en programas computacionales como ETABS 2015 V15.2 y SAP 2000 V15.2. La conclusión principal es que las estructuras de hormigón armado son altamente resistentes a los terremotos y deben ser reforzadas.

Finalmente, Saravia Ramírez (2013), en la tesis que ha titulado “Análisis y diseño con ETABS, su aplicación adecuada y comprobación de resultados, aplicado a edificios de concreto armado” (Guatemala), explica el uso de programas de análisis y diseño estructural utilizado en estructuras de concreto armado y edificaciones de varios niveles, como, por ejemplo, el programa ETABS.

#### 2.1.2. Antecedente nacional

En la tesis titulada “Análisis comparativo del diseño estructural con la aplicación del software Etabs respecto al método tradicional de un edificio de cinco pisos con semisótano ubicado en el distrito de San Martín de Porres – Lima”, de autoría de Estrada y Verde (2020), se señala que hay una diferencia en el análisis estático entre el diseño con el software ETABS y el método tradicional en un 4.51 %; conclusión que resultó



como tal puesto que la investigación estaba enfocada en buscar la diferencia a través de un análisis comparativo de dos métodos para la mejora en el diseño estructural de edificaciones. De igual manera, se hizo la verificación que existe una diferencia: la estructura tiene un peso mayor cuando es realizado con el software ETABS.

Por su parte, Ramos Diaz (2018) en su tesis titulada “Evaluación estructural del bloque a1 de la “I.E. Emblemática Jaen de Bracamoros”, Provincia de Jaén-Cajamarca” la cual tiene como enfoque verificar el comportamiento estructural del bloque A1 de la Institución Educativa mencionada con las normas técnicas peruanas (E0.30, E060, E.070) y con la ayuda del programa ETABS encontrar el problema de funcionalidad estructural de una edificación.

Según, Repuello Soto (2019) en su tesis titulada “Influencia de sistemas de rehabilitación en el desempeño sísmico del complejo educativo de servicios académicos y administrativos de la universidad nacional de Huancavelica.”, en donde se procede a evaluar la influencia de los sistemas de rehabilitación en el desempeño sísmico de la edificación del Complejo Educativo de Servicios Académicos y Administración de la Universidad Nacional Huancavelica utilizando análisis lineales y no lineales.

### **2.1.3. Antecedente local**

En cuanto a las investigaciones locales, Almirón e Yndigoyen (2019) publicaron la tesis “Evaluación estructural y propuesta de reforzamiento en el Centro de Salud Leoncio Prado, de la ciudad de Tacna.”, en el que se procede a realizar el modelamiento estructural en ETABS 2016, con el fin de someter a la estructura a 3 tipos de sismos con ayuda de SEAOC VISION 2000. Concluye la estructura cumple con los parámetros establecidos ante los posibles sismos y de momento no requiere de refuerzo estructural.

Según Mamani Quispe (2022), en su tesis titulada “Evaluación estructural sísmica del centro comercial Micaela Bastidas, bloque 1, empleando la norma E.030, Tacna 2022”, en donde se procede a desarrollar una evaluación del comportamiento estructural sísmico del bloque e identificar las anomalías estructurales para finalmente determinar la respuesta sísmica.

Pérez Ayca (2022), sin embargo, en su tesis titulada “Evaluación estructural para determinar el comportamiento sísmico del pabellón “1” de la Institución Educativa San José Fe y Alegría N°40, Tacna, 2022”, procede con un análisis mediante fichas de inspecciones visuales de mencionada estructura. En dicha investigación se encontraron patologías como eflorescencia y fisuras en elementos estructurales. Posteriormente, se

procedió con el levantamiento de planos de planta, corte y elevación con base en los datos obtenidos, con la finalidad de proseguir con la realización del ensayo con el esclerómetro, obteniendo una resistencia promedio de  $f'c=218$  kgf. Mediante el programa ETABS, se realizó el modelamiento que concluyó que los valores obtenidos en X y Y están por encima del límite, indicando que no cumple con las distorsiones admisibles según norma E0.30.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Los sismos**

Constituyen liberaciones de energía súbitas, los cuales se originan bajo la corteza terrestre. Este proceso ocasiona sacudimientos del suelo. Cabe indicar que en el territorio nacional los sismos se producen a causa del proceso de subducción de la placa Nazca bajo la placa Sudamericana (Velásquez, 2006).

La costa peruana tiene como característica que debajo de esta se produce el fenómeno de subducción entre la placa de Nazca y la placa Sudamericana. El movimiento relativo de ambas placas produce ondas sísmicas, que a su vez ocasionan el movimiento del suelo (Velásquez, 2006, p. 5).

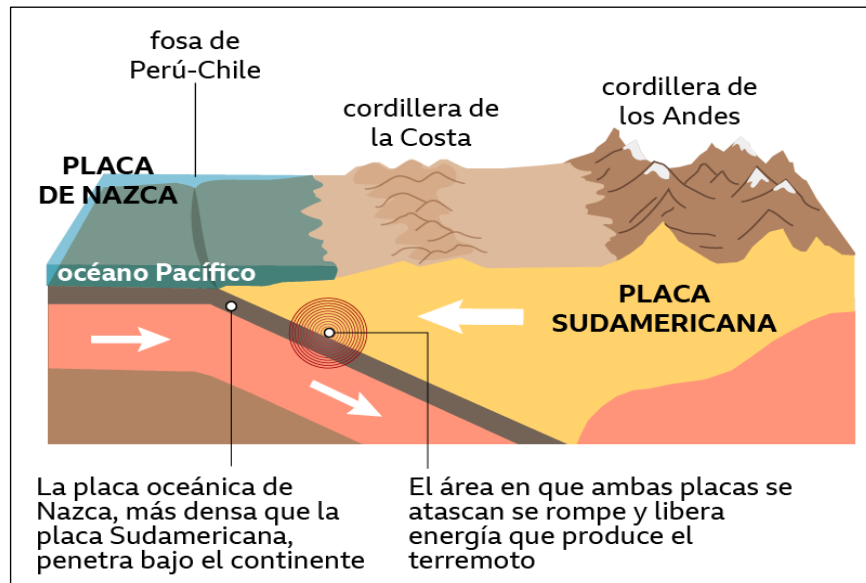
### **2.2.2. Sismicidad en el territorio peruano**

El Perú es una zona de frecuente actividad sísmica por corresponder a la franja de fricción del movimiento relativo de dos placas tectónicas: la placa de Nazca, que ocupa buena parte del subsuelo del Océano Pacífico y cuyo borde de colisión se extiende desde Panamá hasta el sur de Chile; y la placa Sudamericana, que comprende desde la fosa marina de Perú-Chile en el oeste hasta el eje de la Cordillera del Atlántico Sur en el este. (Alayo, 2008).

Figura 1 muestra la manera en que la placa de Nazca se desplaza en dirección N 80° E, a una velocidad promedio de 11cm. anuales. Es preciso indicar que la placa de Nazca sufre el proceso de subducción por debajo de la placa Sudamericana, causando sismos de importante intensidad en la zona oeste de Sudamérica (Alayo, 2008).

**Figura 1**

*Esquema que demuestra cómo se produce un sismo en una zona de subducción*



Nota. Elaborado por (BBC News, 2020)

### **2.2.3. Vulnerabilidad Sísmica**

Se refiere a los daños que las estructuras o edificaciones pueden sufrir ante la ocurrencia de un evento sísmico. La principal causa para que una edificación sea vulnerable en estas circunstancias es que incumple con los parámetros de diseño sismorresistente normados actualmente. Además, si luego de un profundo análisis, se concluye que el sistema estructural utilizado es insuficientemente resistente ante acciones de sismo (Picón y Vargas, 2011).

La geometría estructural, procesos constructivos y características de la estructura inciden en la vulnerabilidad sísmica. Dichos conceptos complementan manifestando que al realizar un análisis del nivel de repercusión que tienen las acciones sísmicas en una estructura, configura una tarea muy complicada, al señalar que particularidades de cada estructura implican un infinito número de variables a analizar (Según Navia & Barrera, 2007).

### **2.2.4. Vulnerabilidad estructural**

Es la susceptibilidad en las partes que mantienen el edificio en pie ante un sismo intenso, que puede ocasionar terribles daños en las estructuras. Se refiere a la susceptibilidad que la estructura presenta frente a posibles daños en aquellas partes que mantienen al edificio en pie ante un sismo intenso. Conforman la lista: cimientos,

columnas, muros, vigas y losas (Organización Panamericana de la Salud 2004).

Seguido a un sismo de gran intensidad, es usual ver columnas perjudicadas, consecuencia de fallas por esfuerzos de flexo-compresión (pandeo de barras longitudinales y aplastamiento de la sección de concreto), así como grietas en dirección vertical y diagonal, falla en el acero de confinamiento, falla en el acero longitudinal y aplastamiento en el concreto producto, producto de la acción sísmica (González, 2017).

#### **2.2.5. Vulnerabilidad no estructural**

Debido a los perjuicios no estructurales que se presentan ocurrido un evento sísmológico, una edificación puede no colapsar, no obstante, quedar en condiciones en las que no puede seguir funcionando. Además, la frecuencia de los sismos leves afecta de forma significativa los elementos que no son calificados como estructurales. Se precisa que, en comparación con los componentes estructurales, aquellos se verán afectados por los sismos poco usuales y denominados como severos (OPS, 2004).

#### **2.2.6. El peligro sísmico**

Denominado así el grado en que un territorio está expuesto ante el acontecimiento de eventos de la naturaleza en un lapso de un tiempo determinado. No considera, asimismo, alguna estructura en la zona afectada. Comúnmente, los costos son elevados y es muy poco lo que se consigue para mitigar y reducir el peligro (Kuroiwa, 2002).

#### **2.2.7. El riesgo sísmico**

Es el resultado de la exposición que tiene una construcción que ha sido edificada por el hombre. Esto incluye el nivel de vulnerabilidad que le es inherente, así como el peligro a la que se verá sometida (Kuroiwa, 2002).

#### **2.2.8. Metodologías para evaluar la vulnerabilidad sísmica**

Cárdenas (2008) clarifica este aspecto manifestando que, para ejecutar un análisis de vulnerabilidad, es necesario el conocimiento de su demanda de carga y su resistencia en servicio. Agrega que en la actualidad existen una serie de metodologías que permiten analizar la vulnerabilidad sísmica en distintas edificaciones, los cuales se clasifican frecuentemente en cualitativos y cuantitativos.

Cárdenas (2008) también explica que los métodos de tipo cualitativo utilizan

características que posee la construcción para describirla. De igual forma, se coligan índices generales ya graduados, teniendo como base la experimentación con edificaciones construidas anteriormente, con el objetivo de reconocer el grado de daño y riesgo.

Por su parte, Cárdenas (2008) establece que los métodos cuantitativos se fundamentan en el análisis y diseño antisísmico que recomiendan las normas modernas, diferenciándolos del material constituyente de la estructura. Su propósito principal es predecir su comportamiento probable.

### **2.2.9. Criterios de Estructuración (Blanco Blasco, 1994)**

Blanco Blasco menciona en su libro que, a mayor complejidad en la estructura, más difícil será pronosticar su comportamiento sísmico. Es por esto que se considera sugerible que la estructuración deba ser lo más simple y limpia en lo permisible, con el objetivo que la idealización imprescindible del análisis sísmico puede aproximarse a la estructura real. También recomienda que se evite que los elementos no estructurales varíen la disposición de fuerzas que hayan sido consideradas, puesto que se producen fuerzas en elementos que no han sido diseñadas para tales eventualidades.

A continuación, se presentan los criterios primarios para conseguir una estructura sismorresistente:

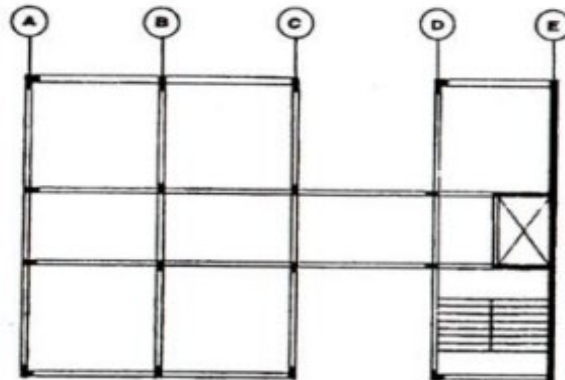
#### **a. Simplicidad y simetría**

La práctica real ha comprobado reiterativamente que las estructuras simples tienen una mejor conducta mientras se produce un sismo. Y hay dos causas para esta premisa se cumpla. La primera, la destreza de pronosticar el comportamiento sísmico de una estructura es significativamente mayor para aquellas estructuras simples en comparación a las complicadas.

Figura 2 muestra el ejemplo de la irregularidad de la estructura yendo en contra de lo propuesto por Blasco, ya que él propone buscar la regularidad de la estructura en dos direcciones por las siguientes razones: la ausencia de regularidad ocasiona secuelas torsionales que tienen dificultad para ser determinadas y podría ser muy devastador. La fuerza de sismo se podrá idealizar ejerciendo en el centro de masas, mientras las fuerzas que atraen los elementos estarán posicionadas en el centro de rigidez. En caso los centros no concuerden no solo se producirá movimiento de traslación, sino que en complemento existirá un giro en la planta estructural (torsión).

**Figura 2**

*Planta de edificación con rigidez considerable en un lado y con disminución de losa en planta*



*Nota.* Blasco Blanco (1994)

b. Resistencia y ductilidad

Las estructuras tienen que ser diseñadas para poseer resistencia sísmica óptima en sus diferentes direcciones, como mínimo en dos direcciones ortogonales o que se aproximen a las ortogonales, para que se pueda garantizar la estructura estable en su totalidad.

Las cargas serán transmitidas iniciando en su punto de aplicación hasta su punto último de resistencia. Es por este motivo que es necesario proporcionar una trayectoria o más seguidas, con resistencia y rigidez apta para respaldar el transporte de las cargas adecuado.

La propiedad elemental de la sollicitación sísmica es su eventualidad. Significa que cierto nivel de esfuerzos va a ocurrir en la estructura durante un tiempo limitado. Por tal motivo las fuerzas de sismo se constituyen para datos intermedios de la sollicitación, de esta manera una resistencia menor es otorgada a la estructura en comparación a la resistencia máxima requerida, es por tal motivo que el sado debe ser complementado para de esta manera se establezca una ductilidad acertada. Esto va a demandar un acondicionamiento a la estructura evitando que llegue a la falla en el momento en que ingrese a la etapa inelástica.

c. Uniformidad y Continuidad de la Estructura:

Es indispensable la continuidad de la estructura en planta y de la misma manera elevación contemplando que no haya cambios bruscos en elementos y que como consecuencia se produzca bruscamente un cambio de rigidez, todo esto a manera de

que no existan concentraciones de esfuerzos (columnas inferiores). En caso de requiera prescindir de elementos, se deben reducir gradualmente para que exista una transición.

d. Rigidez Lateral:

Para que las fuerzas horizontales puedan ser resistidas por la estructura sin que se produzcan deformaciones significantes, será indispensable que se le asigne elementos estructurales que proporcione rigidez lateral en sus primordiales direcciones.

Las deformaciones de mayor incidencia que se producen durante un sismo, son la causa del pánico en los usuarios que se encuentran en la estructura, daños magnos en los elementos no estructurales y de manera genérica una mayor cantidad de efectos contraproducentes, finalmente se comprueba un comportamiento destacado en estructuras rígidas en comparación a las estructuras flexibles. En la actualidad es común que se encuentren combinaciones de elementos rígidos y flexibles, por ejemplo: edificios con pórticos de concreto y en combinación muros de corte.

e. Losas que permitan considerar a la Estructura como una unidad:

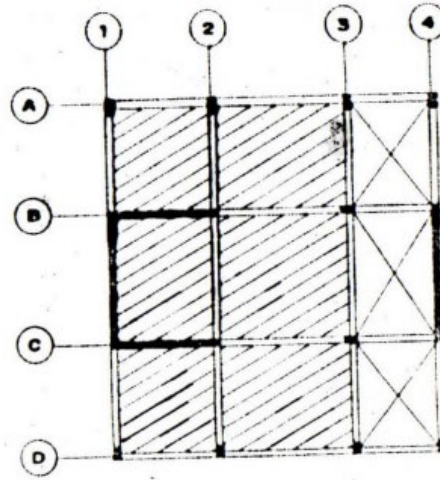
Las losas suelen ser imaginadas como una unidad estructural inflexible, y donde la distribución de las fuerzas horizontales que se aplican a la misma se da en las columnas y muros (placas) conforme a la rigidez lateral, de esta manera se conserva una deformación lateral uniforme para un nivel determinado.

Para estructuras alargadas y edificaciones en forma de T, L o H en planta, se tiene la solución de separar el edificio en dos o varias secciones, utilizando las juntas de separación sísmica, las cuales de tener un buen proceso constructivo para que no se produzca afectación en edificaciones vecinas.

La Figura 3 muestra una planta asimétrica, lo que ocasionaría empobrecimiento de rigidez en la estructura. Se recomienda evadir losas con aberturas significativas con el fin de que no ocasionen un debilitamiento en la rigidez de las mismas. Es el mismo caso en los acortamientos en planta.

**Figura 3**

*Edificio con una planta simétrica a primera vista, pero que cuenta con un vacío de losa en el lado derecho, no va a transmitir fuerza sísmica en el eje 4*



*Nota.* Blasco Blanco (1994)

f. Elementos no estructurales:

Es importante que se tome en cuenta la participación de los elementos secundarios, como tabiquería, en una estructuración. Son estos elementos de gran importante ya que sirven como colaboradores para un amortiguamiento dinámico a gran escala. Estos elementos desempeñan un papel positivo porque colaboran a un mayor amortiguamiento dinámico. En aquellos sismos de magnitudes fuertes, las grietas colaboran de manera notable en la dispersión de energía sísmica, produciendo una mitigación en los elementos estructurales. Sin embargo, se tienen algunas adversidades, ya que al producirse estos esfuerzos que inicialmente no fueron considerados en el cálculo, se va a producir una distorsión en la distribución de esfuerzos propuesta.

Por consiguiente, se debe considerar en el diseño de estructuras flexibles lo siguiente:

g. Sub-estructura o Cimentación:

Es solicitante que la cimentación actúe de manera conjunta durante un sismo. Al momento de realizar el diseño es de suma importancia considerar los factores agregadas a las cargas verticales.



**2.2.10. Sistemas Estructurales en Estructuras de Concreto Armado y Albañilería  
(N.T.P. E.030)**

a. Estructuras de concreto armado

Obedeciendo a las solicitaciones de la Norma Técnica E.060 Concreto Armado, las edificaciones de concreto armado, que en su conjunto son parte de los componentes del sistema estructural sismorresistente (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

– Pórticos

La mayor parte de la fuerza cortante tiene acción en las columnas de los pórticos. Si se tienen muros estructurales, estos muros van a ser diseñados para poder soportar una parte de la acción sísmica que se produce en toda la estructura y rigidez.

– Muros estructurales

Son los muros estructurales en los que prima la resistencia sísmica y representa el 70% de la fuerza cortante en la base.

– Dual

La conjugación de muros estructurales y pórticos resisten los movimientos sísmicos.

La fuerza cortante tomada por los muros es mayor al 20 % y menor al 70 % con respecto de la cortante de la parte inferior de la estructura.

– Edificaciones de Muros de Ductilidad Limitada (EMDL)

Es cuando los muros de concreto armado caracterizados por tener un grosor reducido aportan resistencia sísmica y resistencia a las cargas de gravedad a las edificaciones con esta característica estructural.

b. Estructuras de albañilería.

Tiene como característica que está constituido por muros edificados con unidades de albañilería de material arcilloso o de concreto, siendo estos elementos los encargados de la sismorresistencia de la edificación.

Los coeficientes básicos de reducción que se muestran en la tabla 1, están clasificados según su sistema estructural, lo que nos permitirá pasar del espectro elástico al inelástico.

**Tabla 1**

*Sistemas Estructurales y coeficiente básico de Reducción de las Fuerzas Sísmicas ( $R_o$ )*

Sistema estructural	Coeficiente Básico de Reducción $R_o$
Acero:	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	5
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	4
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	7
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	4
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
Concreto Armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada	3
Madera	7(**)

*Nota (\*\*).* Para diseños por esfuerzos admisibles. Fuente: Norma Técnica E030 Diseño Sismorresistente (2018).

### **2.2.11. Evaluación Estructural**

Es llevar a cabo la primera instancia de evaluación de daño en la edificación que vendría a ser el nivel 1, teniendo en cuenta los fenómenos naturales que pueden ser causantes de la desestabilización estructural, generando de esta manera riesgos significativos. (García García, 2015).

- Cargas gravitatorias
- Sismos
- Empuje de suelos
- Hundimiento del terreno
- Menoscabo de los materiales
- a. Inspección visual

Es aquel que se desarrolla a través de un reconocimiento visual e implica identificar los desperfectos que se presentan en una estructura causados por una mezcla de acciones o una en específica.

Están conformado por desniveles, grietas, diversos niveles de corrosión. Asimismo, por aplastamientos importantes, asentamientos diferenciales y eflorescencia (Cortes Sanchez, 1990).

Si es que se tiene un nivel bajo de incertidumbre al haber realizado la inspección visual, se podría concluir favorablemente, sin embargo, si este nivel de duda fuera alto se debe recurrir de manera paulatina en las siguientes opciones. (Cortes Sánchez, 1990).

- Pruebas experimentales.
- Modelos analíticos.

#### b. Modelos analíticos

Este modelo conlleva a obtener una consecuencia numérica y esto nos ayuda a resultados confiables en mayor parte, por lo que la solución del problema se dará de manera acelerada y acortando el tiempo del mismo. Hasta cierto modo son estos modelos que prometen sacar ventaja de las características estructurales para alguna situación en especial.

Es válido acogerse a las pruebas experimentales cuando el modelo mencionado en el párrafo anterior no es suficiente para satisfacer la investigación y por lo tanto se necesita un conocimiento más amplio.

#### c. Modelos experimentales

Se refiere a las pruebas que se desarrollan in situ o laboratorio con el material obtenido anteriormente en campo. Suelen tener un grado más complicado que los modelos analíticos. Asimismo, consumen mucho tiempo y los resultados, de vez en cuando, no suelen darnos los datos que necesitamos. Por lo cual, se vuelve indispensable hacer paralelamente pruebas experimentales y modelos analíticos (Cortes Sánchez, 1990).

### **2.2.12. Patologías Estructurales**

Para el estudio de las enfermedades y probar su existencia como procesos anormales de causas desconocidas, se analiza si se encuentra una lesión en los niveles estructurales. Esta premisa puede aplicarse a las estructuras, hallándose un concepto acertado de patología estructural. Dicho esto, la definición de patología estructural es el estudio del comportamiento de las estructuras cuando presentan fallas, para encontrar sus causas que posibiliten proponer acciones de corrección o demolición (Cortes Perilla, 2017).

Dentro las patologías encontramos las que son originadas por daños, que se

identifican durante y/o luego de la incidencia de una fuerza externa a la edificación. Estos pueden verse originados por un fenómeno natural, por ejemplo, un sismo, una inundación, un deslizamiento de tierras, entre otros. Otro aspecto que puede incidir a la sobrecarga que tenga que verse obligada a la estructura, acción para la que no fue diseñada (Cortes Perilla, 2017).

La tercera razón de patologías se puede dar por el deterioro. Generalmente, los diseños se desarrollan para que funcionen en un determinado tiempo (vida útil), empero con el transcurrir del tiempo, se presentan daños en las estructuras y es una obligación que sean subsanadas cuanto antes. Una estructura al estar en contacto con sustancias químicas propias del agua o el aire, puede estar sufriendo un proceso de deterioro (Cortes Perilla, 2017).

### **2.2.13. Análisis estático**

Destacan tres ecuaciones fundamentales: Primero, hay leyes constitutivas que aproximan las propiedades elásticas de los materiales como variaciones lineales en tensión y deformación. Estas propiedades se evalúan mediante pruebas de laboratorio. La segunda ecuación fundamental es la del equilibrio estático, en la que las fuerzas y deformaciones internas de un sistema estructural, así como cada uno de sus componentes (elementos estructurales) y cada elemento diferencial, están directamente relacionados con las fuerzas y cargas aplicadas, el desplazamiento se genera en el sistema respectivamente. La tercera ecuación fundamental es la idoneidad a la deformación (Carrasco, 2011).

### **2.2.14. Análisis dinámico**

Cuando uno habla del análisis dinámico de estructuras consiste en estudiar las pequeñas oscilaciones o vibraciones que soporta una estructura en relación a su posición de equilibrio. Su importancia radica en que ese movimiento oscilatorio provoca la variación de los esfuerzos existentes. Esto debe ser un aspecto fundamental para conseguir un buen diseño sísmico (Torres, 2009).

### **2.2.15. Análisis tiempo historia**

En el CSI Analysis Reference Manual (2015) explican que el análisis tiempo historia es una indagación paso a paso de la respuesta dinámica que tiene una estructura ante una

carga específica variable en el tiempo, pudiendo ser lineal o no lineal. De igual modo, se describe el análisis tiempo historia en general y el análisis tiempo historia lineal en particular (Rojas, 2017).

### 2.2.16. Ensayos no Destructivos

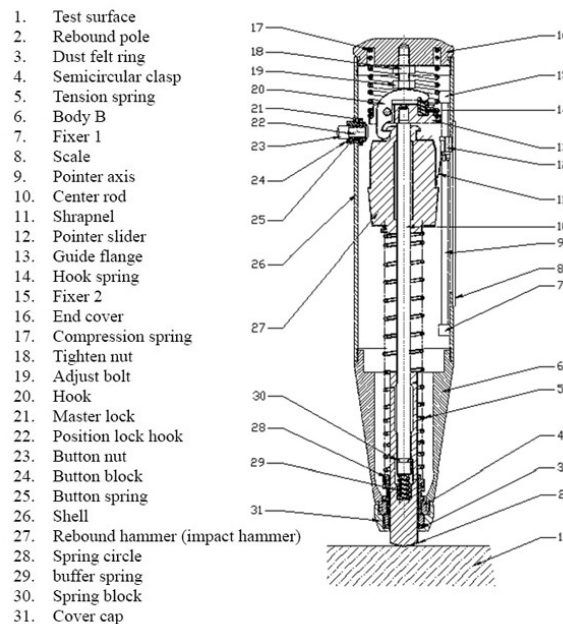
Ya van más de tres décadas que investigadores y especialistas de control han estado pergeñando optimizar y desarrollar ensayos no destructivos de forma general. En Francia el C.E.B.T.P. ha sido el organismo que más ha contribuido al desarrollo de la auscultación dinámica (Gorisse, 1981).

Los métodos no destructivos eluden actuar mediante inmensas extracciones de probetas, las cuales demandan un costo que no siempre culmina en su realización. Sin embargo, en razón de la necesidad de un tarado con rotura previa de probetas, es obligado en un número de casos no despreciable el realizar (Gorisse, 1981).

La Figura 4 muestra un ejemplo de ensayo no destructivo, como lo es el ensayo con esclerómetro y las partes que lo componen, de esta manera podemos entender el funcionamiento del mismo.

**Figura 4**

#### *Estructura del Martillo HT225*



*Nota.*Fuente Manual HT225 Concrete Test.

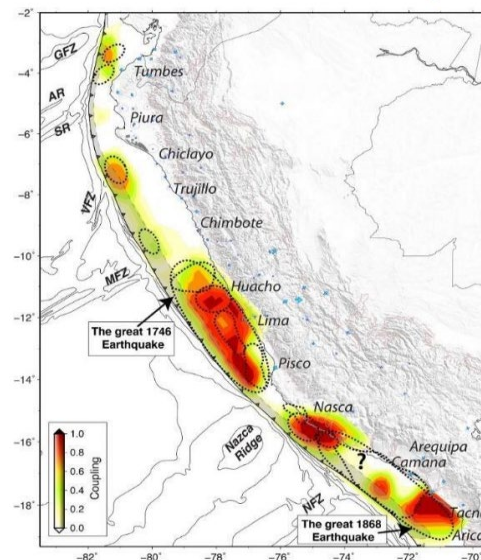
### 2.2.17. Sismicidad en la región de Tacna

La ciudad de Tacna al ubicarse en un área que comprende el anillo de fuego del Pacífico es objeto de una zona de alta actividad sísmica. En relación a la historia en los últimos quinientos años se originaron terremotos que en varias oportunidades generaron la destrucción parcial de la ciudad, tal como en el año 1868 donde se presentó una magnitud  $M_w = 9,0$  e intensidad de X MMI (Intensidad de Mercalli Modificada). Cabe recordar que el último gran evento sísmico en la ciudad se produjo el 23 de junio del 2001 con una magnitud estimada de  $M_w = 8,4$ . Este terremoto evidenció la máxima cantidad de daños en los distritos de Ciudad Nueva y Alto de la Alianza, los cuales están ubicados en depósitos conformados por arena suelta y depósitos volcánicos (Alva et al., 2020).

En mucho de los casos, los sismos producen la amplificación de ondas, que comprende el aumento de la aceleración en la superficie del terreno comparada con la aceleración en la roca a profundidad. Asimismo, se generan fuerzas sísmicas a las estructuras que causan bastantes pérdidas materiales y humanas de forma recurrente en edificaciones vulnerables (Alva et al., 2020).

La Figura 5 muestra un análisis espacial de la sismicidad, donde se demuestra la disminución en la frecuencia de ocurrencia de sismos en relación a la costa de los departamentos de Lima, Tacna y Moquegua, lo cual indica que en las áreas respectivas se viene acumulando energía a liberarse en algún momento en el tiempo.

**Figura 5**  
*Áreas de acumulación de energía*



Nota. Elaborado por (Villegas – Lanza et al., 2016)

### **2.2.18. Normatividad Peruana**

#### a. Norma de Cargas

Todo el edificio debe ser capaz de soportar las cargas resultantes de su uso previsto. Asimismo, deben actuar en combinaciones prescritas y no deben inducir esfuerzos o deformaciones superiores a los valores indicados para cada material estructural en los criterios de diseño específicos (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006).

#### b. Norma de Diseño Sismorresistente

Establece requisitos mínimos para que el diseño de edificios posea un comportamiento sísmico, según sus requerimientos y acorde con los principios.

Se emplea para realizar el diseño de la totalidad de las nuevas construcciones, la apreciación y fortalecimiento de las ya edificadas y la restauración de las dañadas por la fuerza de los sismos (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

#### c. Norma de Concreto Armado

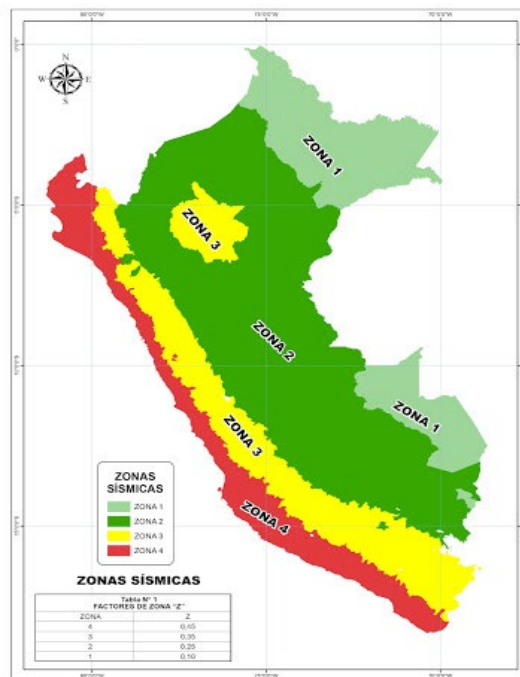
Corresponde a los ensayos que se efectúan in situ o en laboratorio en torno a las muestras anteriormente obtenidas en campo. Los ensayos experimentales suelen tener mayor complejidad y dificultad que los ensayos analíticos. Cabe agregar que las pruebas experimentales y los modelos analíticos deben ejecutarse simultáneamente, ya que generalmente no se obtienen datos precisos a pesar de que consumen mucho tiempo (Cortes Sanchez, 1990).

### **2.2.19. Peligro Sísmico**

#### a. Zonificación

La Figura 6 nos muestra la zonificación fundamentada en la distribución espacial de la sismicidad contemplada. Ello explica que el territorio nacional esté dividido en cuatro zonas. A cada zona se fija un factor Z, el que se encarga de explicar la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con un 10% de ser excedida en 50 años. El factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

**Figura 6**  
**Zonas Sísmicas**



*Nota.* Fuente Normas E.030 Diseño Sismorresistente.

Los factores de zona sísmica se presentan en la tabla 2, nos permitirá tener las consideraciones adecuadas al momento de realizar una construcción en cualquiera sea la región elegida, ya que la clasificación ya es de conocimiento según la norma E-030 al igual de los factores designados.

**Tabla 2**  
**Factores de Zonas sísmicas**

Zona	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

*Nota.* Fuente: Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente (2018)

b. Condiciones Geotécnicas

Perfil Tipo S<sub>0</sub>: Roca Dura

Perfil Tipo S<sub>1</sub>: Roca o Suelos muy Rigidez

Perfil Tipo S<sub>2</sub>: Suelos Intermedios

Perfil Tipo S<sub>3</sub>: Suelos Blandos



### Perfil Tipo S<sub>4</sub>: Condiciones Excepcionales

Los perfiles de suelo clasificados en la tabla 3, presentan las velocidades que se obtienen en promedio según las características encontradas en el terreno en el que se va a construir.

**Tabla 3**

*Clasificación de los perfiles de suelo*

Perfil	V <sub>s</sub>	N <sub>60</sub>	S <sub>u</sub>
So	>1500 m/s	-	-
S1	500m/s a 1500 m/s	>50	>100 kPa
S2	180m/s a 500 m/s	15 a 50	50kPa a 100 kPa
S3	< 180m/s	< 15	25kPa a 50 kPa
S4	Clasificación basada en el EMS		

*Nota.* Fuente: Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente (2018).

Donde:

V<sub>s</sub>: Velocidad Promedio de Programación de ondas de corte

N<sub>60</sub>: Promedio Ponderado de los ensayos de penetración estándar

S<sub>u</sub>: Promedio Ponderado de la Resistencia al corte condición No-drenada.

#### c. Parámetros de Sitio (S, TP yTL)

Se contempla la clasificación del perfil que describa mejor las condiciones.

La clasificación de los factores de suelo mostradas en la tabla 4, van de acuerdo a la clasificación del factor zona, en donde se muestra que para la zona de mayor sismicidad habrá una menor amplificación tras una considerada aceleración del terreno.

**Tabla 4**

*Factor de suelo "S"*

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

*Nota.* Fuente: Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente (2018).

En la tabla 5 se establecen los periodos del espectro T<sub>p</sub> y T<sub>l</sub>, en donde el periodo T<sub>p</sub> hace referencia a la zona que presenta periodos cortos T<sub>l</sub> donde la aceleración del espectro se verá reducida.

**Tabla 5**  
Periodos “TP” y “TL”

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

Nota. Fuente: Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente (2018).

d. Factor de Amplificación Sísmica

De acuerdo a las características de sitio, se define el factor de amplificación sísmica (c), donde “T” es el periodo fundamental (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

La ecuación 1, permite realizar la comparación entre el periodo fundamental obtenido y el periodo T<sub>p</sub>, si el primero resulta menor que el segundo mencionado, tendremos un factor de amplificación sísmica de 2.5 (referido a la ecuación 1).

La ecuación 2, se hace la comparación entre el periodo fundamental obtenido, el periodo T<sub>p</sub> y T<sub>L</sub>, ya que si resulta estar en medio de estos dos, se realizará el cálculo para obtener el factor de amplificación directamente relacionado con el periodo T<sub>p</sub> y T (referido a la ecuación 2).

La ecuación 3, permite calcular el factor de amplificación en caso el periodo fundamental T sea menor que el periodo T<sub>L</sub> (referido a la ecuación 3).

$$T < T_P \quad C = 2.5 \quad (1)$$

$$T_p < T < T_L \quad C = 2.5 \times \frac{T_p}{T} \quad (2)$$

$$T > T_L \quad C = 2.5 \times \frac{T_p \times T_L}{T} \quad (3)$$

e. Categoría de las Edificaciones y Factor de uso

La clasificación de las estructuras se da en relación a la categoría de relevancia que esta tiene. En la tabla 6 se estableció el factor de uso e importancia, el cual se ocupa de acuerdo a la clasificación que se produzca. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

**Tabla 6***Categoría de las edificaciones y factor de uso "U"*

<b>Categoría</b>	<b>Descripción</b>	<b>Factor U</b>
	A1: Establecimientos del sector salud (Públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.	Ver nota 1
A Edificaciones Esenciales	A2: Edificaciones esenciales para el manejo de las emergencias, el funcionamiento del gobierno y en general aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. Se incluyen las siguientes edificaciones: <ul style="list-style-type: none"> <li>•Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1.</li> <li>•Puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias de pasajeros, sistemas masivos de transporte, locales municipales, centrales de comunicaciones.</li> <li>•Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía.</li> <li>•Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua.</li> <li>•Instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades.</li> <li>•Edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos.</li> <li>•Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado.</li> </ul>	1,5
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de buses de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas. También se consideran depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento	1,3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1,0
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2

*Nota1.* Tienen aislamiento sísmico en la base cuando se encuentren en las zonas sísmicas 4 y 3. Si no se utiliza aislamiento sísmico en las zonas sísmicas 1 y 2, el valor de U es como mínimo 1,5.

*Nota2.* En estas edificaciones se provee resistencia y rigidez adecuadas para acciones laterales, a criterio del proyectista.

*Fuente:* Norma Técnica E030 Diseño Sismorresistente (2018).

### **2.2.20. Análisis Dinámico Modal Espectral**

Una técnica simplificada para el análisis dinámico de estructuras. Su tarea principal es calcular las respuestas máximas de aceleración y desplazamiento en lugar de obtener las respuestas a tiempo. Estos resultados permiten una mejor determinación de los esfuerzos experimentados por las estructuras durante la carga sísmica. Esta respuesta máxima del sistema se logra como una combinación de las respuestas máximas de cada modo principal de la estructura (Hernandez Eyssautler, 2017).

El método del espectro modal se basa en el lema de que el análisis lineal de cualquier sistema N-GDL está representado por la superposición de 'n' sistemas con un grado de libertad. Por tanto, el espectro de respuesta sísmica debe utilizarse para definir la respuesta máxima de cada uno de estos sistemas en particular, y la respuesta del sistema en su conjunto en general (Hernandez Eyssautler, 2017).

#### **a. Modos de Vibración**

Estos se determinan a través de un proceso analítico que conduce a una adecuada caracterización de la rigidez y distribución de masa (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

En cada dirección se consideran modos de vibración cuya masa efectiva total es al menos el 90% de la masa total, pero se consideran al menos los tres primeros modos dominantes en la dirección de análisis (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

#### **b. Aceleración Espectral**

La ecuación 4, permite calcular la aceleración a través de los factores obtenidos anteriormente, multiplicados por la gravedad y divididos por el coeficiente de reducción de acuerdo al sistema estructural.

$$a = \frac{ZxUxCxS}{R} xg \quad (4)$$

### **2.2.21. Periodo Fundamental de Vibración**

Al momento de referirse al periodo fundamental de una estructura se hace alusión al tiempo en que esta se demora en dar un ciclo completo al experimentar una vibración no forzada. El periodo está en función de la masa y rigidez de la edificación, siendo primordial definirla porque de esta depende la magnitud de la fuerza sísmica que sufrirá la estructura (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2016).

### 2.2.22. Desplazamiento y Distorsiones

Cuando la estructura es regular y los resultados son obtenidos del análisis lineal estático, los desplazamientos laterales se hallan multiplicando  $0.75 \cdot R$ . Sin embargo, cuando son estructuras irregulares se aplica  $0.85 \cdot R$ . (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

Los límites de distorsión se presentan en la tabla 7, estos valores están clasificados según el sistema estructural a trabajar y serán los indicadores para conocer si nuestra estructura cumple con las solicitaciones de distorsión cuando se le aplica un sismo.

**Tabla 7**

*Límites para la distorsión del entrepiso*

<b>Material Predominante</b>	<b><math>(\Delta_i/h_{ei})</math></b>
Concreto armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Con muros de ductilidad limitada	0,005

*Fuente:* Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente (2018).

### 2.2.23. Patologías de Elementos Estructurales

Es un proceso regular que el concreto, durante su vida útil, sufra defectos y daños que alteran su estructura interna y su comportamiento. Estas características se pueden presentar congénitamente, es decir, que han estado presentes desde su concepción y/o construcción. Asimismo, otros pueden haberse presente en alguna etapa de su vida útil y otros como consecuencia de accidentes. Las principales particularidades que indican el daño en la estructura incluye manchas, cambios de color, hinchamientos, fisuras, pérdidas de masa, entre otros (Gonzales Alcantara, 2016).

#### a. Fisuras

Las fisuras constituyen roturas en la masa de concreto, las cuales se observan exteriormente con un desarrollo lineal. Son producidas, en su totalidad, por esfuerzos de tracción o de cortante, que superan la tensión admisible del material y ocasionan la rotura del mismo. (Gallo López, 2006).

La clasificación de daños por fisuras en edificaciones se muestra en la tabla 8, la clasificación se da de acuerdo al espesor que presenten estos daños en el concreto siendo las menos invasivas las que menor importancia presentan estructuralmente.

**Tabla 8**

*Clasificación de daños por fisuras en edificaciones*

Ítem	Clasificación	Descripción
1	Microfisuras: $e < 0,05\text{mm}$	En general carecen de importancia En general son poco peligrosas, salvo en ambientes agresivos en los que pueden favorecer la corrosión
2	Fisuras: $0,1 < e < 0,2\text{mm}$	Estas son las fisuraciones que pueden tener repercusiones estructurales de importancia
3	Macrofisuras $0,2 < e < 0,4\text{mm}$	Existe reducción en la capacidad sismorresistente.
4	Grietas: $0,4 < \text{ancho} < 1,0\text{mm}$	Existe una reducción importante en la capacidad sismorresistente
5	Fractura: $1,0 < \text{ancho} < 5,0\text{mm}$	Deberá proceder a una evaluación definitiva urgente, para determinar si procede a la demolición.
6	Dislocación: $\text{ancho} > 5,0\text{mm}$	

Fuente: Gallo López (2006).

#### b. Eflorescencia

Es un depósito de sal en la superficie y suele ser blanco. La causa es que el material disuelto se filtra del interior del hormigón a la superficie, principalmente en forma de sales de color blanco azulado o blanco grisáceo. Este fenómeno comienza cuando el agua disuelve las sales en el concreto y hace que suban a la superficie. Cuando el agua se evapora, deja atrás los depósitos minerales antes mencionados.

### 2.2.24. Características Mecánicas

#### a. Concreto

El concreto exhibe varias propiedades a medida que su fluidez y trabajabilidad disminuyen gradualmente. Hay tres etapas básicas. Primero, el hormigón es un material blando y maleable. En la segunda etapa, el hormigón se endurece y se observa un

aumento de la rigidez. La tercera etapa consiste en curar y ajustar las propiedades mecánicas y de otro tipo. Esta evolución suele expresarse como la evolución de la resistencia a la compresión (Sánchez De Guzmán, 1996).

La ecuación 5, muestra el cálculo del módulo de elasticidad del concreto, la cual se presenta como la relación entre el esfuerzo normal y la deformación unitaria que le corresponde.

$$E_c = 15000 \times \sqrt{f'_c} \quad (5)$$

Peso unitario del Concreto 2400 kg/m<sup>3</sup>

#### b. Albañilería

Se define como un grupo de unidades que están unidas o pegadas con materiales como mortero de cemento o barro. Estas entidades se clasifican en naturales o hechas por el hombre. Este proceso fue diseñado por humanos principalmente para satisfacer necesidades humanas, como la vivienda (San Bartolome et al., 2018).

La ecuación 6, permite calcular el módulo de elasticidad para las unidades de albañilería a partir del peso unitario según la clasificación de las unidades solida que vayan a ser utilizadas.

$$E_m = 500 \times f'_m \quad (6)$$

Peso unitario de unidad solida de albañilería 1800 kg/m<sup>3</sup>

Peso unitario de unidad solida de hueca 1300 kg/m<sup>3</sup>

### 2.3. Definición de términos

#### 2.3.1. Sismos

Originadas por la rápida liberación de energía que, en forma de onda, hace que la tierra vibre en ondas, propagándose a todas las direcciones desde el origen del supuesto epicentro del terremoto. La mayoría de los grandes terremotos se originan en fisuras gigantes llamadas fallas (Lutgens & Lutgens, 2005).

#### 2.3.2. Fallo

Finalización de la capacidad de un objeto para realizar una subfunción requerida (Sandi, 2003).

### **2.3.3. Concreto armado**

Concreto estructural con al menos un mínimo de acero de refuerzo (N.T.P. E.060).

### **2.3.4. Columna**

Se utilizan principalmente para soportar cargas axiales de compresión y tienen una relación entre la altura y la dimensión transversal mínima superior a tres (N.T.P. E.060).

### **2.3.5. Losa**

Elemento estructural de espesor reducido con relación a sus otras dimensiones, utilizado como techo o piso, generalmente horizontal y reforzado en una o dos direcciones según el tipo de soporte presente en el perfil (N.T.P. E.060).

### **2.3.6. Muro estructural**

Es un comúnmente vertical que se utiliza para aprehender o aislar ambientes, así como resistir cargas axiales de gravedad y para resistir cargas axiales debidas a la gravedad y cargas normales al plano de empuje lateral del suelo o líquido (N.T.P. E.060).

### **2.3.7. Viga**

Es un elemento estructural que trabaja esencialmente a flexión y cortante (N.T.P. E.060).

### **2.3.8. Acero**

Es la fusión entre el hierro y el carbono en diferentes proporciones. Pueden tener hasta el 2 % de carbono. Además, es sometida a temple, adquiere elasticidad y dureza (López, Torres, 2007).

### **2.3.9. Solicitaciones**

Como causa de que la estructura tiene que soportar el peso propio, se generan fuerzas y demás acciones que afectan a la construcción y los elementos no estructurales, tanto



de sus ocupantes y sus posesiones. Por ejemplo, efectos ambientales como el viento y los sismos, o los asentamientos diferenciales y los cambios dimensionales causados por variaciones de temperatura (López, Torres, 2007).

#### **2.3.10. Resistencia a la compresión:**

Este parámetro es obtenido a través del ensayo y 12" (30 cm) de altura (Harmsen, 2002).

#### **2.3.11. Esclerómetro**

Es el más conocido de los aparatos para un control rápido del hormigón (Gorisse, 1981).

## CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

### 3.1. Tipo y Nivel de la investigación

#### Tipo de Investigación

La investigación es de tipo explicativa porque su finalidad se fundamenta en solucionar el problema sobre el comportamiento sísmico de la estructura indicada.

### 3.2. Acciones y Actividades

Las acciones que se llevarán a cabo son los procedimientos y técnicas de recolección de datos adecuados para hallar las patologías estructurales de la Municipalidad Distrital de Pachía. De igual manera, se procedió a la realización de ensayos in situ, con el objetivo de conocer los valores de las propiedades mecánicas de los elementos que integran la estructura del pabellón.

Elaboración de planos mediante un levantamiento y medición de los elementos estructurales del pabellón.

Elaboración de formatos para una buena gestión de la información recopilada.

Se hizo el procesamiento de los datos obtenidos mediante el modelamiento, y análisis sísmico de la estructura del pabellón con la utilización del software ETABS 2018.

Se analizó e interpretó los resultados obtenidos por el procesamiento de datos.

Se validó la hipótesis formulada después del análisis e interpretación de los resultados obtenidos.

### 3.3. Materiales y/o instrumentos

#### 3.3.1. Técnicas

La investigación inicia con una inspección visual para la posterior compilación de la información de la estructura a evaluar y con ayuda de fichas de evaluación podemos determinar patologías estructurales.

Para realizar el levantamiento de los elementos estructurales para recabar las medidas respectivas para su modelamiento matemático que en función a ello realizaremos el análisis sísmico referido a este trabajo investigativo.

Para lograr los objetivos, se realizó el ensayo de esclerometría, el cual permite

precisar la resistencia a la compresión en los elementos estructurales. Con esta información, se dará comienzo al análisis sísmico de la edificación.

### 3.3.2. Instrumentos

- a. Fichas de inspección y reconocimiento de fallas.

Las fichas de inspección visual de patologías estructurales se usarán para realizar una apropiada administración con la información encontrada mediante la visualización aplicada para la recolección de datos como el reconocimiento de fallas en los elementos estructurales.

La Figura 7 contemplamos la ficha de inspección visual utilizada en concordancia con los lineamientos establecidos en la normativa internacional FEMA P 154 “Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: A Handbook”.

**Figura 7**

*Ficha de evaluación para patologías estructurales*

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL					
<b>FICHA DE INSPECCIÓN VISUAL DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES</b>			<b>N° 01</b>		
<b>DATOS DE EVALUADORES</b>					
NOMBRES Y APELLIDOS					
GRADO DE INSTRUCCIÓN					
<b>DATOS RECOPIADOS DE LA EDIFICACIÓN</b>					
DEPARTAMENTO					
PROVINCIA					
DISTRITO					
DIRECCIÓN					
EDIFICACIÓN					
USO DE EDIFICIO					
TIEMPO					
SISTEMA ESTRUCTURAL (EJE X)					
SISTEMA ESTRUCTURAL (EJE Y)					
<b>DATOS DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES EVIDENCIADAS</b>					
HORA DE INSPECCIÓN					
FECHA INSPECCIÓN					
ELEMENTO	DIMENSIONES			UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA
	b (cm)	h (m)	L (m)		
COLUMNA				PRIMER NIVEL	
VIGA					
VIGUETAS					
LOSA					
MURO					
<b>TIPO DE FALLA ESTRUCTURAL</b>					
<b>POSIBLE CAUSAL DEL DAÑO</b>					

b. Ensayo para calcular el número de rebotes del concreto (Esclerómetro)

El ensayo consiste en determinar el número de rebotes del concreto endurecido en la superficie a estudiar. (NTP 339.181.)

c. Fichas de ensayo de esclerómetro.

La Figura 8 presenta el modelo de las fichas para el ensayo con el equipo de esclerometría que se utilizarán para recopilar y organizar los valores que indica el equipo por el accionar del martillo debido al rebote respectivo con el fin de hallar el valor referencial de la resistencia del concreto.

**Figura 8**

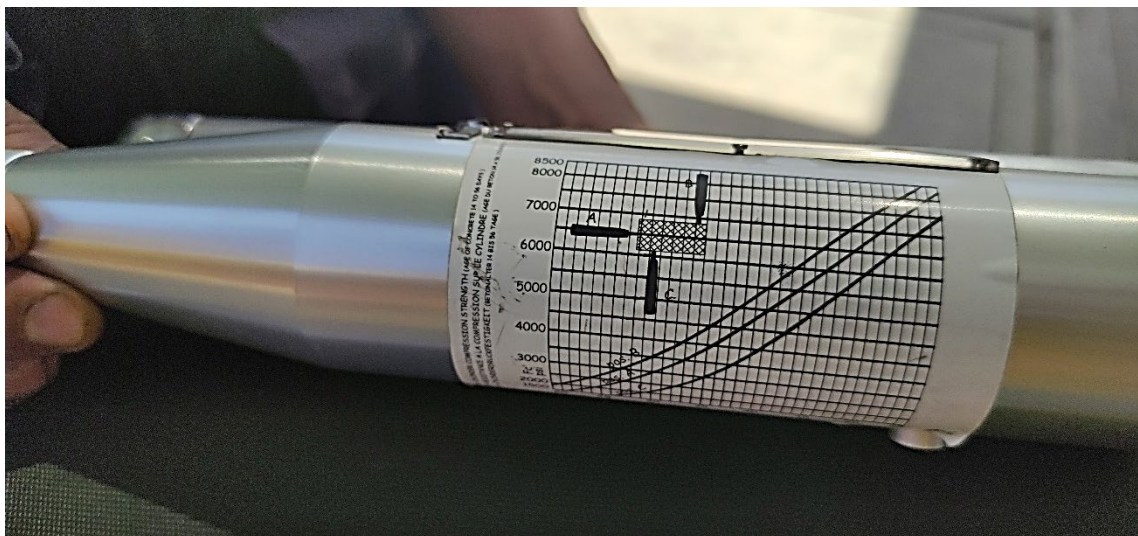
*Ficha de ensayo de esclerómetro para determinar la resistencia del concreto*

Nº	DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA	LECTURAS TOMADAS													Resist.	
		P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	P-7	P-8	P-9	P-10	P-11	P-12	PROM.	kg./cm <sup>2</sup>	
1																
2																
3																
4																
													PROMEDIO TOTAL			

La Figura 9 contiene el equipo a ser utilizado para el ensayo no destructivo, el cual es el esclerómetro proporcionado por el laboratorio de suelos de la facultad de Ingeniería.

**Figura 9**

*Modelo de esclerómetro utilizado (Esclerómetro Punzuar LTDA Serie TCP 144 – 1201)*

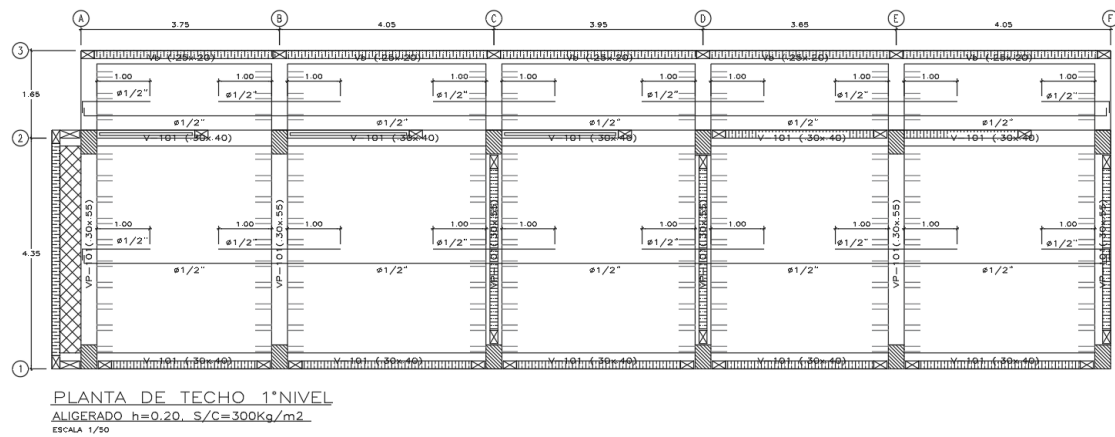


d. Planos de estructuración del estado actual

La Figura 10 y Figura 11 muestra los planos de estructuración que nos proveen el estado actual de la estructura que a analizar. De igual forma, determina las posibles patologías existentes en los elementos estructurales, así como la ubicación de los puntos para realizar el ensayo de esclerómetro.

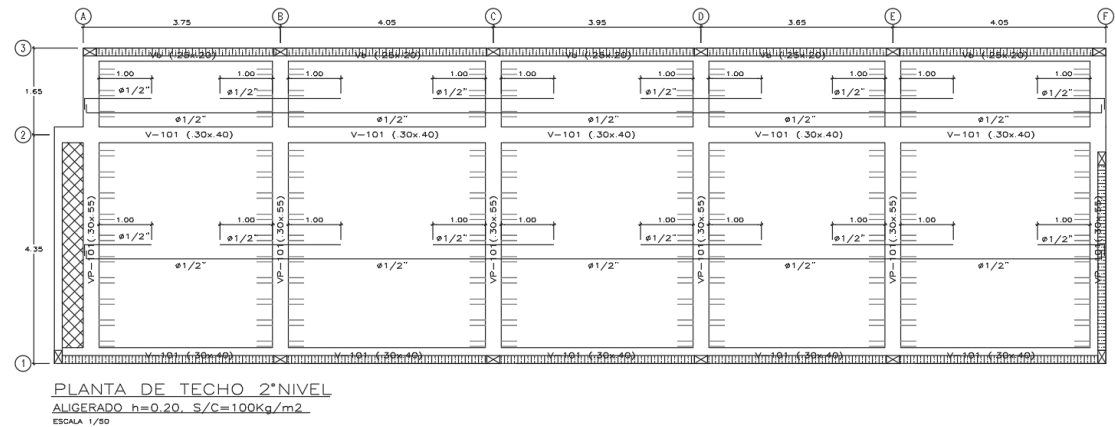
**Figura 10**

*Plano de aligerado del 1er Nivel del Pabellón Principal de la Municipalidad Distrital de Pachía*



**Figura 11**

*Plano de aligerado del 2do Nivel del Pabellón Principal de la Municipalidad Distrital de Pachía*



### 3.4. Población y/o muestra de estudio

#### Población

La población del presente trabajo está enmarcada en las entidades públicas de la ciudad de Tacna. Por su parte, la muestra será la Municipalidad Distrital de Pachía.

#### Muestra

La muestra será la Municipalidad Distrital de Pachía.

### 3.5. Operacionalización de variables

**Tabla 9**

*Matriz de Operacionalización de Variables*

Variable	Definición conceptual	Dimensión	Indicadores
<b>Variable Independiente:</b> Estructura de la Municipalidad Distrital de Pachía.	Es el tiempo que demora una estructura en completar un ciclo de vibración.	Segundos	Periodo Fundamental de Vibración
	Patrón o forma Modal en que vibrarán la estructuras Mayor desplazamiento que presenta la estructura.	Adimensional Centímetros	Modos de Vibración Desplazamientos y Distorsiones
	Fallas estructurales ocasionadas por razones conocidas o inciertas.	Tipos de patología	Anomalías de elementos estructurales
<b>Variable Dependiente:</b> Evaluación estructural de la Municipalidad Distrital de Pachía.	Tiempo de servicio de la Edificación actual.	Años	Antigüedad de la Estructura
	Configuración estructural en base a sus elementos resistentes en mención a sus características, propiedades y materiales.	Tipo de Sistema	Sistema Estructural
	Capacidad del material a resistir esfuerzos de compresión.	Kg/cm <sup>2</sup>	La resistencia al concreto
	Análisis y reconocimiento de las propiedades mecánicas, físicas y químicas de los estratos de suelo in situ del lugar en estudio.	Tipo de Suelo	Estudio de Mecánica de Suelos

### 3.6. Procesamiento y análisis de datos

Para realizar el procesamiento y análisis de datos se realizó la visita a la Municipalidad Distrital de Pachía que es una estructura que cuenta con 18 años de antigüedad.

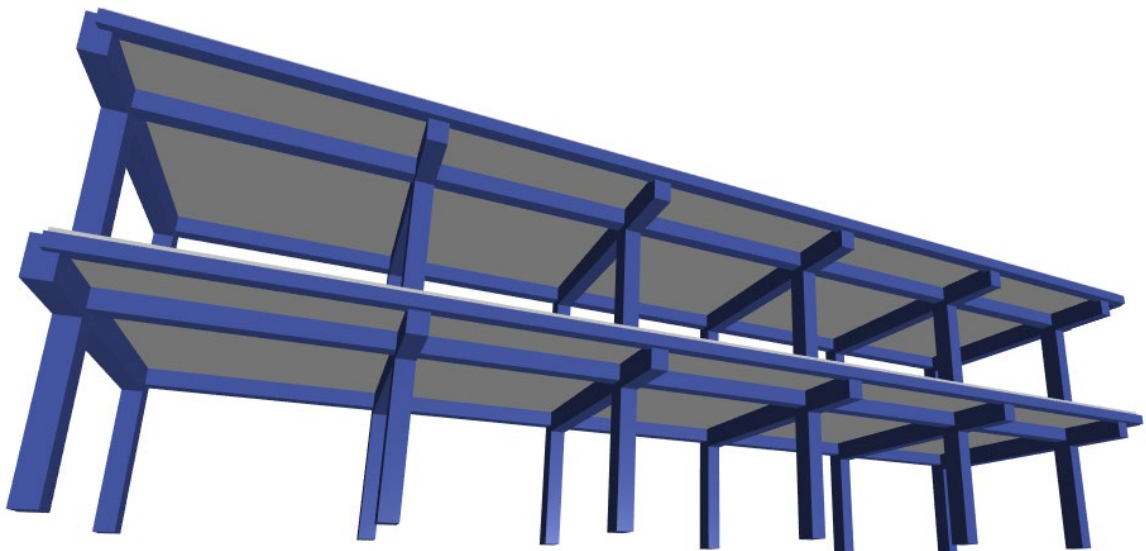
Se procedió a realizar la observación de los ambientes y con ayuda las fichas de inspección visual identificar las patologías que se encuentren en los elementos estructurales.

Se llevó a cabo el ensayo del esclerómetro, el cual es un ensayo no destructivo con el fin de poder determinar la resistencia del concreto en los diferentes elementos estructurales.

La Figura 12 muestra el modelamiento realizado a través de los cálculos obtenidos, aplicando el Software ETABS V20. Se consideró la norma de diseño sismo resistente E030, con el objetivo de evaluar la estructura actual.

#### **Figura 12**

*Modelado Sísmico de la estructura actual del Pabellón Principal de la municipalidad Distrital de Pachía*



## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

### 4.1. Evaluación estructural

#### 4.1.1. Ubicación del colegio

La Figura 13 muestra la ubicación de La Municipalidad Distrital de Pachía en la Calle Arias Aragüés S/N Tacna – Pachía, con vías de acceso directo desde la Avenida Arias Aragüés o vía nacional PE 40 con acceso directo a la Municipalidad Distrital de Pachía.

**Figura 13**

*Ubicación de la edificación analizada*



La Figura 14 y Figura 15 muestra el modelamiento realizado a través de los cálculos obtenidos, aplicando el Software ETABS V20. Se consideró la norma de diseño sísmo resistente E030, con el objetivo de evaluar la estructura actual.



**Figura 14**

*Exteriores del Pabellón Principal de la Municipalidad Distrital de Pachía*

**Figura 15**

*Exteriores del Pabellón Principal de la Municipalidad Distrital de Pachía*



## 4.2. Levantamiento de la edificación

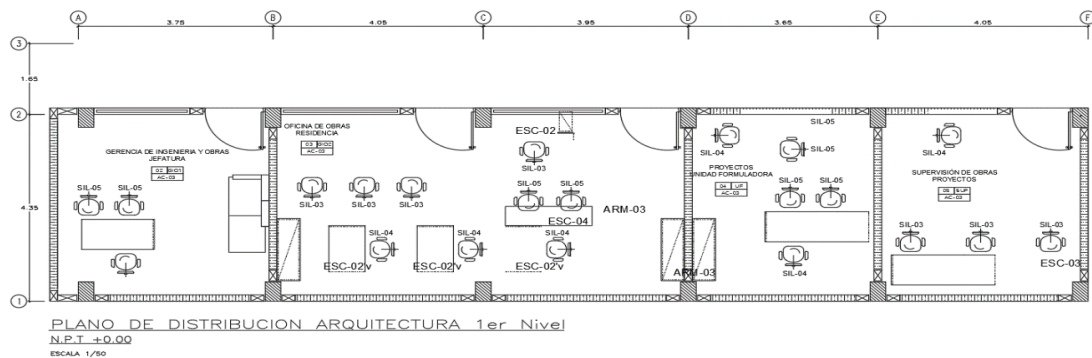
Con la finalidad que las medidas del edificio sean levantadas, se visitó la Municipalidad Distrital de Pachia en coordinación con el alcalde Antonio Santos Alférez, la ocultación se hizo una vez dentro de las instalaciones y se reconoció un total de 08 oficinas, 04 en el primer nivel y 04 en el segundo nivel y un balcón típico en el segundo nivel.

Para su levantamiento se utilizó fichas de inspección, wincha y un cuaderno de apuntes para anotar las medidas de los elementos estructurales, así como una cámara fotográfica.

La Figura 16, Figura 17, Figura 18, Figura 19, Figura 20 y Figura 21 presentadas a continuación muestran los resultados del levantamiento de la edificación utilizando el programa AutoCAD con todos los datos obtenidos.

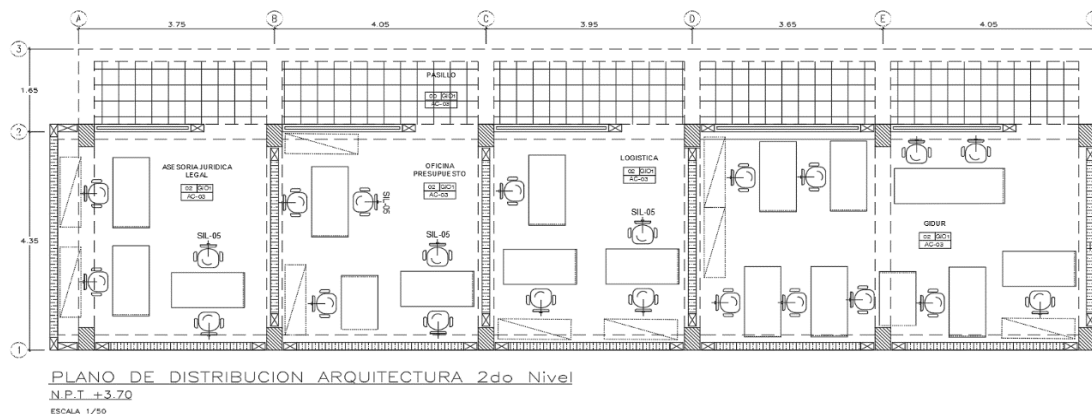
**Figura 16**

*Plano de disposición en planta en el primer nivel del pabellón Principal de la Municipalidad Distrital de Pachía*



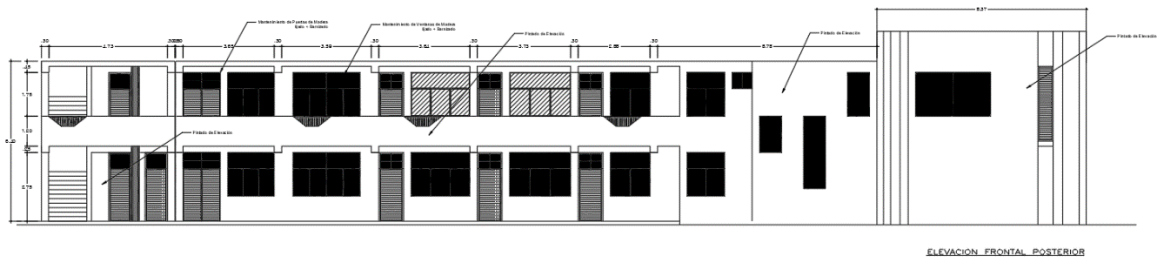
**Figura 17**

*Plano de disposición en planta en el segundo nivel del pabellón Principal de la Municipalidad Distrital de Pachía*



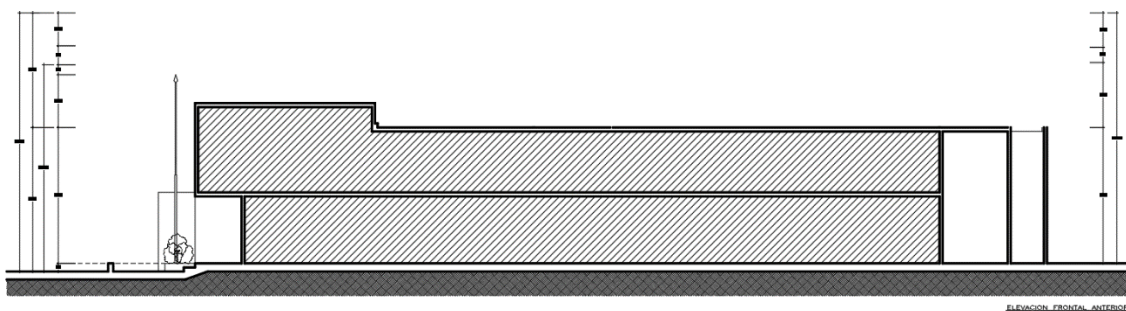
**Figura 18**

*Plano de elevación frontal posterior de la Municipalidad Distrital de Pachía*



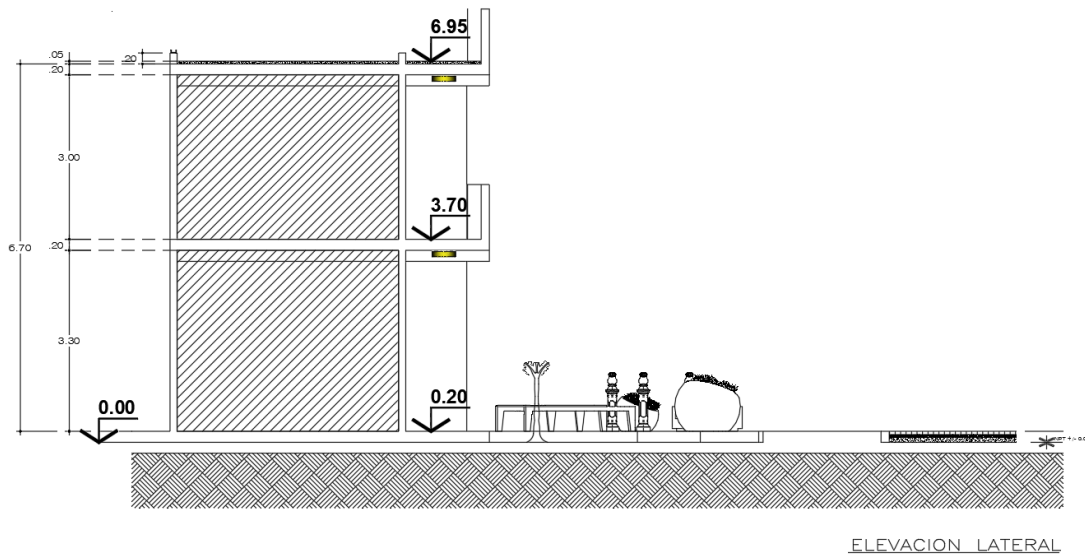
**Figura 19**

*Plano de elevación frontal anterior de la Municipalidad Distrital de Pachía*



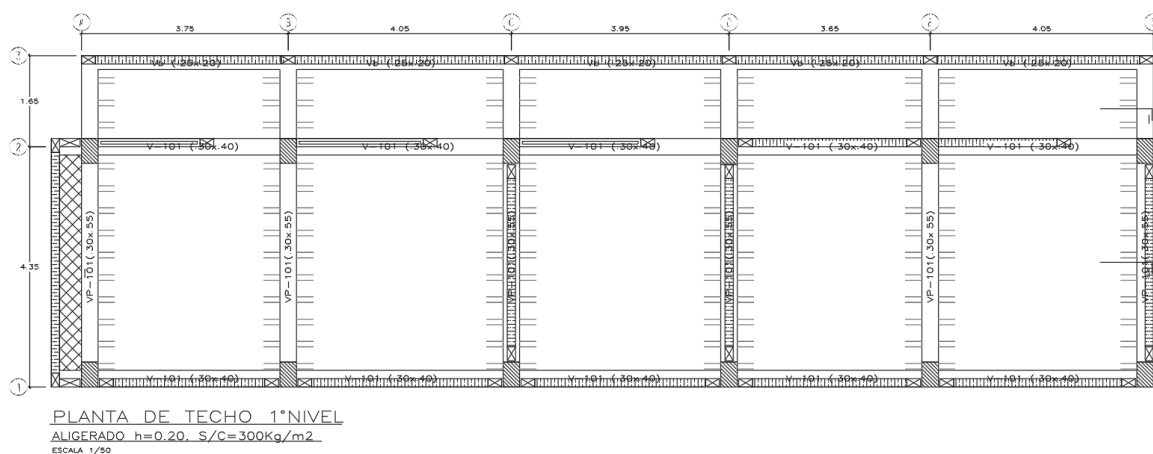
**Figura 20**

*Plano de elevación lateral de la Municipalidad Distrital de Pachía*



**Figura 21**

*Plano de estructuración del Pabellón Principal de la Municipalidad Distrital de Pachía*



### 4.3. Control de patologías estructurales

Se realizó la correspondiente identificación visual con el fin de observar y determinar las diferentes patologías de los principales elementos estructurales resistentes del pabellón intervenido.

La Figura 22 ilustra algunas patologías a simple vista en el pabellón a evaluar, esto ilustraría la poca existencia de elementos resistentes en un sentido ortogonal así como también malas prácticas de proceso constructivo.

**Figura 22**

*A pesar de las recientes refacciones hechas, las obras exteriores en el Pabellón Principal de la Municipalidad Distrital de Pachía no ocultan su estado*



La Figura 23 permite identificar muy notablemente el efecto de falla conocido como columna corta consecuente de un mal aislamiento del tabique de albañilería con el elemento vertical resistente de concreto armado, muy frecuentemente en aquellas edificaciones con un sistema de pórticos como en colegios, hospitales, municipalidades, etc.

Al suscitarse un evento sísmico de una considerable magnitud la columna al encontrarse unido con el tabique estaría aumentando su rigidez por consecuente tendría mayor responsabilidad de fuerzas generando una mala disipación de energía y no calculada por el proyectista, llevando a fallar la corta longitud por encima de la altura del tabique.

### **Figura 23**

#### *Fisuración en las columnas*



*Nota.* Se puede apreciar una fisura en la columna debido a que no se cuenta con junta sísmica produciendo una falla de columna corta.

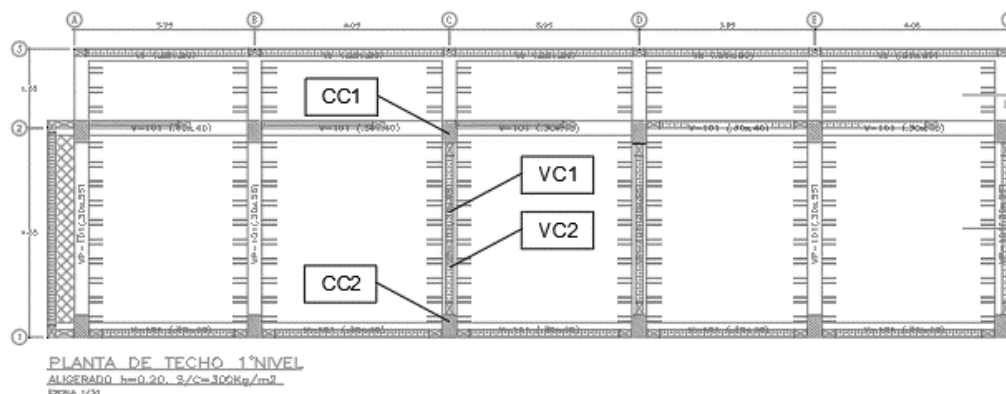
#### **4.4. Ensayo de esclerometría**

Con el fin de acercarnos al valor real de la resistencia a la compresión del pabellón que está siendo evaluado, se procede a ejecutar el ensayo de esclerometría, el cual se realiza en el sitio, siendo este el primordial dato a obtener para realizar el análisis sísmico.

La Figura 24 y Figura 25 muestra los sitios seleccionados como son las vigas y columnas de los pórticos del eje "C" y eje "D" según el plano estructural.

**Figura 24**

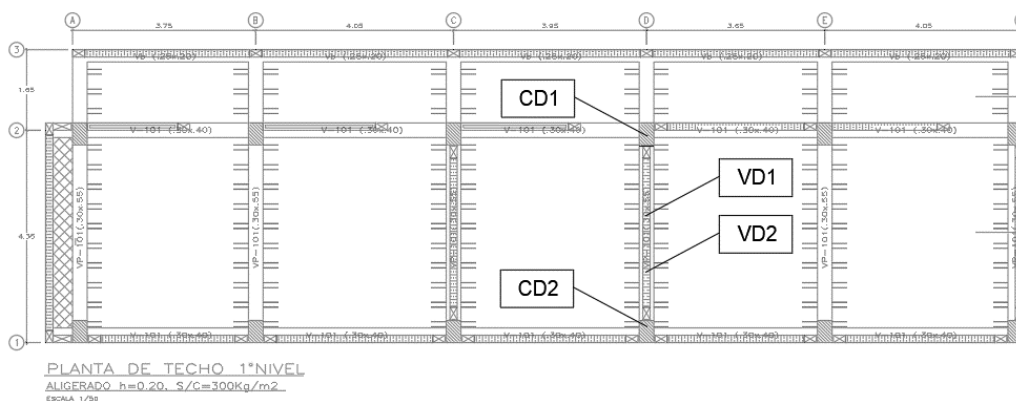
Ubicación de los puntos del ensayo de esclerometría en el pórtico "C"



Nota. Se representa CC1, CC2, VC1 y VC2 las zonas identificadas para realizar el ensayo, debido a que presente mayor número de patologías.

**Figura 25**

Zonas del pórtico donde se efectuó el ensayo con el esclerómetro "D"



Se realizaron aquellos ensayos respectivos en los puntos indicados y registrados en las fichas de resultados que nos brindó el ensayo de esclerometría.

La Figura 26 y Figura 27 muestra las fichas con los resultados obtenidos del esclerómetro en donde finalmente se nos brinda un promedio como resultado de 218 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia a la compresión, el resultado mencionado nos brindará facilidad al momento de proporcionar las propiedades del concreto armado en el modelamiento matemático para el análisis sísmico de la Municipalidad Distrital de Pachia.

**Figura 26**

Registro de los datos arrojados por el ensayo de esclerometría en el pórtico "C"

Nº	DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA	LECTURAS TOMADAS													Resist.
		P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	P-7	P-8	P-9	P-10	P-11	P-12	PROM.	kg./cm <sup>2</sup>
1	COLUMNA - CC1	34	31	25	27	29	30	28	32	31	33	32	29	30.1	211
2	COLUMNA - CC2	31	36	34	25	32	28	33	28	27	33	33	28	30.7	217
3	VIGA - VC1	25	34	26	30	34	38	33	36	28	31	29	29	31.1	222
4	VIGA - VC2	34	35	32	25	33	29	33	28	36	32	33	33	31.9	236
PROMEDIO TOTAL														221.5	

**Figura 27**

Registro de los datos arrojados por el ensayo de esclerometría en el pórtico "D"

Nº	DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA	LECTURAS TOMADAS													Resist.
		P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	P-7	P-8	P-9	P-10	P-11	P-12	PROM.	kg./cm <sup>2</sup>
1	COLUMNA - CD1	26	31	32	28	28	31	34	34	27	30	36	30	30.6	216
2	COLUMNA - CD2	32	30	32	29	36	30	34	27	30	28	31	25	30.3	213
3	VIGA - VD1	29	33	31	26	36	33	25	29	36	29	26	32	30.4	214
4	VIGA - VD2	32	29	30	32	25	31	36	32	25	33	32	29	30.5	218
PROMEDIO TOTAL														215.25	

#### 4.5. Análisis sísmico

##### 4.5.1. Propiedades de los materiales

Con el ensayo de esclerometría detallado con anterioridad, la resistencia a la compresión promedio es obtenida, y los demás datos presentados a continuación serán extraídos según los lineamientos vigentes de concreto armado y cargas respectivamente. Estas son las propiedades que se usaran en el desarrollo del análisis sísmico:

- Resistencia a la compresión del concreto ( $F'_c$ ): 218 kg/cm<sup>2</sup>
- Módulo de elasticidad del concreto ( $E$ ):  $15000 * \sqrt{f'_c}$
- Módulo de Poisson ( $u$ ): 0,20
- Peso específico del concreto armado ( $\gamma_c$ ): 2400 kg/m<sup>3</sup>
- Resistencia a la fluencia del acero ( $F'_y$ ): 4200 Kg/cm<sup>2</sup> (grado 60)
- Módulo de elasticidad del acero ( $E$ ): 2100000 Kg/cm<sup>2</sup>
- Resistencia a la compresión de la albañilería ( $F'_m$ ): 35 kg/cm<sup>2</sup>
- Peso específico unidad de albañilería sólida ( $\gamma_{as}$ ): 1800 kg/m<sup>3</sup>
- Peso específico unidad de albañilería hueca ( $\gamma_{ah}$ ): 1350 kg/m<sup>3</sup>
- Módulo de elasticidad de la albañilería ( $E$ ):  $500 * F'_m$

#### **4.5.2. Estructuración y modelamiento**

Se dio lugar al levantamiento topográfico realizada la inspección in situ, para el pabellón principal contando con una altura de entrepiso de 3.4m para el primer piso y 3,10 m para el segundo nivel. El sistema estructural predominante en ambos sentidos ortogonales es de pórticos de concreto armado.

Las columnas rectangulares son de sección 0,30 x 0,40 m, vigas peraltadas no portantes de 0,30 m x 0,40 m y portantes de 0,30 m x 0,55 m.

Posee un sistema de losa aligerada convencional de 20 cm el cual garantiza la condición de diafragma rígido y una buena compatibilidad de deformación.

La Figura 28 muestra el sistema estructural al que pertenece nuestra edificación, en donde los muros de albañilería no cumplen función estructural o aporte de rigidez, solamente es usado para la división de ambientes, así mismo posee un volado de 1,65 metros contando con una viga de borde de 0,25 x 0,20m.

#### **Figura 28**

*El Pabellón Principal de la Municipalidad Distrital de Pachía posee un sistema de pórticos de concreto armado*

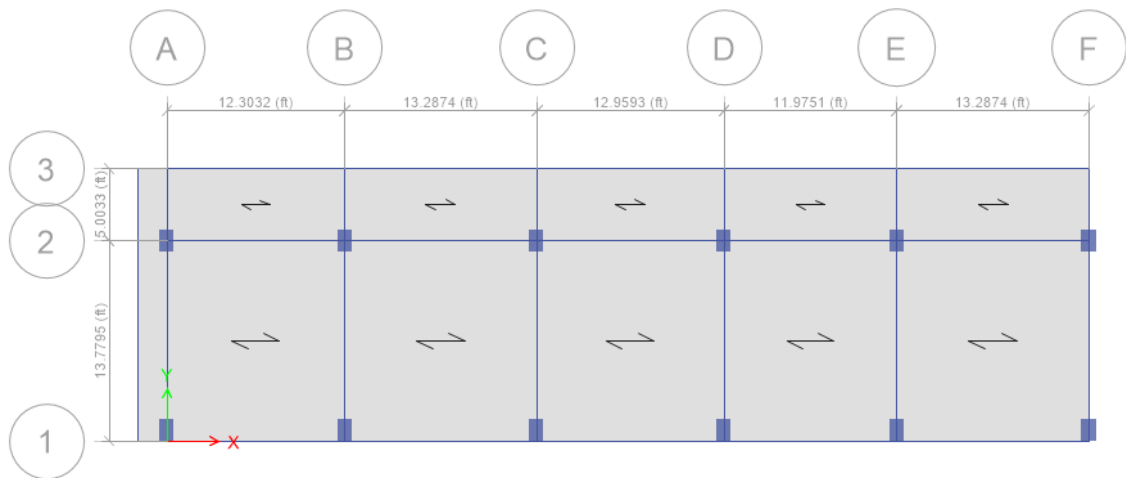


La Figura 29 y Figura 30 ilustran el modelado en el programa Etabs, una vez procesados los datos obtenidos en la recopilación de información, de esta manera el primer y segundo nivel quedan plasmados con sus respectivas medidas.

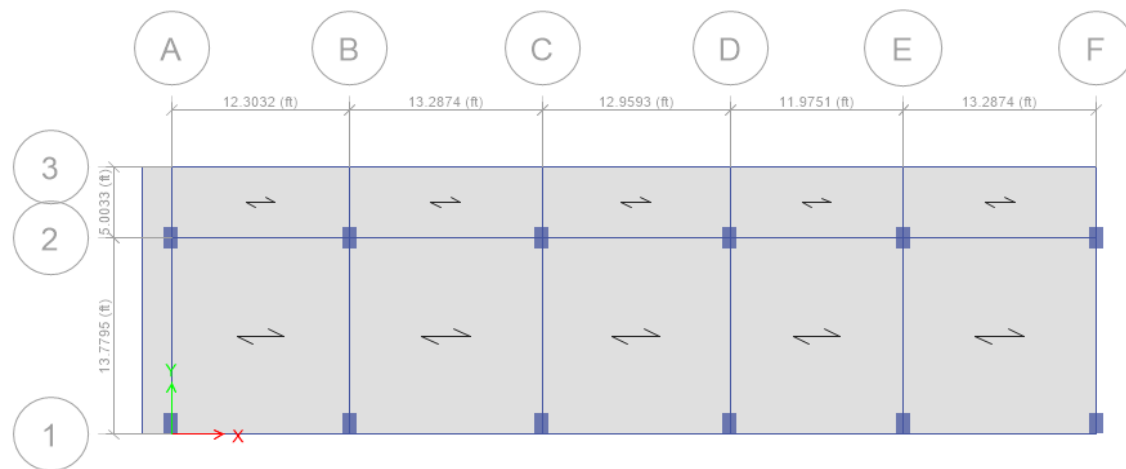


**Figura 29**

*Nivel superior con vista en planta del Pabellón Principal de la Municipalidad Distrital de Pachía*

**Figura 30**

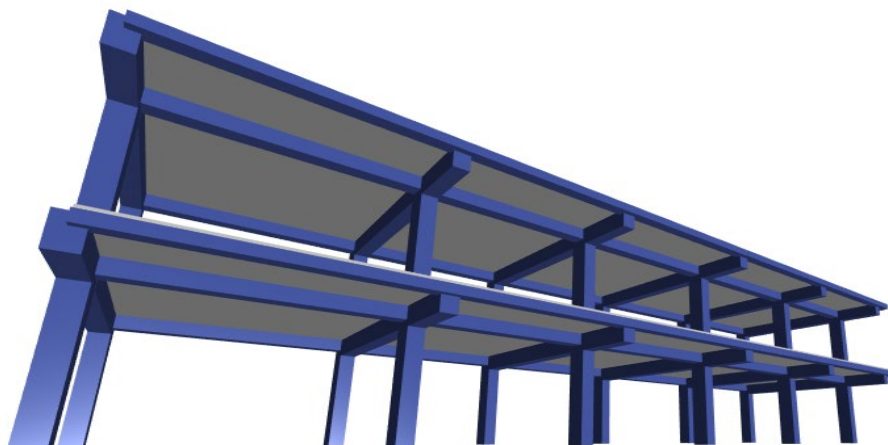
*Nivel inferior con vista en planta del Pabellón Principal de la Municipalidad Distrital de Pachía*



La Figura 31 ilustra el modelamiento en 3D en el programa Etabs, este modelamiento ya contiene las cargas especificadas en cada elemento estructural y las dimensiones de cada detalle modelado.

**Figura 31**

*Modelamiento 3D del Pabellón Principal de la Municipalidad Distrital de Pachía*



#### **4.5.3. Cargas aplicadas**

Se realizó la valoración de cargas en concordancia a la Norma E.020. Se hizo una estimación del peso de elementos que no son considerados estructurales, debido a que ya contábamos con las medidas de campo y con su peso específico. A continuación, se detallan las cargas típicas (muertas y vivas) consideradas en el análisis:

A continuación, se detallan las cargas típicas (muertas y vivas) consideradas en el análisis:

##### *Cargas Permanentes (D):*

Para el caso de los techos, se tiene el siguiente metrado de cargas, y carga permanente total:

##### Piso típico

Tarrajeo	35	kgf/m <sup>2</sup>
Contrapiso	115	kgf/m <sup>2</sup>
Ladrillo 15x30x30	65	kgf/m <sup>2</sup>
Ladrillo 20x30x30	85	Kgf/m <sup>2</sup>
Losa Aligerado de 25cm	350	kgf/m <sup>2</sup>

##### Azotea

Tarrajeo	35	kgf/m <sup>2</sup>
Contrapiso	115	kgf/m <sup>2</sup>
Ladrillo 15x30x30	65	kgf/m <sup>2</sup>
Ladrillo 20x30x30	85	Kgf/m <sup>2</sup>
Losa Aligerado de 25cm	350	kgf/m <sup>2</sup>

Las cargas vivas consideradas para los techos y entrepisos están acordes a lo señalado en la NTE E 020, sin embargo, entendemos que es una zona de alto tránsito por lo cual seremos conservadores en el análisis para los distintos ambientes, tales como corredores, oficinas, tiendas, azoteas, entre otros, como se indica a continuación:

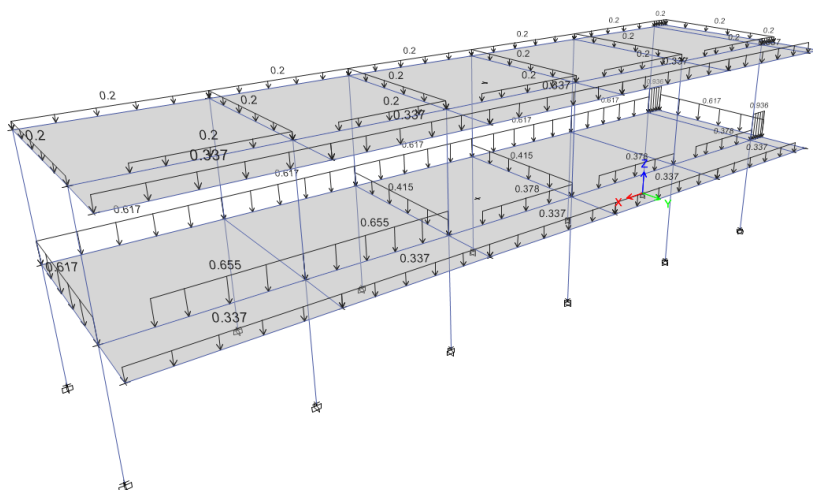
Para el caso de los entrepisos, se tiene el siguiente metrado de cargas:

Exceptuando salas de archivo y computación	250	kgf/m <sup>2</sup>
Salas de archivo	500	kgf/m <sup>2</sup>
Salas de computación	250	kgf/m <sup>2</sup>
Deposito	500	kgf/m <sup>2</sup>
Corredores y escaleras	400	kgf/m <sup>2</sup>

La Figura 32 muestra el modelamiento en Etabs, con la estructura con cargas distribuidas sobre cada elemento portante, en donde la operación para determinar el peso sísmico total de la edificación se usó el 100 % de la carga muerta más el 50 % de la carga viva de entrepiso y el 25 % de la carga viva de techo según lo indicado en la Norma de Estructuras E.030.

### Figura 32

*Distribución de cargas de la tabiquería en el segundo nivel del Pabellón Principal de la Municipalidad Distrital de Pachía*



*Nota.* Esta distribución de cargas es parte del modelamiento matemático de la Municipalidad Distrital de Pachía para obtener resultados más precisos. Elaboración propia.

#### 4.5.4. Normas empleadas

Se hizo uso de las normas vigentes para el correcto análisis, respetando los parámetros de las mismas.

- Norma de cargas NTP E.020
- Norma de concreto armado NTP E.060
- Norma de diseño sismorresistente NTP E.030

#### 4.5.5. Parámetros sísmicos

Para realizar el análisis sísmico de la Municipalidad Distrital de Pachía, tomaremos lo descrito por la norma E.030 y extraeremos sus parámetros correspondientes.

##### 4.5.5.1. Factor de zonificación sísmica

Según los códigos sísmicos de construcción vigentes, el Perú se divide en cuatro zonas sísmicas basándose en características generales de los movimientos sísmicos, así como información de las últimas deformaciones de las cortezas terrestres.

La Figura 33 muestra cómo el Perú está dividido en 4 zonas que hace alusión a la probabilidad que se produzcan los sismos según sea el departamento en el que se encuentre tu estructura a evaluar o diseñar.

**Figura 33**

*Zonificación sísmica del Perú*



*Nota.* Tomado de Norma NTP E.030

Los datos a seleccionar para el factor de Zona se muestran en la tabla 10, esta tabla nos la proporciona la norma E.30.

**Tabla 10**

*Factores de zona sísmica "Z"*

<b>Tabla N°1</b>	
<b>Factores de zona "Z"</b>	
<b>ZONA</b>	<b>Z</b>
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

*Nota.* Fuente: Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente (2018).

Para la presente tesis, se seleccionó la zona 4 como se muestra en la tabla 11 por estar ubicada en la Provincia de Tacna, exactamente en el Distrito de Pachía, obteniendo un factor de 0.45.

**Tabla 11**

*Zona sísmica de acuerdo a la ubicación de la  
Municipalidad Distrital de Pachía*

<b>ZONA</b>	<b>Z</b>
<b>4</b>	0,45

#### **4.5.5.2. Factor de Uso**

En el capítulo III, denominado categoría, sistema estructural y regularidad de las edificaciones, en su artículo 15, clasifica en 4 categorías las edificaciones de acuerdo a su factor de uso o importancia; las cuales son edificaciones esenciales, importantes, comunes y temporales, estas hacen referencia a la protección que pueden proporcionar en caso de desastres respecto a la cantidad de personas y la utilización de la edificación.

El factor de uso que se obtuvo se muestra en la tabla 12, en donde el valor es 1.5 por pertenecer a local municipal según los lineamientos vigentes.

**Tabla 12***Categoría de la edificación y Factor de uso (U)*

Categoría	FACTOR U
A	1.5

**4.5.5.3. Sistema Estructural y Coeficientes de Reducción de Fuerzas Sísmicas**

El sistema predominante que brinda las condiciones sismorresistentes en nuestra edificación es de pórticos de concreto armado según la inspección insitu y los levantamientos realizados.

Se muestra el factor de reducción en la tabla 13, según los lineamientos vigentes en el artículo 18 de la normativa E.030 corresponde un factor de reducción de  $R=8$ .

**Tabla 13***Sistemas Estructurales y Coeficiente básico de reducción de las Fuerzas Sísmicas  $R_o$* 

<b>TABLA N°7</b>	
<b>Sistemas estructurales</b>	
<b>Sistema Estructural</b>	<b>Coeficiente Básico de Reducción <math>R_o</math>(*)</b>
<b>Acero:</b>	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	5
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	4
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	7
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	4
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
<b>Concreto Armado:</b>	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada	3
Madera	7(**)

*Nota.* Fuente: Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente (2018).

#### 4.5.5.4. Factor de suelo

Se considera el tipo de perfil que mejor represente las condiciones locales.

En la tabla 14 se utilizó los correspondientes valores del factor de amplificación del suelo S y de los períodos TP y TL dados en las Tablas, nos corresponde un suelo S2.

**Tabla 14**

*Factores de suelo*

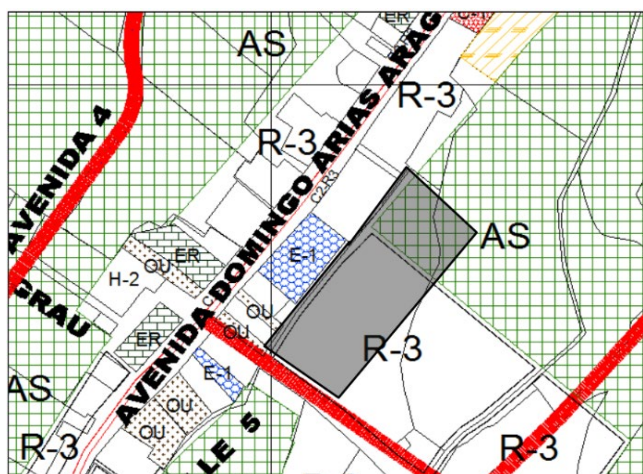
		<b>Tabla N°3</b>			
		<b>Factor de suelo "S"</b>			
Suelo	Zona	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>4</sub>
	Z <sub>4</sub>	0,80	1,00	1,05	1,10
	Z <sub>3</sub>	0,80	1,00	1,15	1,20
	Z <sub>2</sub>	0,80	1,00	1,20	1,40
	Z <sub>1</sub>	0,80	1,00	1,60	2,00

*Nota.* Fuente: Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente (2018).

La Figura 34 muestra cómo se enfocó la zona donde se ubica la Municipalidad Distrital de Pachía. La zona de color verde representa gravas bien graduadas correspondientes a un suelo intermedio.

**Figura 34**

*Zonificación de suelos del mapa de peligros de la Provincia de Tacna*



*Nota.* Estudio de Mecánica de Suelo

Los valores de para determinar el factor de suelo se muestran en la tabla 15, en donde se hace una correlación entre la zona de la edificación y el tipo de suelo en el que se encuentra ubicado.

**Tabla 15**

*Factor de suelo de la edificación a analizar*

		<b>Tabla N°3</b>			
		<b>Factor de suelo "S"</b>			
Suelo Zona	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	
Z <sub>4</sub>	0,80	1,00	1,05	1,10	
Z <sub>3</sub>	0,80	1,00	1,15	1,20	
Z <sub>2</sub>	0,80	1,00	1,20	1,40	
Z <sub>1</sub>	0,80	1,00	1,60	2,00	

#### 4.5.6. Cortante estático en la base

##### 4.5.6.1. Peso Sísmico

Se presenta las estimaciones del peso sísmico en la tabla 16, según los lineamientos vigentes de la normativa peruana E030 Artículo 26.

**Tabla 16**

Porcentaje de carga viva según la categoría de la edificación que se añade al peso total permanente de las edificaciones

Artículo 26.- Estimación del peso (P)

El peso (P) obtenido sumando la carga permanente y total de la edificación un porcentaje de la carga viva o sobrecarga que se determinada de la siguiente manera:

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



Las masas por piso están representadas en la tabla 17, ya que nuestra edificación es de categoría A, entonces la masa sísmica constará del 100 % de la carga muerta, 50 % de la carga viva de entrepiso y 25 % de la carga viva de la azotea.

**Tabla 17**

*Masas por piso*

TABLE: Centers Of Mass And Rigidity					
Story	Diaphragm	Mass X tonf-s <sup>2</sup> /m	Mass Y tonf-s <sup>2</sup> /m	XCM m	YCM m
Story1	D1	13,6802	13,6802	9,7722	2,7622
Story2	D2	10,0093	10,0093	9,5487	2,799

Entonces tenemos:

$$Masa\ sismica = 23,6895\ tonnef * s^2/m$$

$$Peso\ sismico = 23,6895\ tonnef * \frac{s^2}{m} * 9.8067 \frac{m}{s^2}$$

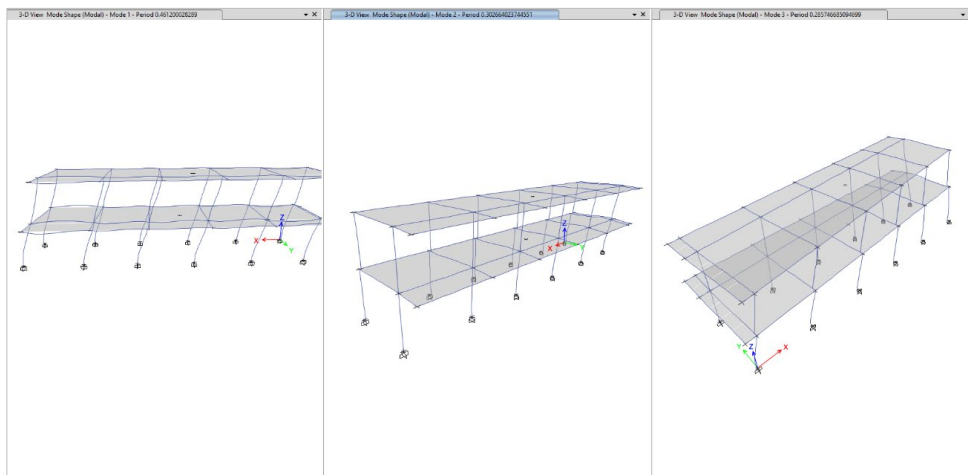
$$Peso\ sismico = 232,3158\ tonnef$$

#### 4.5.6.2. Periodo Fundamental de Vibración y Factores de amplificación sísmica

Realizado el modelamiento matemático de la sección seleccionada de la Municipalidad Distrital de Pachía, se tiene los siguientes modos y periodos de vibración reflejados en la Figura 35 y tabla 18.

**Figura 35**

*Modo de vibración con respecto al primer modo*



**Tabla 18**

*Periodos de vibración según los modos de vibración y la masa comprometida.*

TABLE: Modal Participating Mass Ratios								
Case	Mode	Period sec	UX	UY	SumUX	SumUY	RZ	SumRZ
Modal	1	0,461	0,8959	1,336E-05	0,8959	1,336E-05	0,0047	0,0047
Modal	2	0,303	0,0005	0,8289	0,8965	0,8289	0,0746	0,0793
Modal	3	0,286	0,004	0,0741	0,9004	0,9029	0,8262	0,9055
Modal	4	0,153	0,0991	0,0000013	0,9995	0,9029	0,0006	0,9061
Modal	5	0,102	0,0001	0,0825	0,9996	0,9854	0,0136	0,9197
Modal	6	0,097	0,0004	0,0146	1	1	0,0803	1

Observamos que el primer modo de vibración corresponde a una traslación el eje X con un periodo de 0,461seg mientras que el segundo modo de vibración tendría un periodo de 0,303seg en el eje ortogonal Y.

Para calcular los factores de amplificación sísmica para cada eje correspondiente, debemos identificar el periodo de plataforma y alargue como se muestra en la tabla 19.

**Tabla 19**

*Periodos “ $T_P$ ” y “ $T_L$ ”*

TABLA N°4				
Periodos “ $T_P$ ” y “ $T_L$ ”				
	Perfil de suelo			
	S0	S1	S2	S3
$T_P(S)$	0,3	0,4	0,6	1,0
$T_L(S)$	3,0	2,5	2,0	1,6

*Nota.* Fuente: Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente (2018).

$$T_p = 0,6 \text{ seg}$$

$$T_L = 2,0 \text{ seg}$$

En concordancia con el artículo 14 Factor de amplificación sísmica de la normativa vigente E030, realizamos el siguiente análisis y cálculo:

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

$$T_x = 0.429\text{seg} < T_p = 0.6\text{seg} \rightarrow C_x = 2.5$$

$$T_y = 0.281\text{seg} < T_p = 0.6\text{seg} \rightarrow C_y = 2.5$$

#### 4.5.6.3. Cálculo del Cortante Estático en la Base

El valor del coeficiente basal será  $ZUCS/R$  será:

$$\frac{ZUCS}{R} = \frac{0,45*1,5*2,5*1,05}{8}$$

$$\frac{ZUCS}{R} = 0,2215 \text{ para el eje X}$$

$$\frac{ZUCS}{R} = \frac{0,45*1,5*2,5*1,05}{8}$$

$$\frac{ZUCS}{R} = 0,2215 \text{ para el eje Y}$$

En la ecuación 7, tenemos la fórmula que nos permite calcular la fuerza cortante en la base en la dirección X en base a los factores que obtuvimos con ayuda de las tablas anteriormente y con el peso sísmico dividido por el coeficiente de reducción sísmica (referido a la ecuación 7).

$$V_x = \frac{ZUCS}{R} * \text{Peso sísmico} \quad (7)$$

$$V_x = \frac{0.45 * 1.5 * 2.5 * 1.05}{8} * 232.3158\text{tonnef}$$

$$V_x = 51.45\text{tonnef}$$

En la ecuación 8, tenemos la fórmula que nos permite calcular la fuerza cortante en la base en la dirección Y en base a los factores que obtuvimos con ayuda de las tablas anteriormente y con el peso sísmico dividido por el coeficiente de reducción sísmica (referido a la ecuación 8).

$$V_y = \frac{ZUCS}{R} * \text{Peso sismico} \quad (8)$$

$$V_y = \frac{0.45 * 1.5 * 2.5 * 1.05}{8} * 232.3158 \text{tonnef}$$

$$V_y = 51.45 \text{tonnef}$$

Para el factor exponencial de distribución tenemos:

$$T \leq 0.50s \rightarrow k = 1.0$$

$$T \geq 0.50s \rightarrow k = 0.75 + 0.5T \leq 2.0$$

Entonces realizamos el análisis:

$$T_x = 0.429 \text{seg} \leq 0.50 \text{seg} \rightarrow k_x = 1.0$$

$$T_y = 0.281 \text{seg} \leq 0.50 \text{seg} \rightarrow k_y = 1.0$$

Las fuerzas cortantes en las bases se muestran en la tabla 20, gracias la programa Etabs se pudieron obtener los valores para realizar el análisis estático, las fuerzas mostradas en el cuadro pertenecen tanto para el eje X como para el eje Y.

**Tabla 20**

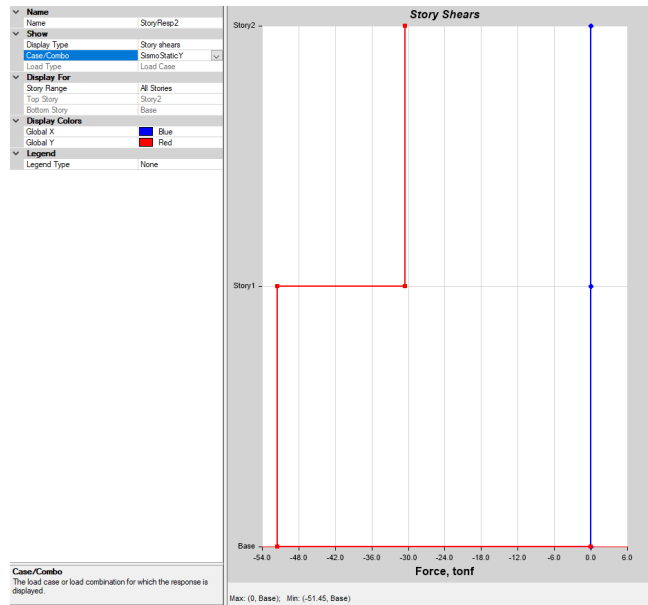
*Fuerza cortante estático en la base.*

TABLE: Story Forces								
Story	Output Case	Case Type	P tonf	VX tonf	VY tonf	T tonf-m	MX tonf-m	MY tonf-m
Story2	SismoStaticX	LinStatic	0	-30,56	0	942,864	0	-91,68
Story2	SismoStaticY	LinStatic	0	0	-30,56	-322,45	91,68	0
Story1	SismoStaticX	LinStatic	0	-51,45	0	157,969	0	-246,03
Story1	SismoStaticY	LinStatic	0	0	-51,45	-547,53	246,03	0

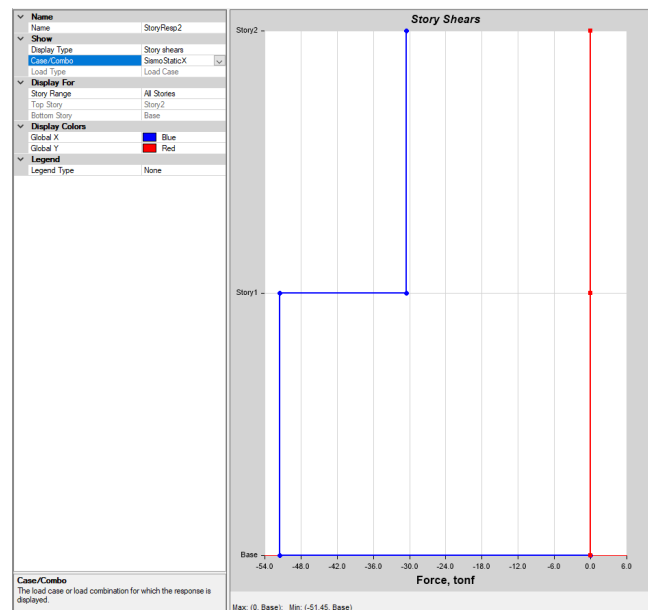
La Figura 36, Figura 37, Figura 38 y Figura 39 muestran los diagramas obtenidos mediante el programa Etbas, en donde se representa las fuerzas cortantes estáticas en la base en las direcciones ortogonales correspondientes.

**Figura 36**

Grafica de la fuerza cortante estática en la base, de acuerdo a la dirección considerada siendo el sismo estático en dirección Y.

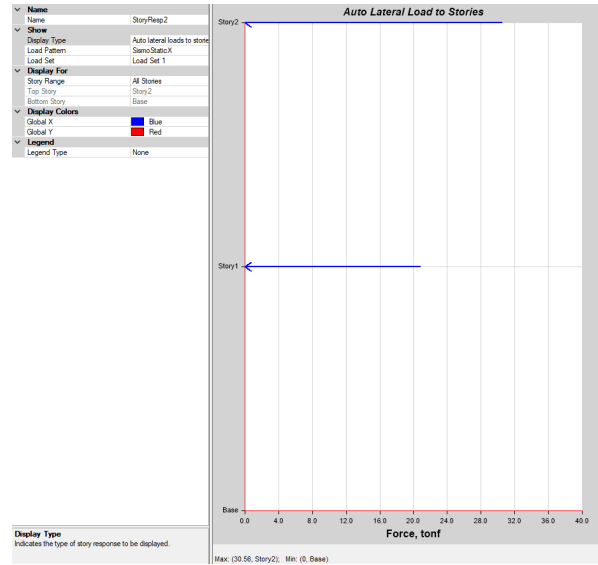
**Figura 37**

Grafica de la fuerza cortante estática en la base, de acuerdo a la dirección considerada siendo el sismo estático en dirección X.

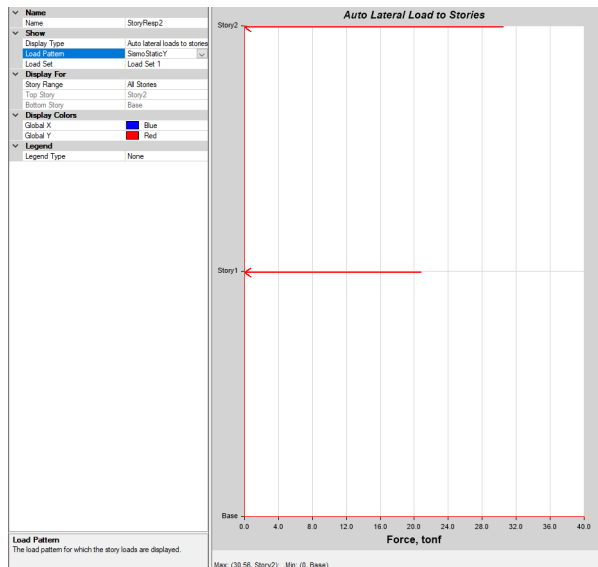


**Figura 38**

*Grafica de la Fuerza inercial estática en la base, de acuerdo a la dirección considerada siendo el sismo estático en dirección X.*

**Figura 39**

*Grafica de la Fuerza inercial estática en la base, de acuerdo a la dirección considerada siendo el sismo estático en dirección Y.*



#### 4.5.7. Fuerza Cortante Dinámico en la Base

Los valores del cortante dinámico son mostrados en la tabla 21, haciendo uso de la norma técnica peruana E.0.30, el cual cumple con los parámetros sísmicos incluidos anteriormente.

**Tabla 21**

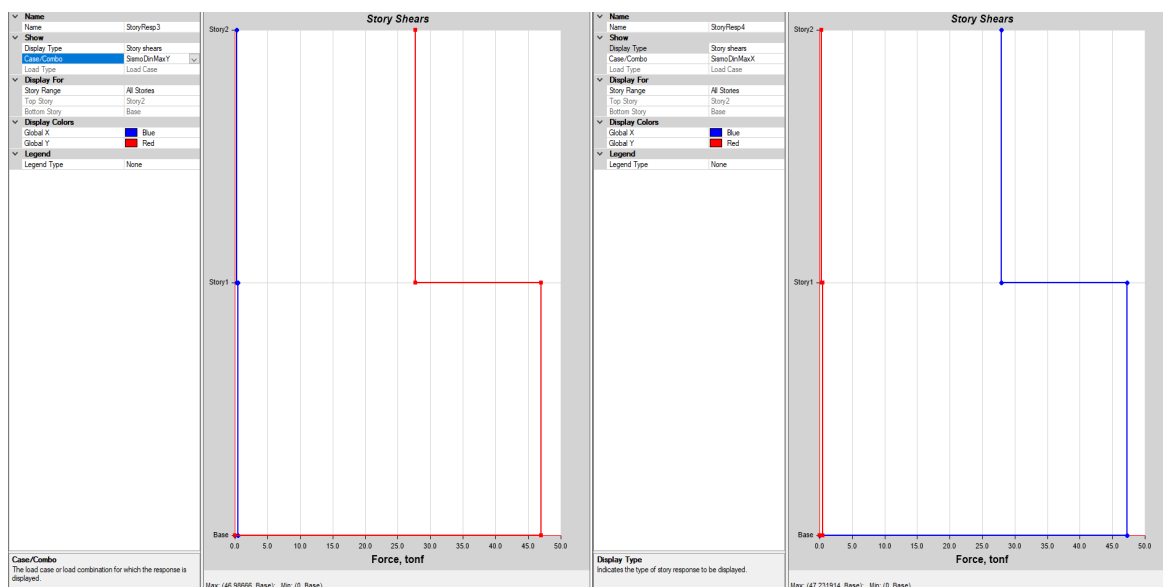
*Fuerza cortante dinámico en la base.*

TABLE: Story Forces							
Story	Output Case	P	VX	VY	T	MX	MY
		tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
Story1	SismoDinMaxX	0	47,2319	0,5071	163,57	2,4124	223,205
Story1	SismoDinMaxY	0	0,5071	46,9867	483,483	221,781	2,3739

La Figura 40 muestran los diagramas obtenidos mediante el programa Etbas, representando la fuerza cortante dinámico en la base para el eje Y, debido a que en esa dirección se está considerando el sismo estático.

**Figura 40**

*Grafica de la fuerza cortante dinámico en la base, de acuerdo a la dirección considerada siendo el sismo estático en dirección Y.*



#### 4.5.8. Fuerza Cortante Mínima

De acuerdo a lo que establece la Norma E.030 Diseño Sismorresistente, la fuerza cortante en la base obtenida del análisis dinámico no puede ser menor que el 80 % de la fuerza cortante en la base obtenida del análisis estático para estructuras regulares, ni menor que el 90 % para estructuras irregulares.

Las fuerzas cortantes que se han obtenido como resultado en el módulo analizado bajo los análisis estático y dinámico son mostradas en la tabla 27.

**Tabla 22**

*Fuerzas cortantes resultantes*

<b>TABLE: Story Forces</b>						
<b>Story</b>	<b>Output Case</b>	<b>VX</b>	<b>VY</b>	<b>T</b>	<b>MX</b>	<b>MY</b>
		tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
Story1	SismoDinMaxX	47,2319	0,5071	163,57	2,4124	223,205
Story1	SismoDinMaxY	0,5071	46,9867	483,483	221,781	2,3739
Story1	SismoStaticX	-51,45	0	157,969	0	-246,03
Story1	SismoStaticY	0	-51,45	-547,53	246,03	0

La ecuación 9 nos ayuda a comprobar la fuerza cortante mínima, en donde el 80 por ciento del sismo estático en X debe ser menor al sismo dinámico, de esta manera cumpliría con los parámetros indicados en la norma (referido a la ecuación 9).

$$80\% * \text{SismoStaticX} < \text{SismoDinMaxX} \quad (9)$$

$$80\% * 51,45 \text{tonnef} < 47,2319 \text{tonnef}$$

$$41,16 \text{tonnef} < 47,2319 \text{tonnef}$$

La ecuación 10 nos ayuda a comprobar la fuerza cortante mínima, en donde el 80 por ciento del sismo estático en Y debe ser menor al sismo dinámico, de esta manera cumpliría con los parámetros indicados en la norma (referido a la ecuación 10).

$$80 \% * \text{SismoStaticY} < \text{SismoDinMaxY} \quad (10)$$

$$80\% * 51,45 \text{tonnef} < 46,9867 \text{tonnef}$$

$$41,16 \text{tonnef} < 46,9867 \text{tonne}$$



Como se aprecia se obtuvieron los cortantes gracias al análisis dinámico ( $V_x = 47,2319$  Tn y  $V_y = 46,9867$  Tn), y nos da un resultado superior al 80 % de la fuerza cortante que se obtuvo en el análisis estático, por lo cual cumple con lo especificado en la Norma E.030 Diseño Sismorresistente, se realizará el siguiente escalamiento de fuerza:

#### 4.5.9. Desplazamientos y Derivas de Entrepiso

Las distorsiones laterales serán obtenidas multiplicando por 0,75R en el caso de que sean estructuras regulares, los resultados que han sido arrojados a través del análisis lineal y elástico con la reducción de los requerimientos sísmicos. Para estructuras irregulares los desplazamientos laterales se calculan multiplicando por 0.85R.

Los límites de distorsión entre piso se muestran en la tabla 23, en donde se clasifica el material que predomina en la estructura y de acuerdo a esa clasificación se selecciona su límite.

**Tabla 23**

*Límites de distorsión de entrepiso*

Tabla N°11	
Límites para la distorsión del entrepiso	
Material Predominante	$(\Delta_i/h_{ei})$
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0,005

*Nota.* Fuente: Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente (2018).

En la tabla 24 se muestran los datos que Etabs nos brinda, las distorsiones “story drifts”.

**Tabla 24**

*Distorsiones en ambas direcciones X y Y*

**TABLE: Story Drifts**

Story	Output Case	Direction	Drift	Drift*0,75*8	Verificacion 0,007
<b>Story2</b>	SismoDinMaxX	X	0,002101	0,012606	No cumple
<b>Story1</b>	SismoDinMaxX	X	0,002221	0,013326	No cumple

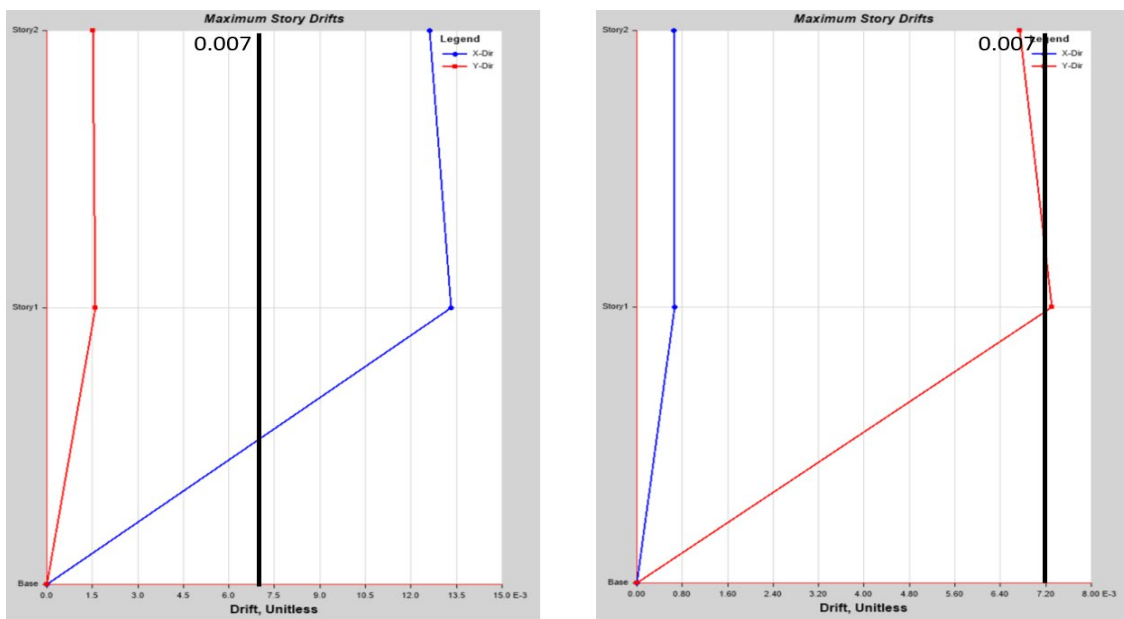
**TABLE: Story Drifts**

Story	Output Case	Direction	Drift	Drift*0,75*8	Verificacion 0,007
<b>Story2</b>	SismoDinMaxY	Y	0,001123	0,006738	Cumple
<b>Story1</b>	SismoDinMaxY	Y	0,001217	0,007302	No cumple

La figura 41 muestra el gráfico que se interpreta a través de la obtención de las derivas tanto para el sismo Y como para el sino en X.

### Figura 41

Se ilustran los resultados obtenidos de las distorsiones.



## CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

La primera hipótesis específica indica que: “Las propiedades mecánicas de los elementos estructurales que componen el pabellón principal de la municipalidad distrital de Pachia, repercuten negativamente en el análisis y evaluación de la estructura”:

Según los lineamientos de nuestra normativa vigente NTP E.060, para elementos estructurales que resisten a fuerzas inerciales de sismo, la resistencia a la compresión del concreto no debe ser menor que 21 Mpa (210 kg/cm<sup>2</sup>), realizado el ensayo no destructivo de esclerometría tenemos una resistencia a la compresión de 218 kgf/cm<sup>2</sup> por consiguiente satisface lo establecido en los lineamientos vigentes.

La segunda hipótesis específica afirma que: “Los resultados del análisis sísmico del pabellón Principal de la Municipalidad distrital de Pachía no cumplen los requisitos mínimos de la normativa vigente sismorresistente E. 030”. Entonces podemos afirmar que:

Efectuado el análisis sísmico en concordancia con los lineamientos y exigencias de las normativas vigentes, se obtuvieron los resultados del análisis matemático del pabellón principal de la Municipalidad Distrital de Pachía y se verifico, en efecto, que estos resultados no satisfacen los desplazamientos máximos permisibles establecidos en el Artículo 32 de la normativa vigente E030.

De lo mencionado anterior, los desplazamientos relativos inelásticos de entrepiso no cumplen el parámetro máximo de exigencia de la normativa vigente (0,007 como máximo) y los resultados son 0,012 y 0,013 para el primer y segundo nivel, por consiguiente, se verifica la hipótesis planteada en inicio. La baja densidad de elementos resistentes en la dirección X podría ocasionar el fallo global de la estructura, debido a que el peralte de las columnas está orientado hacia los pórticos ortogonales Y descuidando y haciendo sumamente flexible los pórticos largos en la dirección ortogonal X.

Finalmente, la tercera hipótesis plantea que “La respuesta de los elementos estructurales del pabellón principal de la Municipalidad Distrital de Pachia no cumple con los requisitos operativos de la norma E.060 para hormigón armado”.

Una delimitación clara del sistema de estructura dentro de la zona sísmica no tiene en cuenta las condiciones operativas requeridas por las normas E060 actuales, ya que los requisitos sísmicos de esta zona imponen mayores demandas en el diseño estructural al tratarse de pórticos especiales resistentes a momentos donde las

columnas son las encargadas de la disipación de la demanda sísmica al estar en precaria situación ejecutados con malos procesos constructivos y deformaciones no permisibles donde se demostró mediante los cálculos que la estructura no tiene la funcionalidad adecuada en consecuencia a esto la respuesta de los elementos estructurales no será óptimo.

Podemos apreciar que muchas columnas no se encuentran separadas con junta de los alfeizares que conforman las ventanas, por consiguiente, ocurrirá una mala disipación de energía con una alta probabilidad de fallo en columnas por el efecto columna corta.

## **CONCLUSIONES**

Se realizó el ensayo no destructivo de esclerometría, concluyendo que satisface los parámetros mínimos establecidos en E060

La estructura perteneciente al pabellón principal de la municipalidad Distrital de Pachía no cumple con las exigencias mínimas de la normativa vigente E030 por consiguiente se concluye un mal comportamiento global de la edificación no apto para su funcionalidad como establecimiento de gobierno.

Se concluye que la respuesta de los elementos estructurales bajo las condiciones de servicio de la normativa vigente E060 no son adecuadas.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda a los profesionales del campo de la ingeniería civil cumplir con todas las especificaciones técnicas estipuladas en el proceso de ejecución de obra, debido a que afectaría el comportamiento estructural demandado al estar en una zona sísmica.

Se recomienda a la Municipalidad Distrital de Pachía realizar un reforzamiento estructural añadiendo placas de concreto armado en las direcciones ortogonales y realizar un mantenimiento y control de fisuras existentes.

Se recomienda a la Municipalidad Distrital de Pachía añadir juntas entre alfeizares y columnas de concreto armado para evitar el efecto columna corta.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Martínez M., Ledesma B. (2018). *Evaluación por desempeño del diseño estructural de viviendas en estado de vulnerabilidad alta en la ciudad de Bogotá—Caso de estudio localidades de: Bosa, Ciudad Bolívar, San Cristóbal y Usme*. [Trabajo de grado pregrado, Universidad Católica de Colombia]. Archivo Digital.
- Blanco Blasco A. (1994). *Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado*
- Morales G., Salazar R., Vásquez A. (2016). *Evaluación estructural de los bloques de aulas y del coliseo de Unidad Educativa Daniel Reyes ubicado en San Antonio de Ibarra*. [Tesis de título pregrado, Universidad Central de Ecuador]. Archivo Digital.
- Saravia R. (2013). *Análisis y diseño con ETABS, su aplicación adecuada y comprobación de resultados, aplicado a edificios de concreto armado*. [Trabajo de Graduación, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Archivo Digital.
- Cespedes B. (2019). *Vulnerabilidad sísmica y reforzamiento estructural del Centro Educativo Libertador San Martín, Independencia-2019*. [Tesis de título pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Archivo Digital.
- Estrada R., Verde H. (2020). *Análisis comparativo del diseño estructural con la aplicación del software ETABS respecto al método tradicional de un edificio de cinco pisos con semisótano ubicado en el distrito de San Martín de Porres – Lima*. [Tesis de título pregrado, Universidad San Martín de Porres]. Archivo Digital.
- Centurion V. (2018). *Evaluación estructural del bloque A1 de la "I.E. Emblemática Jaén de Bracamoros", provincia de Jaén - Cajamarca*. [Tesis de título pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Archivo Digital.
- Yndigoyen S., Almiron T. (2019). *Evaluación Estructural y Propuesta de Reforzamiento en el Centro de Salud Leoncio Prado, de la Ciudad de Tacna*. [Tesis de título pregrado, Universidad Privada de Tacna]. Archivo Digital.
- Mamani Q. (2022). *Evaluación estructural sísmica del Centro Comercial Micaela Bastidas, Bloque 1, empleando la Norma E. 030, Tacna 2022*. [Tesis de título pregrado, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann]. Archivo Digital.
- Perez A. (2022). *Evaluación estructural para determinar el comportamiento sísmico del pabellón "1" de la institución Educativa San José Fe y Alegría N° 40, Tacna 2022*. [Tesis de título pregrado, Universidad Privada de Tacna]. Archivo Digital.
- Gorisse F. (1981). *Ensayos y control de hormigones*

- Hammer J., Zavala C., Sánchez R. (2014). El terremoto del 23 de Junio del 2001 en el Sur del Perú.
- Harmsen T. (2017). Diseño de Estructuras de Concreto Armado (5.<sup>a</sup> ed.)
- Instituto del Cemento y del Concreto de Guatemala (2018). Boletín Técnico ICCG Ensayos no destructivos para la evaluación de la resistencia del concreto endurecido.
- López R., Torres A. (2007). *Comparación Técnico Económica de Dos Edificios de Cuatro Pisos, Uno en Estructura Metálica y Otro en Concreto Armado*. [Tesis de título pregrado, Universidad de La Salle]. Archivo Digital.
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2006). Norma Técnica E.070 Albañilería.
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2009). Norma Técnica E.060 Concreto Armado.
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2018). Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente.
- Ministerio de Salud (2005). El Terremoto y Maremoto del Sur del Perú, 2001.
- Miño J. (2021). *Control de Calidad del Concreto*. [Seminario web]. Tecnología y Educación Innovadora.
- Rojas D. (2017). *Comparación entre el Método Estático y el Método Dinámico (Modal Espectral y Tiempo Historia) Aplicados en una Edificación Multifamiliar de cuatro Niveles de Albañilería Confinada en la Ciudad de Cajamarca*. [Tesis de título pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Archivo Digital.
- San Bartolomé A., Quiun D., Silva W. (2018). *Diseño y Construcción de Estructuras Sismorresistentes de Albañilería* (2nd ed.). Pontificia Universidad Católica del Perú
- Sepúlveda R. (2017). Patologías de Edificación: En obras de Hormigón Armado
- Tavera H., Bernal I., Condori C., Ordaz M., Zeballos A., Ishizawa O. (2014). Evaluación del Peligro Sísmico.
- FEMA P-154 (2015). *Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: A Handbook Third Edition*. Archivo Digital.
- Zabalaga J. (2019). *Informe de Mecánica de Suelos Pachia*. [Informe de Mecánica de Suelos]. Archivo Digital.





**ANEXOS**



### Anexo 1. Matriz de consistencia



Interrogante del Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Metodología
<b>Problema General</b>	<b>Objetivo General</b>	<b>Hipótesis General</b>	<b>Independiente</b>	- Elementos estructurales - Estructuración - Propiedades mecánicas de los elementos estructurales - Sistema estructural	<b>Tipo de Investigación</b> La investigación será de tipo explicativa  <b>Nivel de Investigación</b> El nivel de investigación será de nivel Integrativo  <b>Población</b>
¿Cuál es la evaluación estructural de la Municipalidad Distrital de Pachía?	Evaluar estructuralmente de la Municipalidad Distrital de Pachía.	La Municipalidad Distrital de Pachía tiene un comportamiento inadecuado.	Estructura de la Municipalidad Distrital de Pachía.		Entidades Públicas de la ciudad de Tacna
<b>Problemas Específicos</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Hipótesis Especificas</b>	<b>Dependiente</b>	- Zonificación - Solicitaciones sísmicas. - Esfuerzos de los elementos que componen la estructura - Periodo de vibración - Derivas - Desplazamientos de entrepiso	<b>Muestra</b> La Municipalidad Distrital de Pachía  <b>Técnica de recopilación de datos</b> La información será procesada y se elaborará planos de planta de la estructura mediante un levantamiento.  - Ensayos de laboratorio. - Ensayos in situ. - Modelamiento matemático estructural - Análisis sísmico - Observación de la estructura.
¿Cuáles son las propiedades mecánicas de los elementos que componen la Municipalidad Distrital de Pachía?	Determinar las propiedades mecánicas de los elementos que componen la estructura de la Municipalidad Distrital de Pachía.	Las propiedades mecánicas de los elementos que componen la estructura de la Municipalidad Distrital de Pachía influyen negativamente en el comportamiento sísmico de la estructura.	Evaluación estructural de la Municipalidad Distrital de Pachía.		
¿Cuál es el comportamiento sísmico de la Municipalidad Distrital de Pachía?	Realizar el análisis sísmico de la Municipalidad Distrital de Pachía, según la norma de diseño sismorresistente.	Los resultados del análisis sísmico de la Municipalidad Distrital de Pachía, no siguen los parámetros de la norma E. 030.			
¿Cuál es la respuesta en condiciones de servicio de la Municipalidad Distrital de Pachía?	Determinar la respuesta en condiciones de servicio de los elementos estructurales en la Municipalidad Distrital de Pachía.	La respuesta de los elementos estructurales de la Municipalidad Distrital de Pachía no cumplen las condiciones de servicio de la norma E.060 de concreto armado.			



## Anexo 2. Fichas de control de patologías estructurales

<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL					
<b>FICHA DE INSPECCIÓN VISUAL DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES</b>				<b>N° 01</b>	
<b>DATOS DE EVALUADORES</b>					
NOMBRES Y APELLIDOS		MAMANI TORRES LIZBETH / SALDAÑA LOPEZ NICOLLE			
GRADO DE INSTRUCCIÓN		BACHILLER EN INGENIERÍA CIVIL			
<b>DATOS RECOPIADOS DE LA EDIFICACIÓN</b>					
DEPARTAMENTO		TACNA			
PROVINCIA		TACNA			
DISTRITO		PACHÍA			
DIRECCIÓN		CALLE ARIAS ARAGUEZ S/N TACNA, PACHÍA 23500			
EDIFICACIÓN		MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PACHÍA			
USO DE EDIFICIO		OFICINAS			
TIEMPO		18 AÑOS			
SISTEMA ESTRUCTURAL (EJE X)		PÓRTICOS			
SISTEMA ESTRUCTURAL (EJE Y)		PÓRTICOS			
<b>DATOS DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES EVIDENCIADAS</b>					
HORA DE INSPECCIÓN		11:00 a. m.			
FECHA INSPECCIÓN		7 ENERO DE 2023			
ELEMENTO	DIMENSIONES			UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA
	b (cm)	h (cm)	L (cm)		
COLUMNA	30	45		PRIMER NIVEL	
VIGA	30	55			
VIGUETAS					
LOSA					
MURO					
<b>TIPO DE FALLA ESTRUCTURAL</b>					
FALLA EN NUDO DE VIGA					
<b>POSIBLE CAUSAL DEL DAÑO</b>					
EL VOLADO PRESENTA UN MAYOR MOMENTO AL QUE RESISTE					

<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL					
<b>FICHA DE INSPECCIÓN VISUAL DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES</b>				<b>N° 02</b>	
<b>DATOS DE EVALUADORES</b>					
NOMBRES Y APELLIDOS		MAMANI TORRES LIZBETH / SALDAÑA LOPEZ NICOLLE			
GRADO DE INSTRUCCIÓN		BACHILLER EN INGENIERÍA CIVIL			
<b>DATOS RECOPIADOS DE LA EDIFICACIÓN</b>					
DEPARTAMENTO		TACNA			
PROVINCIA		TACNA			
DISTRITO		PACHÍA			
DIRECCIÓN		CALLE ARIAS ARAGUEZ S/N TACNA, PACHÍA 23500			
EDIFICACIÓN		MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PACHÍA			
USO DE EDIFICIO		OFICINAS			
TIEMPO		18 AÑOS			
SISTEMA ESTRUCTURAL (EJE X)		PÓRTICOS			
SISTEMA ESTRUCTURAL (EJE Y)		PÓRTICOS			
<b>DATOS DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES EVIDENCIADAS</b>					
HORA DE INSPECCIÓN		11:00 a. m.			
FECHA INSPECCIÓN		7 ENERO DE 2023			
ELEMENTO	DIMENSIONES			UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA
	b (cm)	h (cm)	L (cm)		
COLUMNA				PRIMER NIVEL	
VIGA	30	55			
VIGUETAS					
LOSA					
MURO					
<b>TIPO DE FALLA ESTRUCTURAL</b>					
DESPRENDIMIENTO DEL CONCRETO					
<b>POSIBLE CAUSAL DEL DAÑO</b>					
MAL PROCESO CONSTRUCTIVO					

<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL					
<b>FICHA DE INSPECCIÓN VISUAL DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES</b>				<b>N° 03</b>	
<b>DATOS DE EVALUADORES</b>					
NOMBRES Y APELLIDOS		MAMANI TORRES LIZBETH / SALDAÑA LOPEZ NICOLLE			
GRADO DE INSTRUCCIÓN		BACHILLER EN INGENIERÍA CIVIL			
<b>DATOS RECOPIADOS DE LA EDIFICACIÓN</b>					
DEPARTAMENTO		TACNA			
PROVINCIA		TACNA			
DISTRITO		PACHÍA			
DIRECCIÓN		CALLE ARIAS ARAGUEZ S/N TACNA, PACHÍA 23500			
EDIFICACIÓN		MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PACHÍA			
USO DE EDIFICIO		OFICINAS			
TIEMPO		18 AÑOS			
SISTEMA ESTRUCTURAL (EJE X)		PÓRTICOS			
SISTEMA ESTRUCTURAL (EJE Y)		PÓRTICOS			
<b>DATOS DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES EVIDENCIADAS</b>					
HORA DE INSPECCIÓN		11:00 a. m.			
FECHA INSPECCIÓN		7 ENERO DE 2023			
ELEMENTO	DIMENSIONES			UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA
	b (cm)	h (cm)	L (cm)		
COLUMNA				PRIMER NIVEL	
VIGA	30	55			
VIGUETAS					
LOSA					
MURO					
<b>TIPO DE FALLA ESTRUCTURAL</b>					
FISURACION DEL CONCRETO NO CONFINADO DE LA VIGA					
<b>POSIBLE CAUSAL DEL DAÑO</b>					
MAL PROCESO CONSTRUCTIVO					

<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL					
<b>FICHA DE INSPECCIÓN VISUAL DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES</b>				<b>N° 04</b>	
<b>DATOS DE EVALUADORES</b>					
NOMBRES Y APELLIDOS		MAMANI TORRES LIZBETH / SALDAÑA LOPEZ NICOLLE			
GRADO DE INSTRUCCIÓN		BACHILLER EN INGENIERÍA CIVIL			
<b>DATOS RECOPIADOS DE LA EDIFICACIÓN</b>					
DEPARTAMENTO		TACNA			
PROVINCIA		TACNA			
DISTRITO		PACHÍA			
DIRECCIÓN		CALLE ARIAS ARAGUEZ S/N TACNA, PACHÍA 23500			
EDIFICACIÓN		MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PACHÍA			
USO DE EDIFICIO		OFICINAS			
TIEMPO		18 AÑOS			
SISTEMA ESTRUCTURAL (EJE X)		PÓRTICOS			
SISTEMA ESTRUCTURAL (EJE Y)		PÓRTICOS			
<b>DATOS DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES EVIDENCIADAS</b>					
HORA DE INSPECCIÓN		11:00 a. m.			
FECHA INSPECCIÓN		7 ENERO DE 2023			
ELEMENTO	DIMENSIONES			UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA
	b (cm)	h (cm)	L (cm)		
COLUMNA				PRIMER NIVEL	
VIGA	30	55			
VIGUETAS					
LOSA					
MURO					
<b>TIPO DE FALLA ESTRUCTURAL</b>					
POSIBLE FALLA DE CORTE POR FLEXION					
<b>POSIBLE CAUSAL DEL DAÑO</b>					
AUMENTO DE MOMENTOS ACTUANTES DEBIDO AL SISMO Y NO DISEÑO PARA ELLO					

<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL					
<b>FICHA DE INSPECCIÓN VISUAL DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES</b>				<b>N° 05</b>	
<b>DATOS DE EVALUADORES</b>					
NOMBRES Y APELLIDOS		MAMANI TORRES LIZBETH / SALDAÑA LOPEZ NICOLLE			
GRADO DE INSTRUCCIÓN		BACHILLER EN INGENIERÍA CIVIL			
<b>DATOS RECOPIADOS DE LA EDIFICACIÓN</b>					
DEPARTAMENTO		TACNA			
PROVINCIA		TACNA			
DISTRITO		PACHÍA			
DIRECCIÓN		CALLE ARIAS ARAGUEZ S/N TACNA, PACHÍA 23500			
EDIFICACIÓN		MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PACHÍA			
USO DE EDIFICIO		OFICINAS			
TIEMPO		18 AÑOS			
SISTEMA ESTRUCTURAL (EJE X)		PÓRTICOS			
SISTEMA ESTRUCTURAL (EJE Y)		PÓRTICOS			
<b>DATOS DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES EVIDENCIADAS</b>					
HORA DE INSPECCIÓN		11:00 a. m.			
FECHA INSPECCIÓN		7 ENERO DE 2023			
ELEMENTO	DIMENSIONES			UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA
	b (cm)	h (cm)	L (cm)		
COLUMNA	30	45		PRIMER NIVEL	
VIGA					
VIGUETAS					
LOSA					
MURO					
<b>TIPO DE FALLA ESTRUCTURAL</b>					
FALLA POR EFECTO COLUMNA CORTA					
<b>POSIBLE CAUSAL DEL DAÑO</b>					
NO EXISTE JUNTA ENTRE COLUMNA Y ALFEIZERES DE VENTANA LO QUE OCASIONA LA FALLA COLUMNA CORTA					

### Anexo 3. Panel Fotográfico

**Figura 42**

*Primer Nivel del Pabellón Principal de la Municipalidad  
Distrital de Pachía*



**Figura 43**

*Segundo Nivel del Pabellón Principal de la Municipalidad  
Distrital de Pachía*





**Figura 44**

*Medición para realizar el levantamiento de la edificación*

**Figura 45**

*Interior de una oficina de la Municipalidad Distrital de Pachía*



**Figura 46**

*Delimitación de la zona y ensayo in situ en columna*

**Figura 47**

*Interior de una oficina de la Municipalidad Distrital de Pachía*



**Figura 48**

*Interior de una oficina de la Municipalidad Distrital de Pachía*

**Figura 49**

*Toma de datos del esclerómetro*



**Figura 50**

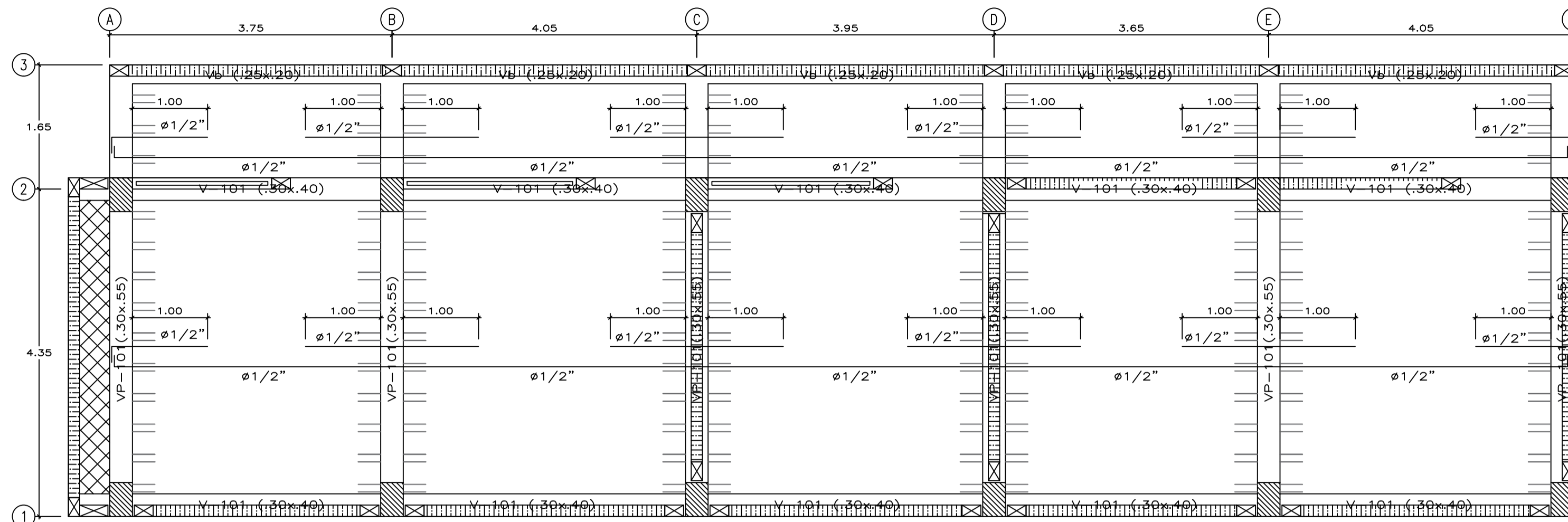
*Toma de datos del esclerómetro*

**Figura 51**

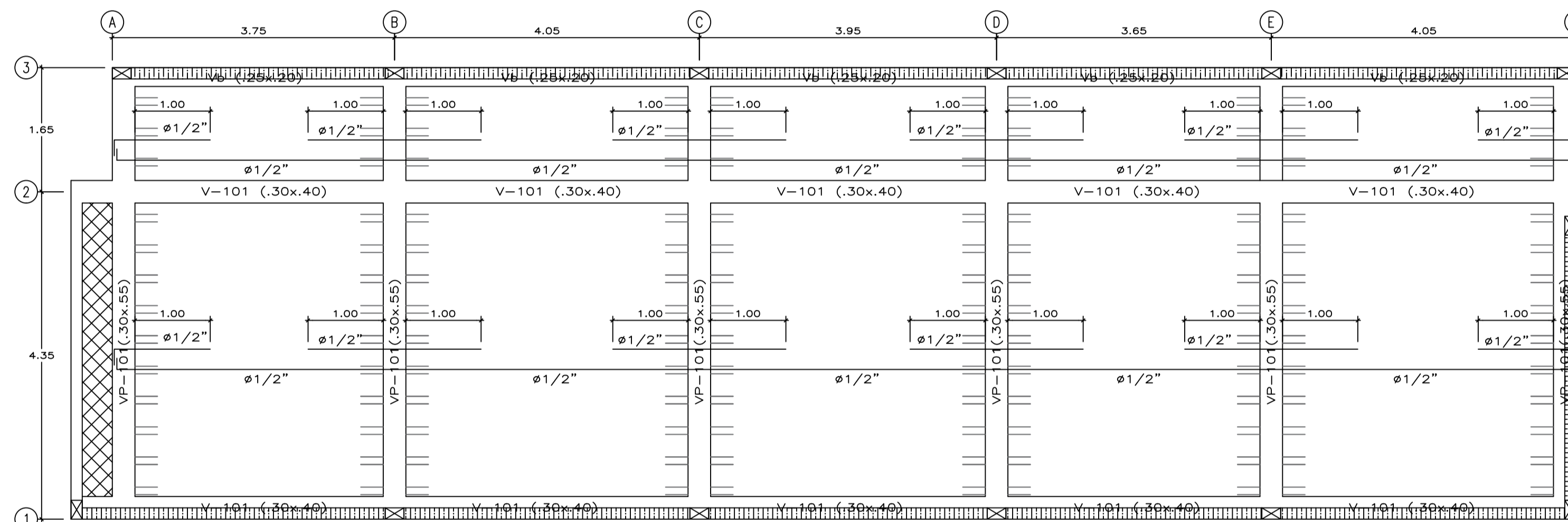
*Finalización de ensayo in situ con el esclerómetro en la  
Municipalidad Distrital de Pachía*



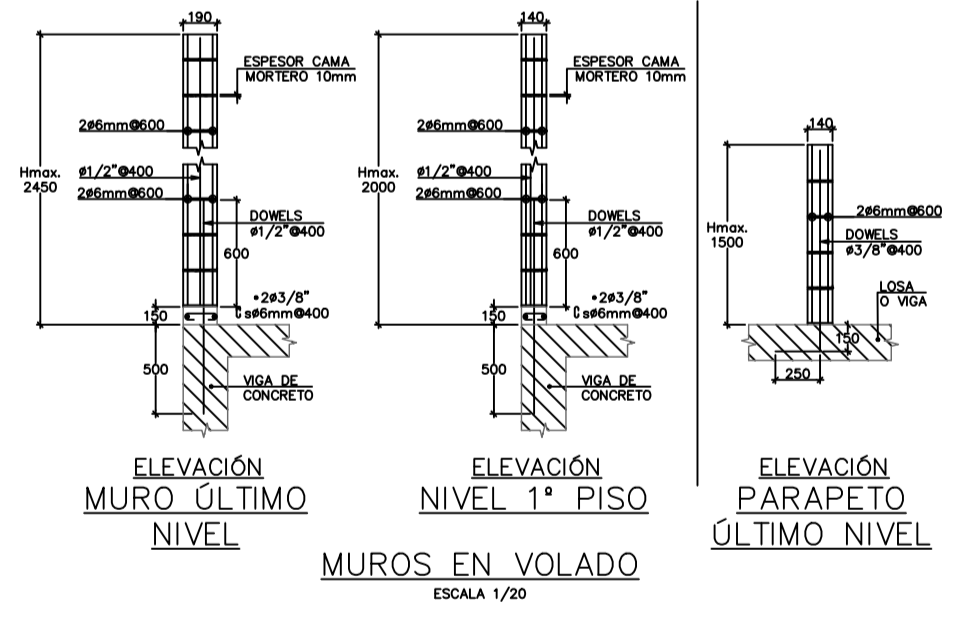
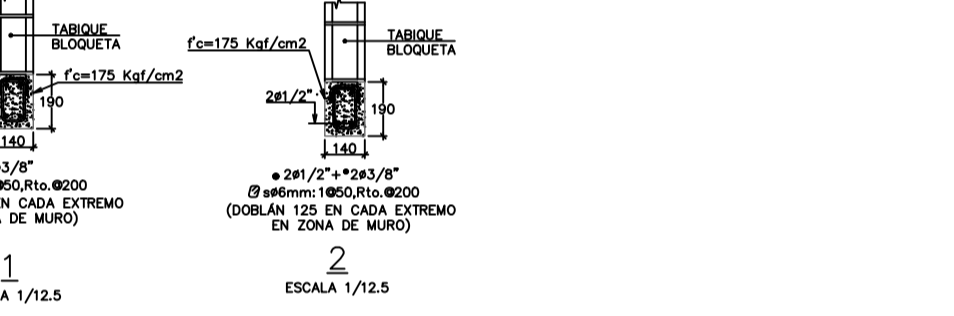
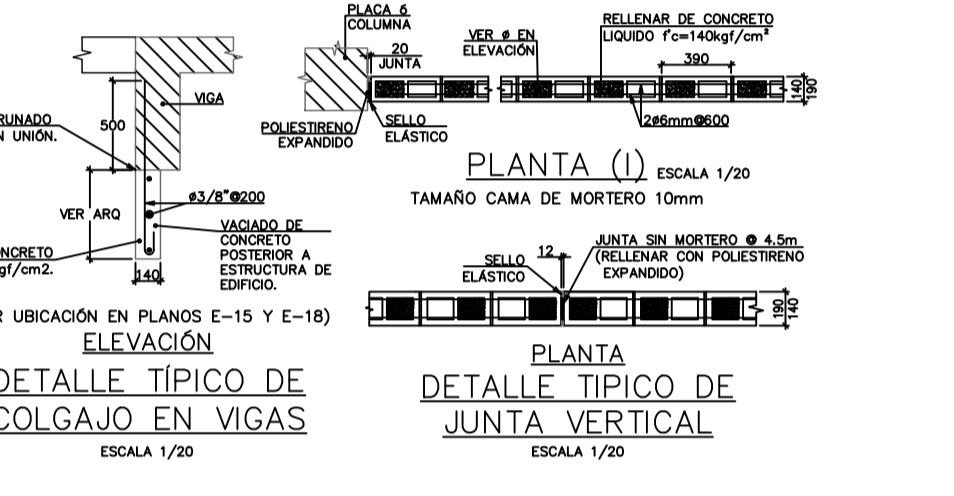
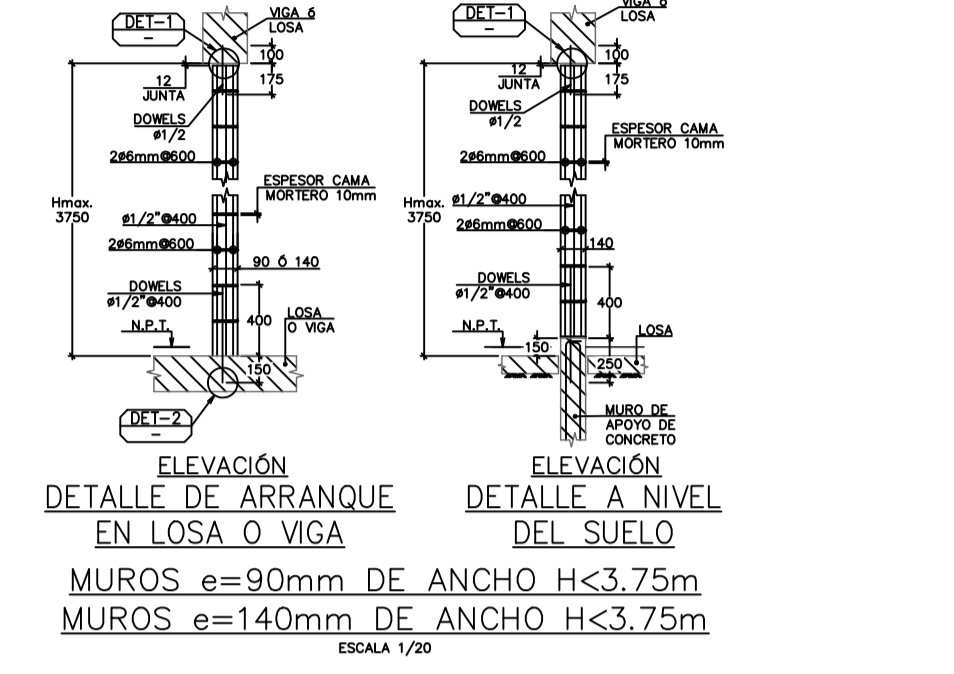
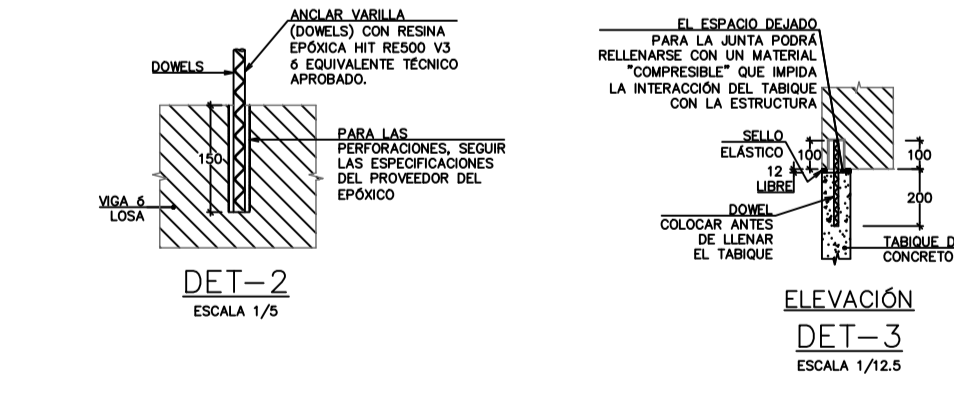
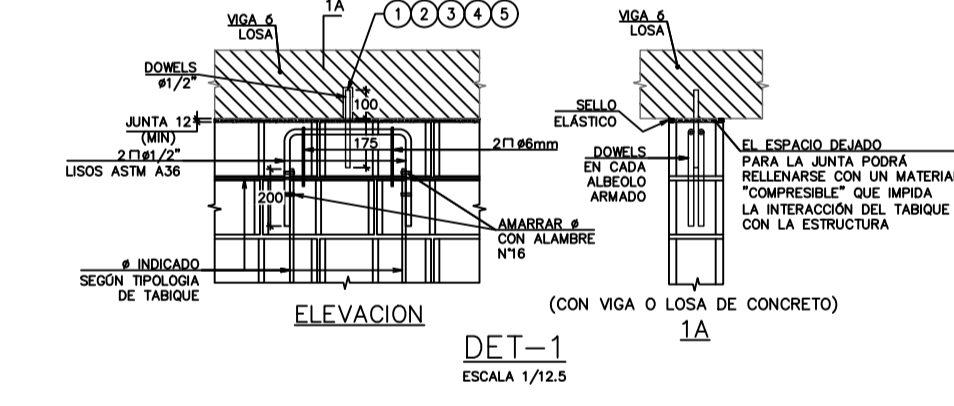
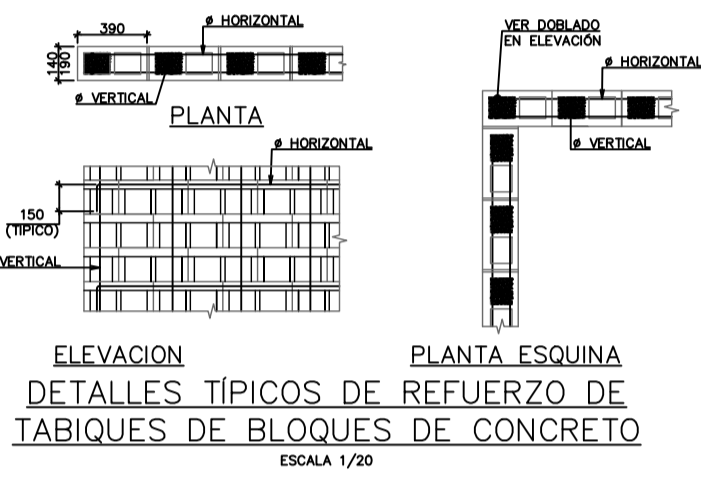
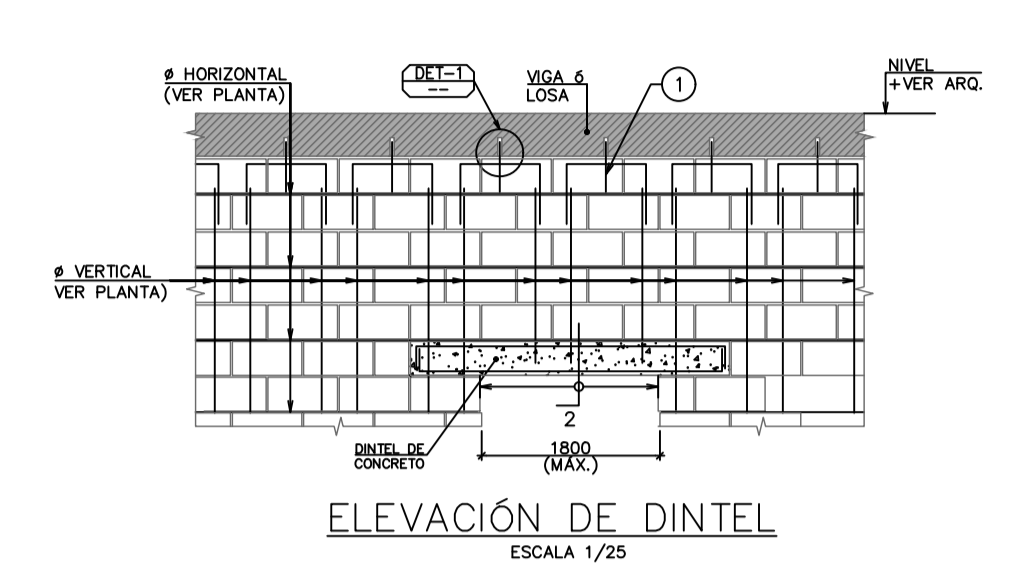
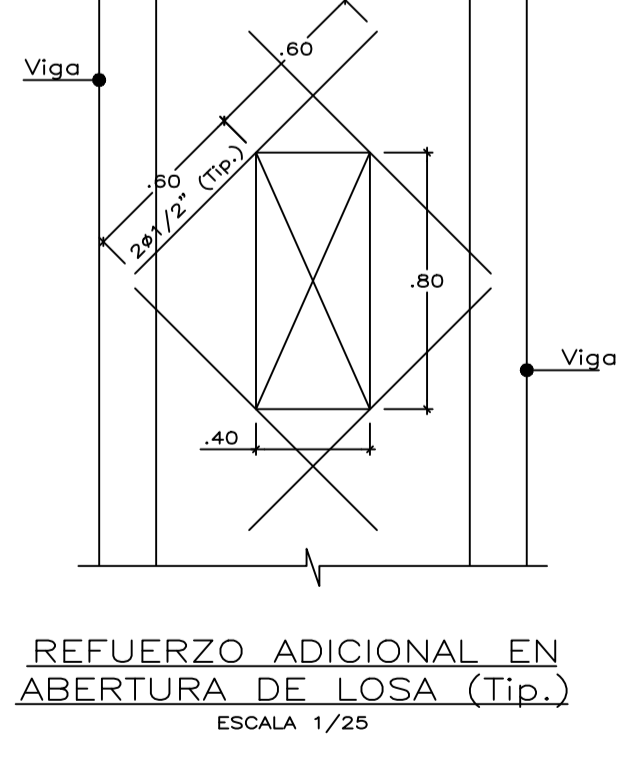
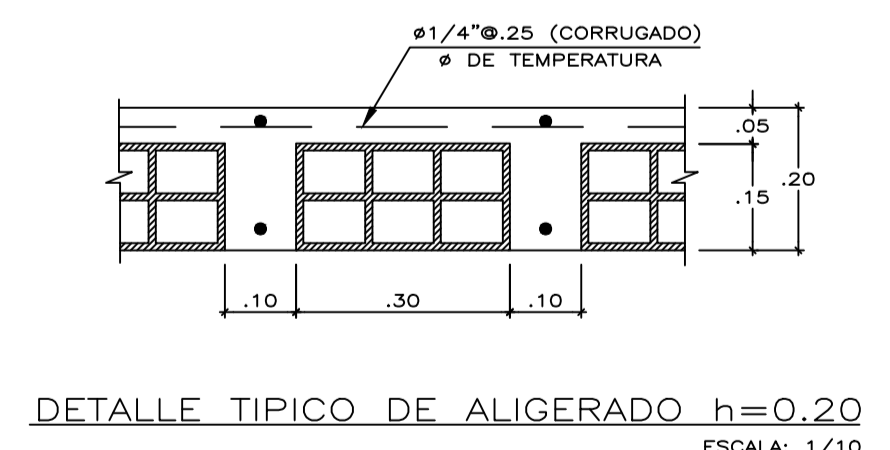
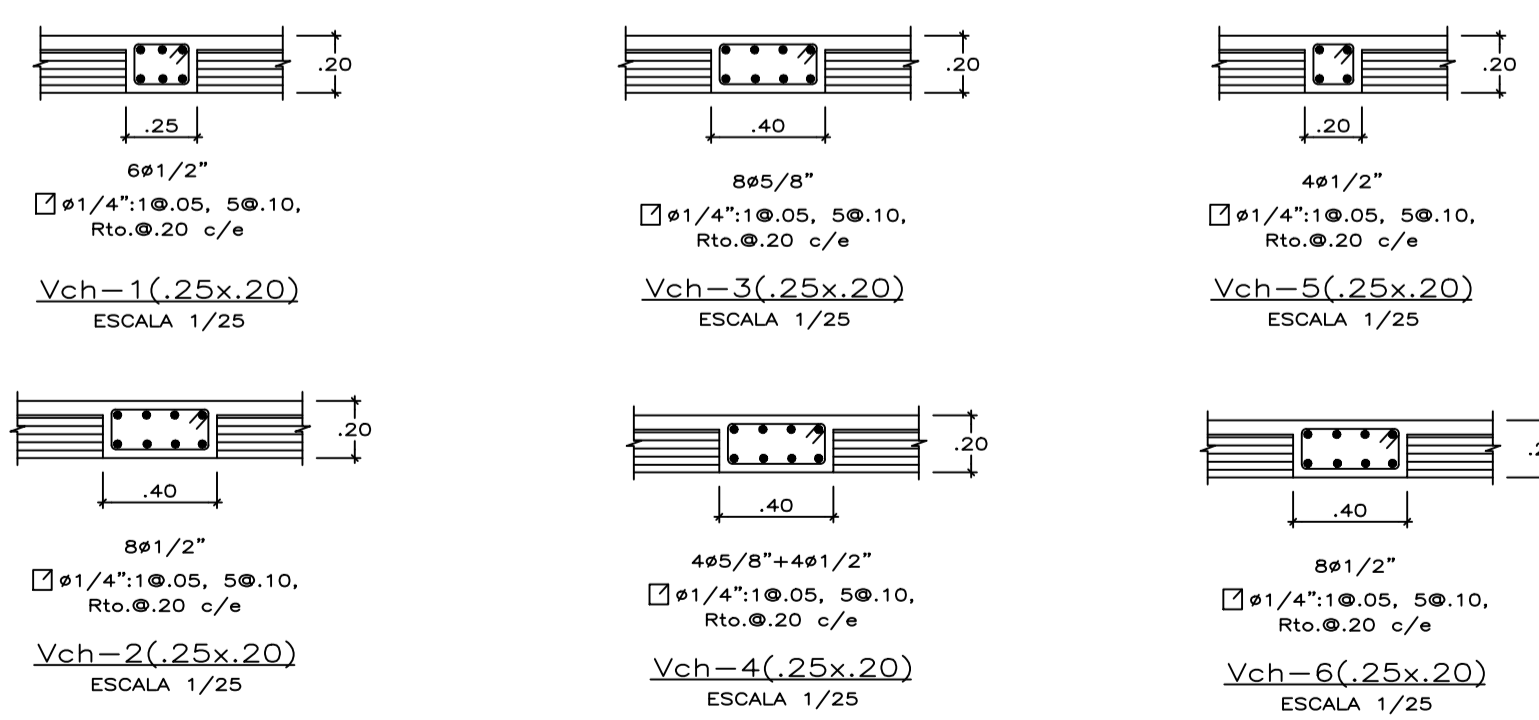
**Anexo 4.Planos**



**PLANTA DE TECHO 1° NIVEL**  
ALIGERADO h=0.20, S/C=300Kg/m<sup>2</sup>  
ESCALA 1/50

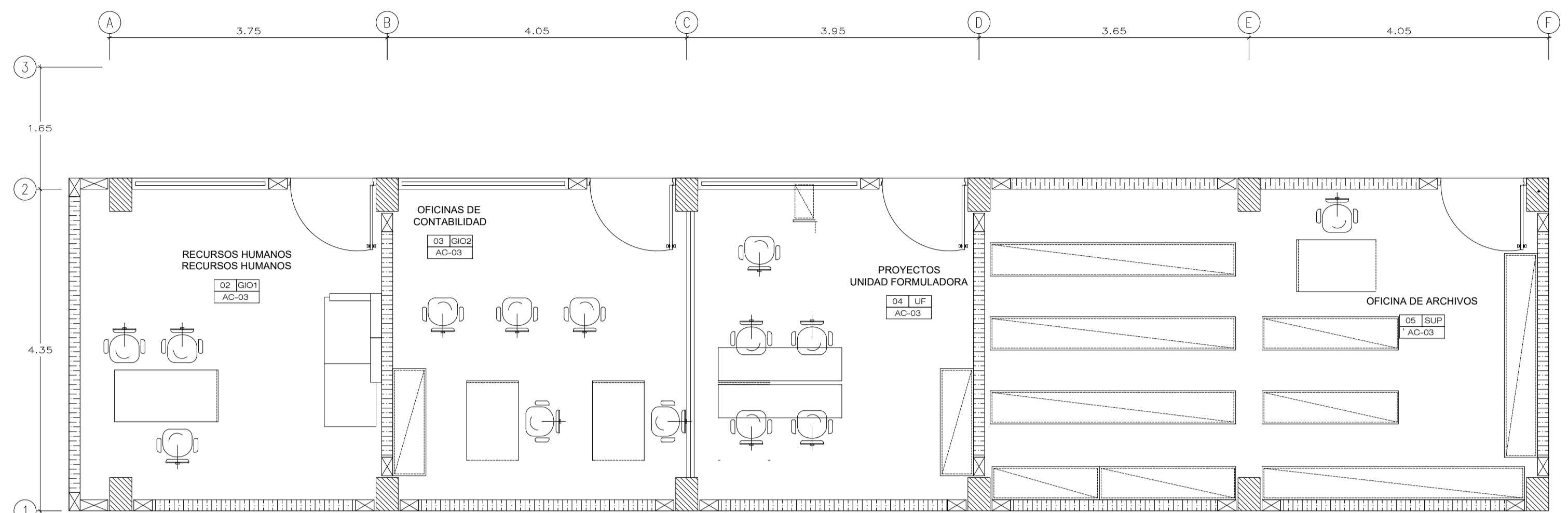


**PLANTA DE TECHO 2° NIVEL**  
ALIGERADO h=0.20, S/C=100Kg/m<sup>2</sup>  
ESCALA 1/50

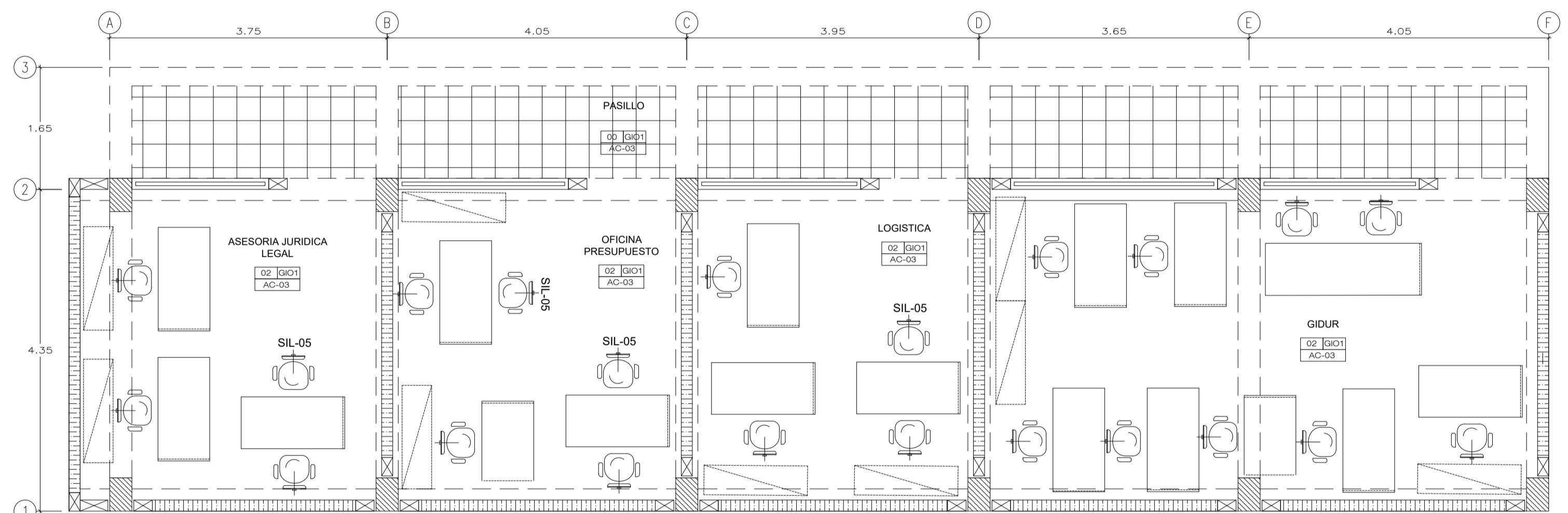


- PROCESO CONSTRUCTIVO**
- 1) PERFORAR AGUJEROS 1/8\"/>

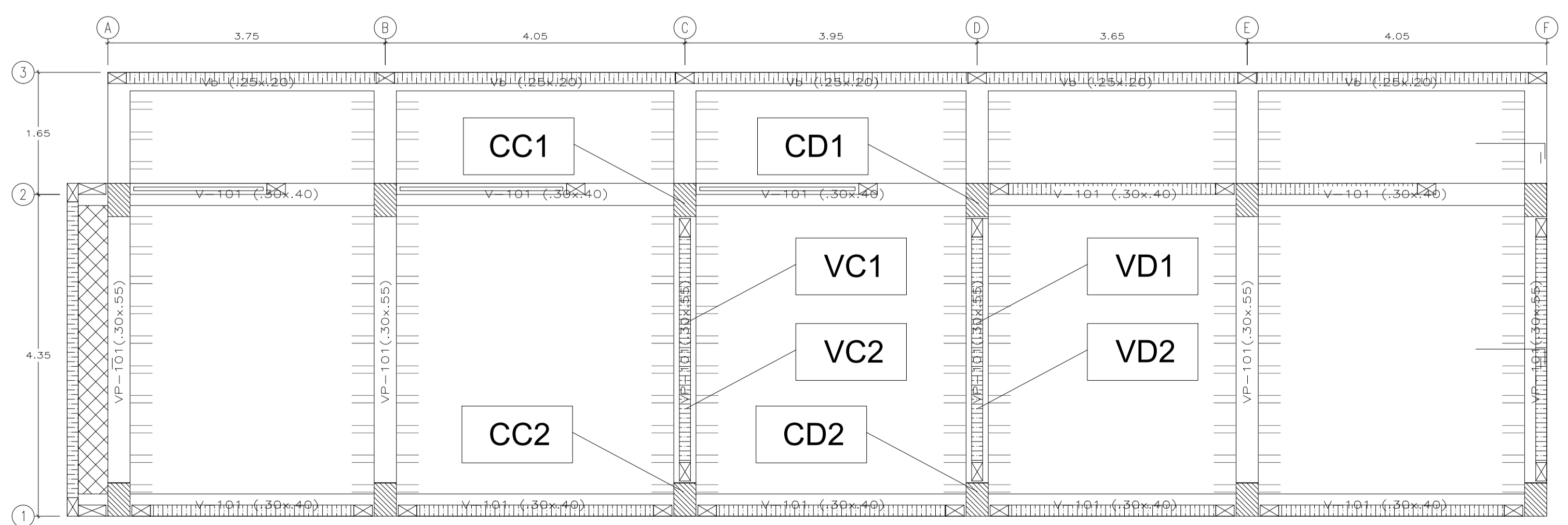
PROPIETARIO: NICOLLE SALDAÑA Y ERIKA MAMANI		OBRA: Municipalidad distrital de Pachá	
PLANO: <b>PLANO DE ALIGERADO</b>		UBICACION: PACHÁ- TACNA- TACNA	
ESCALA: INDICADA		FECHA: DIC-2022	
DIBUJO: NICOLLE SALDAÑA LOPEZ LIZBETH ERIKA MAMANI TORRES		LAMINA: <b>E-01</b>	




PLANO DE DISTRIBUCION ARQUITECTURA 1er Nivel  
 N.P.T +0.00  
 ESCALA 1/50

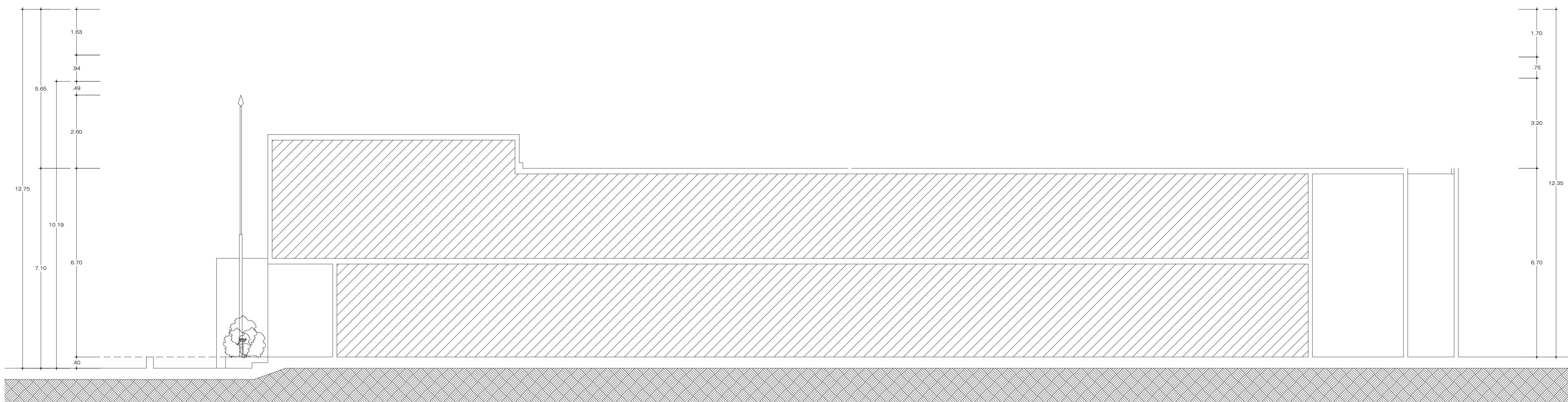


PLANO DE DISTRIBUCION ARQUITECTURA 2do Nivel  
 N.P.T +3.70  
 ESCALA 1/50

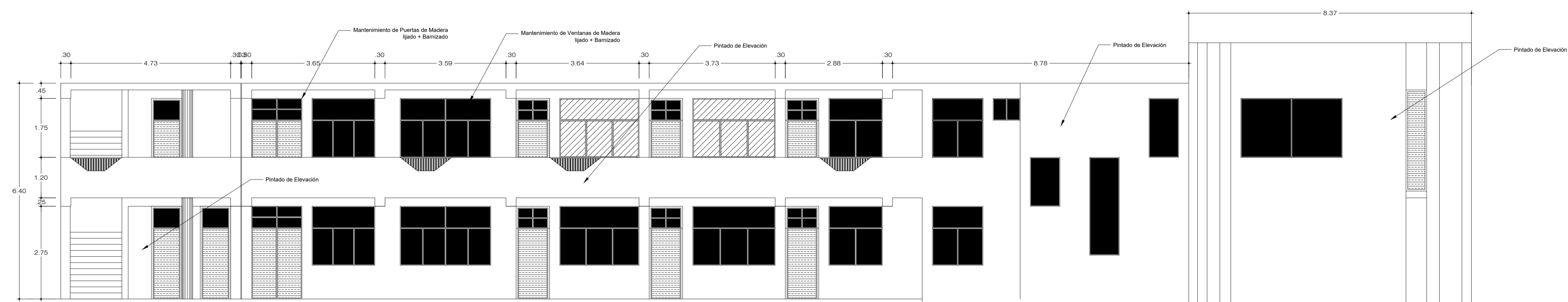


PLANTA DE TECHO 1°NIVEL  
 ALIGERADO h=0.20, S/C=300Kg/m2  
 ESCALA 1/50

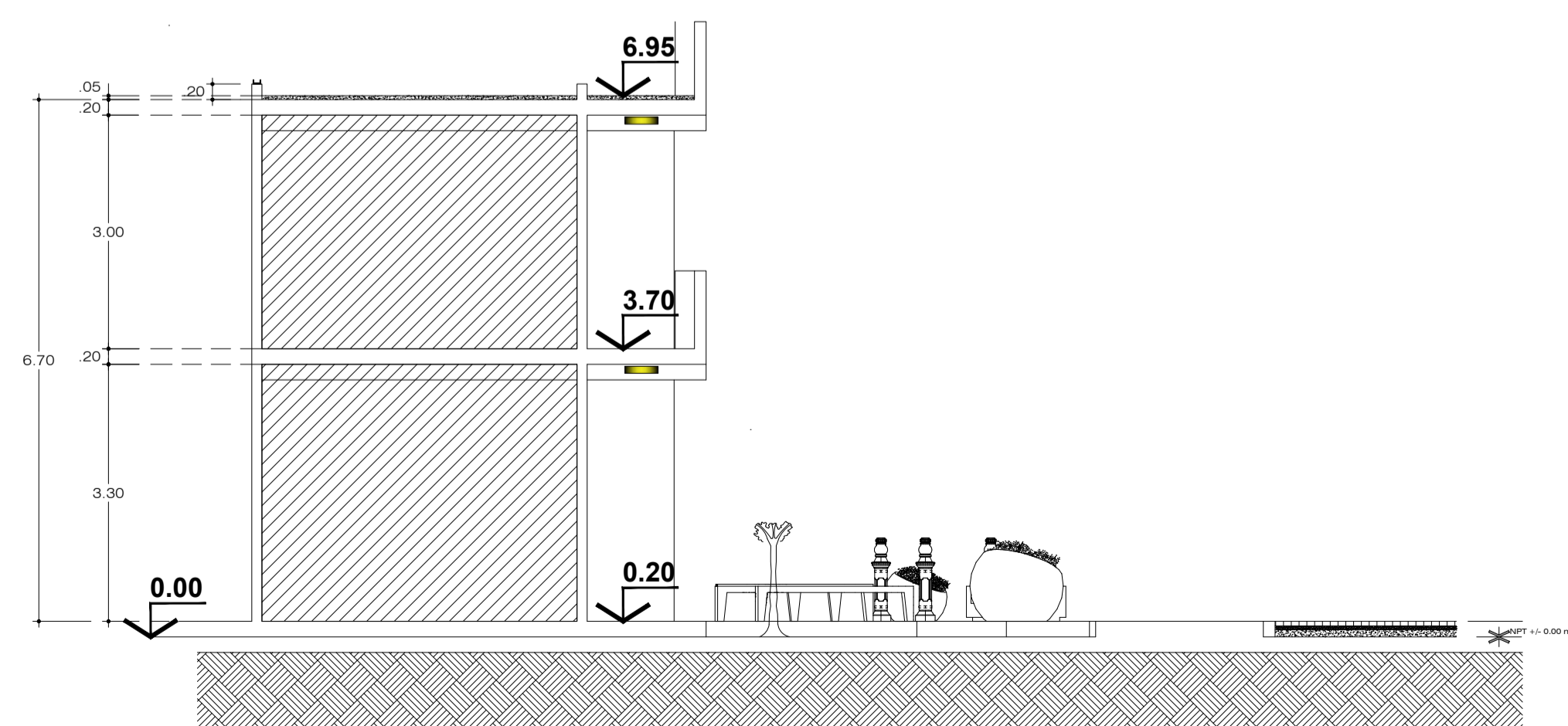
PROPIETARIO: NICOLLE SALDAÑA Y ERIKA MAMANI		OBRA: Municipalidad distrital de Pachía	
	PLANO: <b>PLANO DE DISTRIBUCION ARQUITECTONICA</b>		UBICACION: PACHÍA- TACNA- TACNA
	DIBUJO: NICOLLE SALDAÑA LOPEZ LIZBETH ERIKA MAMANI TORRES		LAMINA: <b>E-02</b>
ESCALA:	INDICADA	FECHA:	DIC-2022



ELEVACION FRONTAL ANTERIOR



ELEVACION FRONTAL POSTERIOR



ELEVACION LATERAL

PROPIETARIO: NICOLLE SALDAÑA Y ERIKA MAMANI	OBRA: Municipalidad distrital de Pachía	LAMINA: E-03
PLANO: PLANO DE ELEVACIONES	UBICACION: PACHIA- TACNA- TACNA	
ESCALA: INDICADA	FECHA: DIC-2022	
DIBUJO: NICOLLE SALDAÑA LOPEZ ERIKETH ERIKA MAMANI TORRES		