

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN JUAN BAUTISTA

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL FRENTE A SISMO EN
SISTEMAS CONCRETO ARMADO Y ESTRUCTURAS
METÁLICAS EN PABELLÓN DE LA I.E.**

DANIEL MERINO RUIZ-2020

TESIS

PRESENTADA POR BACHILLER

MITAC RIVERA DANIEL JESUS

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE

INGENIERO CIVIL

ICA – PERÚ

2022

ASESOR:

MG. CARLOS JORDY PEREZ GARAVITO

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento muy especial a mi alma mater, la Universidad San Juan Bautista y en especial a la Escuela Profesional de Ingeniería Civil que me han guiado y exigido a ser un modelo de profesional al cual aspirar.

Asimismo, agradezco a mis docentes por brindarme los conocimientos para poder sobresalir en la carrera.

De la misma forma a todas esas personas que forman parte de mi vida y me brindan su apoyo incondicional y me dan motivación para nunca rendirme y culminar airoso esta etapa de mi vida.

DEDICATORIA

A mis padres, por brindarme su apoyo moral en todo momento, por sus consejos, por su motivación constante que me permitió culminar con éxito mis metas y objetivos académicos.

A mis familiares de quienes quedarán sus enseñanzas que estarán marcadas en mi vida profesional.

RESUMEN

La presente tesis titulada “Comportamiento Estructural frente a sismo en sistemas concreto armado y estructuras metálicas en pabellón de la I.E. Daniel Merino Ruiz-2020” ha tenido como objetivo determinar entre los sistemas de concreto armado – albañilería y de estructuras metálicas el mejor comportamiento estructural frente a un sismo en el análisis estructural de un nuevo pabellón de aulas de la I.E. Daniel Merino Ruiz.

Se realizó una comparación basado en la Norma E030 del Reglamento Nacional de Edificaciones para los resultados obtenidos del análisis estructural en el programa ETABS V.19.0.0 y de las hojas de cálculo hechas en EXCEL.

Los resultados reportan una variabilidad porcentual en indicadores como la fuerza cortante en la base, en modos de vibración y en desplazamientos laterales relativos. En la fuerza cortante en la base el sistema de estructuras metálicas es menor en 63.48% que el sistema de concreto armado – albañilería lo que significa que la fuerza cortante del sismo no tiene mucha incidencia en este sistema; en modos de vibración el sistema de concreto armado – albañilería es menor en un 68.85% al sistema de estructuras metálicas, por lo que al tener periodos más cortos no se ve muy afectada por la acción sísmica; y en desplazamientos laterales relativos el sistema de concreto armado – albañilería representa solamente el 57.75% del sistema de estructuras metálicas lo que demuestra que tiene un comportamiento más dúctil.

Se comprueba a través de la comparación de resultados, la contrastación de hipótesis y la discusión que el sistema de concreto armado – albañilería tiene un mejor comportamiento estructural frente a un sismo que el sistema de estructuras

metálicas aplicado a un pabellón de aulas de la I.E. Daniel Merino Ruiz en el distrito de La Tinguíña-Ica.

Palabras claves: *Comparación, Sistema, Comportamiento, Estructural, Sismo, Pabellón de Aulas, Análisis Estructural.*

ABSTRACT

This thesis entitled "Structural Behavior against earthquakes in reinforced concrete systems and metal structures in the pavilion of the I.E. Daniel Merino Ruiz-2020" has aimed to determine the best structural behavior against an earthquake in the structural analysis of a new classroom pavilion of the I.E. Daniel Merino Ruiz.

A comparison was made based on the E030 Standard of the National Building Regulations for the results obtained from the structural analysis in the ETABS V.19.0.0 program and from the spreadsheets made in EXCEL.

The results report a percentage variability in indicators such as the shear force at the base, in vibration modes and in relative lateral displacements. In the shear force at the base, the metal structure system is 63.48% lower than the reinforced concrete-masonry system, which means that the shear force of the earthquake does not have much incidence in this system; In vibration modes, the reinforced concrete-masonry system is 68.85% less than the system of metal structures, so having shorter periods is not much affected by seismic action; and in relative lateral displacements, the reinforced concrete-masonry system represents only 57.75% of the metal structure system, which shows that it has a more ductile behavior.

It is verified through the comparison of results, the contrast of hypotheses and the discussion that the reinforced concrete - masonry system has a better structural behavior against an earthquake than the system of metallic structures

applied to a classroom pavilion of the I.E. Daniel Merino Ruiz in the district of La Tinguina-Ica.

Keywords: *Comparison, System, Behavior, Structural, Earthquake, Classroom Pavilion, Structural Analysis.*

INTRODUCCIÓN

En la presente tesis se realizó una comparación de los resultados obtenidos del análisis estructural entre los sistemas de concreto armado – albañilería y de estructuras metálicas para determinar cuál sistema tiene un mejor comportamiento estructural frente a un sismo.

Al comparar diferentes sistemas estructurales, la investigación permitió conocer los distintos comportamientos de las estructuras y de las dimensiones a utilizar en un análisis estructural aplicando como base la Norma E030 del Reglamento Nacional de Edificaciones. Y la presente tesis se estructuró en cinco capítulos, los cuales se resumen a continuación;

En el capítulo I, se procedió a conocer la realidad problemática del área de estudio y se realizó la formulación del problema y con ello los problemas generales y específicos, además se procedió a justificar la investigación, a delimitar el área de estudio, a enunciar los objetivos generales y específicos, a conocer los límites de la propia investigación y a dar el propósito de la misma.

En el capítulo II, se procedió a realizar un análisis de los antecedentes bibliográficos, desarrollándose las bases teóricas y el marco conceptual. A la vez se plantearon la hipótesis generales y específicas, las variables y con ello se pudo operacionalizar las variables de estudio.

En el capítulo III, se procedió con el diseño metodológico para el estudio, luego se definió la población y muestra en estudio y también se definió la técnica y el diseño de los medios para la recolección de datos. A la vez se realizó el

procesamiento y análisis de los datos obtenidos, además de plantear los aspectos éticos de la tesis.

En el capítulo IV, se exponen los resultados obtenidos y con ello se contrastan y se discuten esos resultados en base a las hipótesis planteadas.

En el capítulo V, se establece las conclusiones, además de las recomendaciones de la investigación.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTO	III
DEDICATORIA	IV
RESUMEN	V
ABSTRACT	VII
INTRODUCCIÓN	IX
ÍNDICE	XI
LISTA DE TABLAS	XIV
LISTA DE GRÁFICOS	XVII
LISTA DE ANEXOS	XIX
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	3
1.2.1 PROBLEMA GENERAL	3
1.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS	3
1.3 JUSTIFICACIÓN:	4
1.4 DELIMITACIÓN DEL ÁREA ESTUDIO	6
1.5 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	8
1.6 OBJETIVOS	8
1.6.1 OBJETIVO GENERAL	8
1.6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
1.7 PROPÓSITO	9
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	10
2.1 ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS	10
2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES	10
2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES	13
2.1.3 ANTECEDENTES LOCALES.....	17

2.2 BASES TEÓRICAS	17
2.2.1 SISTEMA DE CONCRETO ARMADO - ALBAÑILERÍA.....	18
INDICADORES.....	20
2.2.2 SISTEMA DE ESTRUCTURAS METÁLICAS.....	28
2.3 MARCO CONCEPTUAL	39
2.4 HIPÓTESIS	41
2.4.1 HIPÓTESIS GENERAL.....	41
2.4.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....	41
2.5 VARIABLES	42
2.5.1 VARIABLE 1	42
2.5.2 VARIABLE 2	42
2.6 DEFINICIÓN DE CONCEPTOS OPERACIONALES	43
CAPITULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	45
3.1 DISEÑO METODOLÓGICO	45
3.1.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	45
3.1.2 NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	45
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA	45
3.2.1 POBLACIÓN:.....	45
3.2.2 MUESTRA:.....	45
3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	46
3.4 DISEÑO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	47
3.5 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	47
3.6 ASPECTOS ÉTICOS	47
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	49
4.1 RESULTADOS	49
4.1.1 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	49
4.1.2 ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL NUEVO PABELLÓN EN EL SISTEMA DE CONCRETO ARMADO – ALBAÑILERÍA	50
4.1.3 ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL NUEVO PABELLÓN EN ESTRUCTURAS METÁLICAS.....	70
4.1.4 COMPARACIÓN DE RESULTADOS	97
4.1.5 CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS	102
4.2 DISCUSIÓN	113
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	116

5.1 CONCLUSIONES.....	116
5.2 RECOMENDACIONES	118
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	119
BIBLIOGRAFÍA.....	119
ANEXOS	125

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE 1.....	43
TABLA 2. OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE 2.....	44
TABLA 3. DESCRIPCIÓN	49
TABLA 4. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	50
TABLA 5. SECCIONES DE VIGA	54
TABLA 6. TIPOS DE COLUMNA	55
TABLA 7. SECCIONES DE COLUMNA.....	56
TABLA 8. METRADO DE CARGAS.....	56
TABLA 9. PARÁMETROS SÍSMICOS	57
TABLA 10. VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDADES	59
TABLA 11. SISMO ESTÁTICO.....	60
TABLA 12. PESO POR PISO.....	61
TABLA 13. FUERZA CORTANTE EN LA BASE O CORTANTE BASAL	61
TABLA 14. DISTRIBUCIÓN DEL SISMO ESTÁTICO EN ALTURA.....	62
TABLA 15. MASA PARTICIPATIVA	63
TABLA 16. SISMO DINÁMICO.....	64
TABLA 17. CÁLCULO DE ESPECTRO DE RESPUESTA EN DIREC. "X" ...	65
TABLA 18. CÁLCULO DE ESPECTRO DE RESPUESTA EN DIREC. "Y" ...	66
TABLA 19. RESULTADOS DEL SISMO ESTÁTICO Y DINÁMICO	68
TABLA 20. RELACIÓN ENTRE SISMO ESTÁTICO Y SISMO DINÁMICO....	68

TABLA 21. DERIVAS Y DESPLAZAMIENTOS PARA EL ANÁLISIS ESTÁTICO	69
TABLA 22. DERIVAS Y DESPLAZAMIENTOS PARA EL ANÁLISIS DINÁMICO	69
TABLA 23. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	70
TABLA 24. SECCIONES DE VIGUETAS	76
TABLA 25. SECCIÓN DE VIGA	77
TABLA 26. CUADRO DE CARGAS PARA LA COLUMNA MAS CRITICA ...	79
TABLA 27. SECCIÓN DE COLUMNA.....	80
TABLA 28. SECCIÓN DE COLUMNA.....	81
TABLA 29. SECCIÓN DE ARRIOSTRE	81
TABLA 30. METRADO DE CARGAS	82
TABLA 31. PARÁMETROS SÍSMICOS	83
TABLA 32. VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDADES	84
TABLA 33. SISMO ESTÁTICO.....	86
TABLA 34. PESO POR PISO.....	86
TABLA 35. FUERZA CORTANTE EN LA BASE O CORTANTE	87
TABLA 36. DISTRIBUCIÓN DEL SISMO ESTÁTICO EN ALTURA.....	87
TABLA 37. MASA PARTICIPATIVA	88
TABLA 38. SISMO DINÁMICO.....	90
TABLA 39. CÁLCULO DE ESPECTRO DE RESPUESTA EN DIREC. "X" ...	91
TABLA 40. CÁLCULO DE ESPECTRO DE RESPUESTA EN DIREC. "Y" ...	92

TABLA 41. RESULTADOS DEL SISMO ESTÁTICO Y SISMO DINÁMICO...	94
TABLA 42. RELACIÓN ENTRE SISMO ESTÁTICO Y SISMO DINÁMICO....	94
TABLA 43. DERIVAS Y DESPLAZAMIENTOS PARA EL ANÁLISIS ESTÁTICO	95
TABLA 44. DERIVAS Y DESPLAZAMIENTOS PARA EL ANÁLISIS DINÁMICO	95
TABLA 45. COMPARACIÓN DE FUERZA CORTANTE EN LA BASE – DIRECCIÓN X-X	97
TABLA 46. COMPARACIÓN DE FUERZA CORTANTE EN LA BASE – DIRECCIÓN Y-Y	97
TABLA 47. COMPARACIÓN DE PERIODOS DE VIBRACIÓN.....	99
TABLA 48. COMPARACIÓN DE DESPLAZAMIENTOS LATERALES RELATIVOS – DIRECCIÓN X-X	100
TABLA 49. COMPARACIÓN DE DESPLAZAMIENTOS LATERALES RELATIVOS – DIRECCIÓN Y-Y	101
TABLA 50. RESUMEN DE CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS.....	112

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1.UBICACIÓN DEL PROYECTO	7
GRÁFICO 2.UBICACIÓN DEL NUEVO PABELLÓN (TESIS).....	7
GRÁFICO 3.VIGUETAS LIGADA A LA LOSA DE CONCRETO.....	30
GRÁFICO 4.ARQUITECTURA 1ER PISO.....	51
GRÁFICO 5.ARQUITECTURA 2ER PISO.....	51
GRÁFICO 6.ESTRUCTURACIÓN	52
GRÁFICO 7.MODELADO EN PLANTA.....	58
GRÁFICO 8.MODELADO EN 3D	58
GRÁFICO 9.GRÁFICO DE ESPECTRO DE RESPUESTA EN DIREC. "X" ...	67
GRÁFICO 10.GRÁFICO DE ESPECTRO DE RESPUESTA EN DIREC. "Y".	67
GRÁFICO 11.ARQUITECTURA 1ER PISO.....	71
GRÁFICO 12.ARQUITECTURA 2DO PISO.....	71
GRÁFICO 13.ESTRUCTURACIÓN	72
GRÁFICO 14.LOSA COLABORANTE TIPO AD-600.....	73
GRÁFICO 15.VISTA EN PLANTA DEL MODELADO	74
GRÁFICO 16.CÁLCULO DE PERALTE DE LOSA	75
GRÁFICO 17.DETALLE DE LOSA COLABORANTE	75
GRÁFICO 18.PROPIEDADES DEL CONCRETO	76
GRÁFICO 19.ÁREAS TRIBUTARIAS PARA COLUMNAS.....	78
GRÁFICO 20.MODELADO EN PLANTA.....	83

GRÁFICO 21.MODELADO EN 3D	84
GRÁFICO 22.GRÁFICO DE ESPECTRO DE RESPUESTA EN DIREC. "X".	93
GRÁFICO 23.GRÁFICO DE ESPECTRO DE RESPUESTA EN DIREC. "Y".	93
GRÁFICO 24.COMPARACIÓN DE MODOS DE VIBRACIÓN	98

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 01.MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	125
ANEXO 02.FOTOGRAFÍA DE LA FACHADA DE LA I.E. DANIEL MERINO RUIZ.....	127
ANEXO 03.FOTOGRAFÍA DE LA VISITA DE CAMPO A LA I.E. DANIEL MERINO RUIZ	127
ANEXO 04.FOTOGRAFÍA DE LOS PABELLONES EXISTENTES INHABITABLES DE LA I.E. DANIEL MERINO RUIZ	128
ANEXO 05.FOTOGRAFÍA DE LAS COLUMNAS DAÑADAS EN LOS PABELLONES INHABITABLES	128
ANEXO 06.ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS REFERENCIAL PARA EL ANÁLISIS ESTRUCTURAL.....	129
ANEXO 07.CARTA DE SOLICITUD DE PERMISO A LA I.E. DANIEL MERINO RUIZ.....	140
ANEXO 08.CARTA DE ACEPTACIÓN DE LA I.E. DANIEL MERINO RUIZ.	141
ANEXO 09.CONSTANCIA DEL COMITÉ DE ÉTICA	142
ANEXO 010.HOJAS INFORMATIVAS	143
ANEXO 011.PLANTEAMIENTO ARQUITECTÓNICO.....	159

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La I.E. Daniel Merino Ruiz que se encuentra ubicada en la Calle París N°920, del distrito de La Tinguiña, en la provincia y departamento de Ica, tiene una antigüedad de más de 50 años. Actualmente la I.E. Daniel Merino Ruiz cuenta con 14 pabellones existentes; 3 pabellones se encuentran habitables y 11 pabellones se encuentran inhabitables debido a su antigüedad y a los sismos ocurridos a través de los años. A través de una visita de campo realizada dentro de la institución educativa se visualizó las fisuras de las columnas que dañan a la estructura de los pabellones.

Los pabellones inhabitables de la I.E. Daniel Merino Ruiz no brindan seguridad frente a un sismo por lo que dificulta la capacidad de albergar a los estudiantes, al personal docente, administrativo y de limpieza.

Las posibles causas de que estos pabellones se encuentren inhabitables son las siguientes:

- La antigüedad de la estructura de los pabellones existentes inhabitables.
- La estructura de los pabellones se vió afectado por los sismos ocurridos a través de los años como el sismo ocurrido en el año 2007.
- El análisis estructural de los pabellones inhabitables no se realizó con la norma sismorresistente vigente (Norma E030 del Reglamento Nacional de Edificaciones) que recién fue promulgada y publicada en el año 2016 por el poder ejecutivo de ese entonces.

Las consecuencias de esta problemática sería que no se realizaría una formación académica adecuada a los estudiantes, por lo que la I.E. Daniel Merino Ruiz no puede utilizar estos pabellones inhabitables para la realización de clases presenciales.

Es necesario realizar una comparación en el comportamiento estructural frente a un sismo de diferentes alternativas para un nuevo pabellón de aulas a través de la toma de muestra de un área libre de 212.52 m² dentro de una población de 56,920.22 m² correspondiente al área de terreno total de la I.E. Daniel Merino Ruiz que cumpla satisfactoriamente con los requerimientos estructurales de la norma E030 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Se realizará una comparación entre los sistemas estructurales de concreto armado – albañilería y de estructuras metálicas con el fin de comparar resultados en su comportamiento sísmico y determinar qué sistema estructural es el más factible usar para albergar a los estudiantes, al personal docente, administrativo y de limpieza en este nuevo pabellón.

En lo que respecta a la elección de los sistemas estructurales a comparar se decidió por el sistema de concreto armado - albañilería debido a que existe una predominancia de este sistema en los proyectos de pabellones de aulas para los colegios. Se decidió también por el sistema de estructuras metálicas debido a que en los últimos años se han realizado proyectos como patios de instituciones educativas, losas deportivas con cobertura metálica, centros comerciales y hospitales, así que es una alternativa para poder implementar en el análisis estructural de los pabellones de aulas en los colegios.

Esta comparación estructural se realizará a través del uso del programa de análisis estructural ETABS V19.0.0 y las hojas de cálculo hechas en EXCEL, con la finalidad de determinar cuál sistema estructural tiene un mejor un comportamiento estructural frente a un sismo.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 PROBLEMA GENERAL

P.G.1. ¿Entre los sistemas de concreto armado - albañilería y de estructuras metálicas cuál tendrá un mejor comportamiento estructural frente a un sismo en el análisis estructural de un pabellón de aulas de la I.E. Daniel Merino Ruiz en el distrito de La Tinguña-Ica, 2020?

1.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS

P.E.1. ¿Cuál tendrá mejores resultados entre los sistemas de concreto armado - albañilería y de estructuras metálicas en fuerza cortante en la base frente a un sismo en el análisis estructural de un pabellón de aulas de la I.E. Daniel Merino Ruiz en el distrito de La Tinguña-Ica, 2020?

P.E.2. ¿Cuál tendrá mejores resultados entre los sistemas de concreto armado - albañilería y de estructuras metálicas en modos de vibración frente a un sismo en el análisis estructural de un pabellón de aulas de la I.E. Daniel Merino Ruiz en el distrito de La Tinguña-Ica, 2020?

P.E.3. ¿Cuál tendrá mejores resultados entre los sistemas de concreto armado - albañilería y de estructuras metálicas en desplazamientos laterales relativos frente a un sismo en el análisis estructural de un pabellón de aulas de la I.E. Daniel Merino Ruiz en el distrito de La Tinguíña-Ica, 2020?

1.3 JUSTIFICACIÓN:

Debido a que, la región de Ica es una zona altamente sísmica, la presente tesis se realizó por la necesidad de comparar diferentes alternativas estructurales para un nuevo pabellón de aulas que cumplan con la norma sismorresistente vigente. Debido a esto, es necesario analizar y comparar sistemas estructurales convencionales como el concreto armado y albañilería ante sistemas poco difundidos y utilizados en nuestra región como las estructuras metálicas a fin de determinar la mejor alternativa en su comportamiento estructural.

Esta investigación es importante porque brindará información relevante a la comunidad académica de que propuesta estructural es la más indicada utilizar en términos de comportamiento estructural frente a un sismo para el análisis estructural de un nuevo pabellón de aulas.

El criterio que se tomó para la elección de analizar el sistema concreto armado – albañilería en esta investigación fue la encuesta nacional a instituciones educativas hechas por el INEI en el 2018 que indica que uno de los materiales predominantes usado en los techos es el concreto armado con un 21.3% del total de locales escolares y en lo que respecta al material predominante en

paredes es el ladrillo con un 59.8% del total de locales escolares. (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2019)

Y en el caso del sistema de estructuras metálicas se propone como una alternativa en esta investigación y para ello se tomó como base al artículo 13 de la Norma Técnica “Criterios Generales de Diseño para Infraestructura Educativa” que indica que los locales educativos deberán proyectarse utilizando los sistemas estructurales indicados en la Norma E030 del Reglamento Nacional de Edificaciones en concordancia a la zonificación sísmica de la estructura donde se demuestra al acero como un sistema estructural a considerar para esta investigación (Ministerio de Educación, 2021, 18 junio).

Además, en el artículo 21.1 de la Guía de Diseño de Espacios Educativos (GDE 002-2015) se mencionan todos los materiales que se pueden proyectar en paredes y techos para aulas dentro de los cuales se encuentran los materiales que se proyectan en esta investigación. (Ministerio de Educación, 2015, 19 enero).

En nuestro país tenemos un caso práctico como el de C.E.P. Mater Christi de Santiago Surco que tiene pabellones de aulas construido íntegramente de acero estructural y de drywall. Estos pabellones de 3 niveles están compuestos por vigas y columnas de acero formando un sistema sismorresistente. Las losas de entrepiso están compuestas por una placa colaborante Acero Deck AD-730 con un concreto usado de 210 kg/cm², las vigas principales están compuestas por W16X26, W16X50, W12X45, viguetas de W12x26, arriostres de 4"x4"x1/4" y columnas metálicas de W8X35. (Aceros Procesados, s.f.)

Tomando en cuenta toda esta información se justifica técnicamente en la presente investigación el uso del sistema de concreto armado - albañilería y del sistema estructuras metálicas a fin de evaluar el comportamiento estructural frente a un sismo de ambas alternativas mediante el modelamiento matemático hecho en el programa ETABS V19.0.0.

1.4 DELIMITACIÓN DEL ÁREA ESTUDIO

El área de estudio de la presente tesis se encuentra dentro de la I.E. Daniel Merino Ruiz ubicado en la calle París N° 920 del distrito de La Tinguíña, provincia y departamento de Ica. En el área de estudio se efectuará la comparación entre los sistemas estructurales de concreto armado – albañilería y de la estructura metálica en el análisis estructural para un nuevo pabellón de aulas de 2 niveles en un área de terreno de 212.52 m².

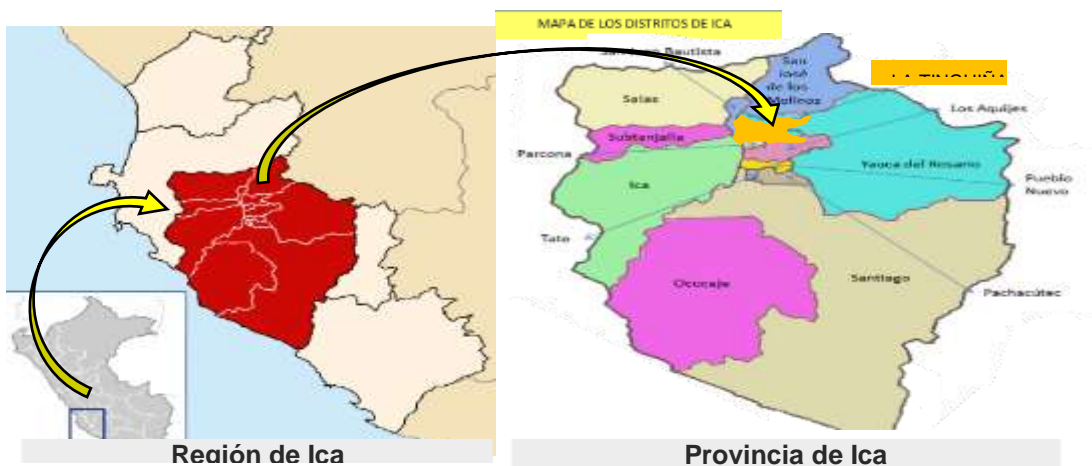
- DATOS DE ESTUDIO:

- Área de terreno total de la Institución Educativa = 56,920.22 m²
- Área del terreno del nuevo pabellón = 212.52 m²
- Área analizada de 2 niveles del nuevo pabellón = 543.94 m²

- UBICACIÓN DEL ESTUDIO:

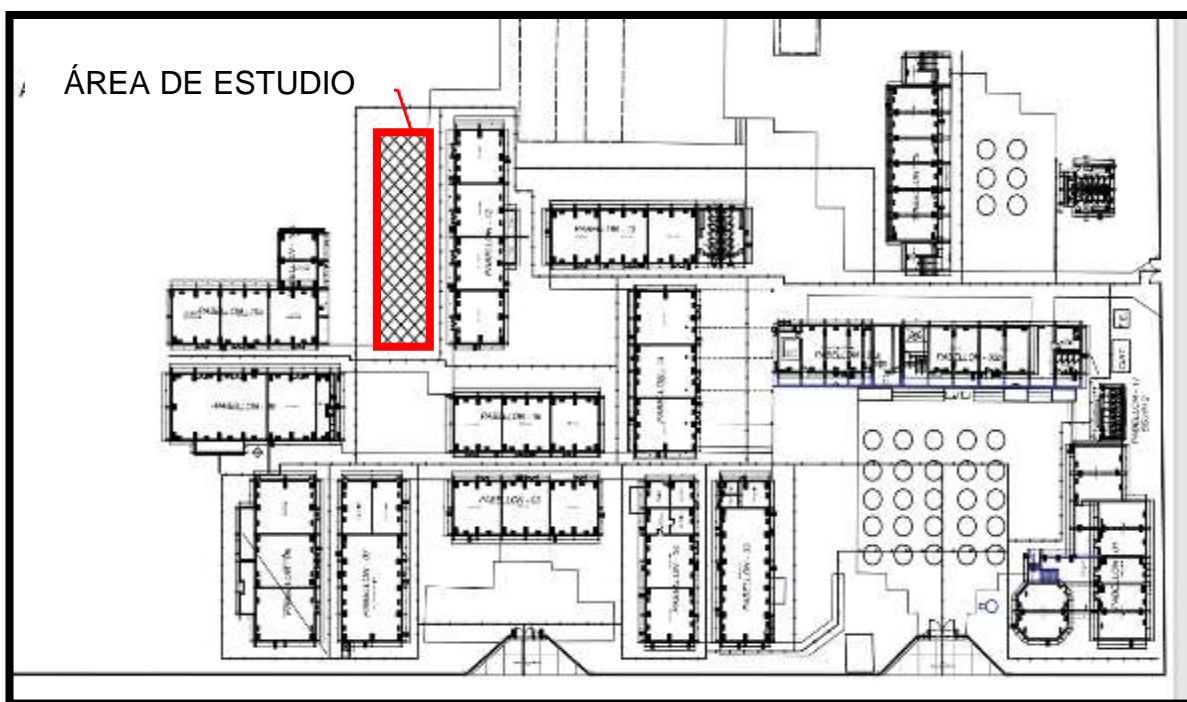
- Dirección: Calle París # 920
- Distrito: La Tinguíña
- Provincia: Ica
- Departamento: Ica

GRÁFICO 1. UBICACIÓN DEL PROYECTO



Fuente: Google Maps

GRÁFICO 2. UBICACIÓN DEL NUEVO PABELLÓN (TESIS)



Fuente: Elaboración propia

1.5 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

- Debido a la coyuntura que actualmente se está atravesando por la pandemia de la COVID 19 existen limitaciones económicas.
- La falta de proyectos de investigación similares en la región de Ica.

1.6 OBJETIVOS

1.6.1 OBJETIVO GENERAL

O.G.1. Determinar entre los sistemas de concreto armado – albañilería y de estructuras metálicas, el mejor comportamiento estructural frente a un sismo en el análisis estructural de un pabellón de aulas de la I.E. Daniel Merino Ruiz en el distrito de La Tinguiña-Ica, 2020.

1.6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

O.E.1. Determinar entre los sistemas de concreto armado – albañilería y de estructuras metálicas, los mejores resultados obtenidos en fuerza cortante en la base frente a un sismo en el análisis estructural de un pabellón de aulas de la I.E. Daniel Merino Ruiz en el distrito de La Tinguiña-Ica, 2020.

O.E.2. Determinar entre los sistemas de concreto armado – albañilería y de estructuras metálicas los mejores resultados obtenidos en modos de vibración frente a un sismo en el análisis estructural de un pabellón de aulas de la I.E. Daniel Merino Ruiz en el distrito de La Tinguiña-Ica, 2020.

O.E.3. Determinar entre los sistemas de concreto armado – albañilería y de estructuras metálicas los mejores resultados obtenidos de los desplazamientos laterales relativos frente a un sismo en el análisis estructural de un pabellón de aulas de la I.E. Daniel Merino Ruiz en el distrito de La Tinguíña-Ica, 2020.

1.7 PROPÓSITO

La presente tesis tendrá una relevancia social debido a que esta comparación generará un antecedente de investigación con respecto a que sistema estructural es el más adecuado utilizar en términos del comportamiento estructural frente a un sismo para futuros proyectos de pabellones de aulas en diferentes instituciones educativas.

La presente tesis tendrá una relevancia personal y profesional, debido a que permitirá nuevos conocimientos en la comparación de resultados de los sistemas de concreto armado - albañilería y de la estructura metálica, donde se determinará cuál sistema tiene mejor comportamiento estructural frente a un sismo para el análisis estructural del nuevo pabellón de aulas de 2 niveles de la I.E. Daniel Merino Ruiz.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS

2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Holguin (2016), en su tesis titulada “Diseño estructural y comparación económica entre hormigón armado y acero estructural para edificaciones sismo resistentes”, cuyo objetivo general fue diseñar las estructuras y comparar el análisis estructural y la parte económica entre el hormigón armado y el acero estructural para edificaciones sismo resistentes de ocho niveles ubicadas en la ciudad de Guayaquil, Ecuador; cuyo uso estuvo destinado a residencias multifamiliares, siendo esta tesis de nivel exploratorio, descriptivo y explicativo donde prevalece lo cuali-cuantitativo donde utiliza datos numéricos, pero con orientación normativa. También la tesis es documental y de campo, documental debido a que se consultó varios textos y de campo debido a que se investigó los precios de los materiales. Se halló que la estructura metálica es más flexible que la de hormigón armado por lo que su periodo de vibración es mayor en más del 30%, y por lo mismo sus derivas de entrepiso inelásticas serán mayores en más del 50%. Se halló que la estructura de hormigón armado tiene mayor cortante basal en más del 40%, por lo que es más pesada que la estructura de acero. Se halló también que en el tema de costos la estructura de hormigón armado es más económica que la estructura de acero en más del 25%. Se concluye por tanto que se deben analizar edificaciones sismorresistentes para evitar el colapso de la edificación y salvaguardar la vida de las personas, toda estructura debe tener secciones dúctiles

no elástico, es decir que la estructura tenga la capacidad de disipar energía ante la presencia de un sismo de gran magnitud, debido a la severidad de sus daños.

Este antecedente sirve como una referencia a la tesis desarrollada por mi persona por el uso de la norma sismorresistente vigente y su aplicación en el análisis estructural de las estructuras con la finalidad de obtener resultados en derivas de entrepiso, periodos de vibración y en fuerzas cortantes de los dos sistemas que sirvieron para compararlos en su comportamiento estructural frente a un sismo.

Gonzales (2019), en su tesis titulada “Comparación estructural de una vivienda de 3 pisos en hormigón armado y acero estructural en función de su deriva”, cuyo objetivo general fue realizar el diseño estructural de una vivienda de 3 pisos, en hormigón armado y en acero estructural en función de su deriva, mediante la aplicación de normativas vigentes y su respectiva evaluación técnica y económica ubicada en la ciudadela Bellavista; ciudad de Jipijapa (Ecuador) siendo esta tesis de tipo documental, comparativo, descriptivo y científico. Documental porque se utiliza normas; comparativo porque se compara ambas estructuras; descriptivo porque no se manipulan los datos y científico porque se genera un nuevo conocimiento que contribuye a la vida profesional. Se halló que el análisis y diseño estructural de la vivienda multifamiliar para el sistema en hormigón armado y en acero estructural del 1%, 1.5% y 2% de deriva cumplen con los requerimientos sismorresistentes. Se halló en los costos una considerable ventaja en hormigón armado y acero estructural cuando se utiliza el diseño estructural con 2% y 1.5% de la

deriva en cada alternativa estructural. Se concluye por tanto que el diseño estructural de las vigas de acero que componen el sistema principal fue conservador para los porcentajes del 1% y 1.5% de la deriva, y que el costo de la estructura metálica con el 1% de la deriva se ve afectado por las dimensiones de las columnas y espesor de las placas.

Este antecedente sirve como referencia a la tesis desarrollada por mi persona por el uso de la norma sismorresistente vigente y su aplicación en el análisis estructural donde se obtuvieron los resultados como los modos de vibración, cortante basal y derivas de los sistemas estructurales que sirvieron para compararlos en su comportamiento estructural frente a un sismo.

Carphio & Estrada (2017), en su tesis titulada “Análisis comparativo técnico - económico entre el sistema de acero estructural y hormigón armado. Caso de estudio: Proyecto inmobiliario Ukumary”, cuyo objetivo general fue realizar un análisis técnico y económico mediante la comparación de los dos sistemas constructivos: hormigón armado y acero estructural, para el proyecto inmobiliario Ukumary, ubicado en el sector El Troje, parroquia San Luis en la ciudad de Riobamba (Ecuador), Se aplicó a una vivienda unifamiliar de 120 m² de construcción para 2 pisos. Se halló en el análisis económico que el costo de la estructura de acero representa un 37.30% más que el costo que en la estructura de hormigón armado. En lo que respecta al tiempo de ejecución de las viviendas, se halló que la estructura de acero es en un 66.67% más rápido que la estructura de hormigón armado. Se halló que el cortante

basal en la estructura de acero es menor en un 50% que la estructura de hormigón armado y se halla también que la estructura de acero presenta mayores derivas de piso con respecto a la estructura de hormigón debido a su flexibilidad. Se concluye, por tanto, que la estructura de hormigón armado resulta ser la opción más adecuada para la construcción de la vivienda debido principalmente al factor económico, lo cual se puede aplicar para todo el proyecto inmobiliario conformado por 36 viviendas.

Este antecedente sirve como referencia a la tesis desarrollada por mi persona por el uso de la norma sismorresistente vigente y su aplicación en el análisis estructural donde se obtuvieron los resultados de fuerzas laterales, modos de vibración y derivas de piso de los sistemas que sirvieron para posteriormente compararlos en su comportamiento estructural frente a un sismo.

2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES

Cruz (2018) en su tesis titulada “Análisis comparativo entre sistemas de concreto armado y estructuras de acero en el diseño de un edificio”, cuyo objetivo general fue comparar los parámetros que diferencian los sistemas de concreto amado y de estructura de acero en el diseño de un edificio de 5 pisos destinado a viviendas ubicado en la ciudad de Huancayo. Esta tesis es de tipo de investigación aplicada, debido se utiliza programas para el análisis estructural; el nivel de investigación es descriptivo–explicativo, porque se describen las características de ambos sistemas y su diseño de investigación es experimental porque

existe manipulación de las variables. Se hallaron los parámetros comparativos en el análisis sísmico para ambos sistemas como en los desplazamientos máximos por sismo. En el caso del concreto armado se obtiene un desplazamiento máximo de 28.8 mm mientras que en el sistema de acero estructural se obtiene un desplazamiento máximo de 18.1 mm. Para la cortante basal en el sistema de concreto armado es de 14.86 TN en la columna más crítica mientras que en el diseño de acero estructural es 1.82 TN. También se tomaron en cuenta los parámetros de costos y de tiempo de ejecución. En el caso del costo del edificio de departamentos de 5 niveles planteado con sistema de concreto armado resultó S/. 626,284.70, mientras que el costo del edificio con acero estructural resultó S/. 645,752.09, significando una diferencia de casi S/. 20,000.00. Asimismo, el plazo de ejecución del sistema de concreto armado fue de 162 días, mientras que el sistema de acero estructural fue 125 días, siendo 21 días menos en tiempo de ejecución. Se concluye, por tanto, de una manera general que no existe una única solución para un sistema estructural determinado, sino que para cualquier diseño en edificaciones existen numerosas estructuras posibles y elegir aquella solución que resulte la más adecuada está en función de criterios técnicos, económicos, constructivos, formales y conceptuales.

Este antecedente sirve como referencia a la tesis desarrollada por mi persona por el uso de la norma sismorresistente vigente y de su procedimiento de análisis estructural que sirvieron para obtener datos como la cortante basal, modos y periodos de vibración y también

desplazamientos laterales relativos de las dos alternativas estructurales para compararlos en su comportamiento estructural frente a un sismo.

Corzo & Saldaña (2017), en su tesis titulada “Comparación de diseños estructurales de edificaciones metálicas con edificaciones de concreto armado para determinar el diseño más rentable en la construcción de viviendas multifamiliares”, cuyo objetivo general fue comparar los diseños de estructuras: metálicas y de concreto armado; a fin de proponer el diseño más rentable para su utilización en la construcción de viviendas multifamiliares de ocho pisos en Lurigancho – Chosica (Lima) a través de programas informáticos, siendo esta tesis de tipo de investigación cuantitativa porque se cuantifican sus variables, de nivel descriptivo, explicativo y correlacional; descriptivo porque se describe el paso a paso del procedimiento de los materiales a usar, es explicativa porque describe un fenómeno específico como la rentabilidad y es correlacional porque existe relación entre sus variables; en lo que respecta al diseño de la investigación es de diseño transversal y no experimenta porque las variables no son manipuladas y se recolectan solo una vez. Se hallaron las dimensiones de los elementos estructurales en el diseño metálico y en el diseño de concreto armado y se determinaron los costos para su ejecución, siendo el diseño metálico el que produce un ahorro del 25.86% del costo de la ejecución por metro cuadrado. Al comparar los tiempos de ejecución el diseño metálico tiene una mayor rapidez en su proceso constructivo en más del 40% con respecto al diseño de concreto armado. Con respecto al comportamiento estructural, los desplazamientos y distorsión muestran que el

desempeño del acero, es mucho mejor que el de concreto, ya que la relación máxima comparada con el límite es menor. Se concluye, por tanto, que el diseño con estructuras metálicas es el más rentable para ser usado en las construcciones de viviendas para la localidad de Chosica (Lima).

Este antecedente sirve como referencia a la tesis desarrollada por mi persona por el uso de la norma sismorresistente vigente y su aplicación en el análisis estructural donde se obtuvieron los resultados como la cortante basal, modos de vibración y desplazamientos laterales relativos de sistemas que sirvieron para compararlos en su comportamiento estructural frente a un sismo.

Tume (2019) en su tesis titulada “Análisis comparativo estructural y económico al diseñar un edificio multifamiliar de seis pisos de concreto armado y acero, ubicados en la ciudad de Piura”, cuyo objetivo general fue realizar un análisis comparativo estructural y económico de ambos sistemas estructurales, de concreto armado; muros estructurales; y de acero estructural, pórticos arriostrados excéntricamente aplicado a un edificio de seis pisos cuyo uso fue de una vivienda multifamiliar ubicada en la ciudad de Piura, siendo esta tesis de tipo de investigación cuantitativa y de diseño no experimental porque no se la realizará la construcción de las edificaciones. Se halló que el peso de la edificación analizada con acero estructural representa el 77% del peso de la misma edificación, pero analizada con concreto armado; esto repercute en la fuerza cortante de cada análisis, siendo la fuerza cortante del edificio del acero estructural el 31.65% menor que la del concreto armado, por lo

que estará sometida a menor fuerza sísmica, lo que le permitió al autor utilizar perfiles de menores dimensiones que las del concreto reduciendo así sus costos. Se halló que la ejecución del edificio de acero permitirá mejores beneficios económicos que el concreto armado por lo que el retorno de la inversión será mayor. Se concluye, por tanto, que la alternativa del edificio en acero estructural es más viable estructural y económicamente que la del concreto armado.

Este antecedente sirve como referencia a la tesis desarrollada por mi persona por el uso de la norma sismorresistente vigente en el análisis estructural para obtener resultados en cortante basal, modos de vibración y desplazamientos laterales relativos de las dos estructuras que sirvieron para compararlos en su comportamiento estructural frente a un sismo.

2.1.3 ANTECEDENTES LOCALES

No existen estudios relacionados con el tema de investigación.

2.2 BASES TEÓRICAS

En la presente tesis se realizará una comparación entre los sistemas de concreto armado – albañilería y de estructuras metálicas para determinar el mejor comportamiento estructural frente a un sismo en el análisis estructural de un nuevo pabellón de aulas. se tiene dos variables como son el sistema de concreto armado – albañilería y el sistema de estructuras metálicas.

En ambas variables se evaluarán sus resultados sísmicos y se verificará que cumplan con la Norma E030 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

2.2.1 SISTEMA DE CONCRETO ARMADO - ALBAÑILERÍA

DEFINICIÓN

Se puede definir cómo una estructura donde se combinan los sistemas de concreto armado y de albañilería.

La estructura de concreto armado está formada por losas aligeradas, apoyadas sobre vigas y columnas. Además de existir tabiques de albañilería que sirven para separar ambientes o son utilizados como parapeto cuya función no es estructural.

En el caso de la estructura de albañilería está también formada por losas aligeradas, pero están apoyadas sobre muros de ladrillo. (Abanto Castillo, 2007)

HISTORIA

En 1850, el francés Joseph Monier comenzó a experimentar con macetas de concreto reforzadas con mallas de alambre. Posteriormente se expandió en Europa y Estados Unidos su uso en tanques, en losas de piso, y en puentes. En 1903, en la ciudad de Cincinnati, Ohio (EE.UU.) se realizó el Ingalls Building, el primer edificio alto íntegramente de Concreto Armado. (Ottazzi, 2013).

El uso de la Albañilería cobró relevancia en la Revolución Industrial (Siglo XVIII), con la industrialización de las fábricas de ladrillos. La primera fábrica construida en el Perú fue en Lima en el año 1856. (San Bartolomé, 1994)

En el Perú, entre los años 1920 y 1930 comienza un gran desarrollo en la ciudad de Lima con el uso del concreto armado en las edificaciones

más importantes de la Plaza de Armas, la Plaza San Martín y las calles y avenidas del centro histórico. (Blanco Blasco , s.f.)

A partir de la construcción de colegios donde se combinaba los sistemas de Concreto Armado y Albañilería para los pabellones de aulas; el terremoto de 1996 en Nazca se observó a este tipo de colegios seriamente dañados. En ese sismo se comprobó que los desplazamientos laterales eran mayores que los obtenidos teóricamente aplicando la Norma Sismorresistente de 1977 por lo que se decidió hacerles modificaciones. (Blanco Blasco, 2005).

CARACTERÍSTICAS

En la Norma E060 del Reglamento Nacional de Edificaciones (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2020, diciembre) se especifica que los elementos estructurales deberán ser analizados para resistir los efectos máximos producidos por las cargas muertas, las cargas vivas y las cargas sísmicas suponiendo una respuesta lineal elástica en su análisis. Las estructuras deberán analizarse para soportar todas las cargas que actuarán sobre ella durante su ciclo de vida.

En la Norma E070 del Reglamento Nacional de Edificaciones (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2020, diciembre) también detalla este proceso. El análisis estructural deberá considerar la participación de los muros no portantes que han sido aislados de la estructura principal, debido a los efectos que puedan producir. Este efecto se idealizará como una carga puntual uniformemente distribuida sobre las vigas.

En la publicación “Análisis de Edificios” (San Bartolome, 1998) afirma que resolver un edificio de forma manual resulta bastante engorroso por lo que es adecuado utilizar programas de computación que utilicen el método matricial de rigidez sujetos a sismos. Este método se basa en estimar los componentes de la rigidez de la estructura para resolver las fuerzas, los modos de vibración y los desplazamientos laterales mediante un ordenador. Lógicamente, para que los programas realicen este análisis estructural a través del método matricial será necesario proporcionarles previamente datos como las características elásticas y geométricas de los materiales y de los elementos que conforman la estructura.

INDICADORES

Existen indicadores que sirven para determinar el comportamiento estructural frente a un sismo del sistema estructural concreto armado – albañilería cuyo procedimiento de cálculo se describen en la Norma E030 del Reglamento Nacional de Edificaciones (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2020, diciembre) donde se establecen las condiciones para el análisis estructural sísmico de las edificaciones en general.

En algunas publicaciones de artículos en otros idiomas, por ejemplo (Schildkamp & Araki, 2019) mencionan que la categoría o el factor de uso de la edificación es una clasificación muy relevante ya que define cuales deben ser sus restricciones y limitaciones en un análisis estructural. Respecto a la selección de factores de zonificación, estos se derivan de mapas de zonificación sísmica de cada país que

representan los niveles de riesgo sísmico esperados en función de la frecuencia y la intensidad de los terremotos esperados en diferentes áreas. Los factores de zonificación sísmica (Z) representan la aceleración máxima promedio del suelo.

A continuación, se pasa a detallar cada uno de estos indicadores.

- **FUERZA CORTANTE EN LA BASE**

Es también conocida como Cortante Basal y se entiende como una fuerza de reacción a la fuerza del sismo en cada nivel de la estructura y que se va acumulando a medida que se acerca a la base. (Saavedra, 2016).

En la Norma E030 del Reglamento Nacional de Edificaciones (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2020, diciembre) se detallan primeramente los parámetros sísmicos que se utilizan para calcular la fuerza cortante en la base.

Existen parámetros como la zonificación sísmica donde establece factores numéricos de zona (Z) que dependen de la zonificación espacial de la sismicidad descrita en la norma.

También se describe a otro parámetro como los perfiles del suelo que se clasifican tomando en cuenta sus propiedades, el espesor del estrato, y la velocidad de propagación de las ondas de corte. La determinación del factor del suelo (S) de la estructura dependerá del tipo de perfil y de la zonificación sísmica y para la

determinación de los periodos T_p y T_l dependerá también del perfil del suelo.

Existe otro parámetro sísmico a considerar es el factor de amplificación sísmica (C) que es un factor de amplificación de la aceleración en el suelo. De acuerdo a las características de sitio, se define matemáticamente por las siguientes expresiones:

$$\text{Si } T < T_p; \quad C = 2.5$$

$$\text{Si } T_p < T < T_l; \quad C = 2.5 * \left(\frac{T_p}{T}\right)$$

$$\text{Si } T > T_l ; \quad C = 2.5 * \left(\frac{T_p * T_l}{T^2}\right)$$

Siendo:

T: Es el período fundamental de vibración según se define mediante la siguiente expresión matemática:

$$T = \frac{hn}{Ct}$$

Siendo:

hn: es la altura total de la edificación

Ct: es un factor adimensional que depende del sistema estructural a emplear como, por ejemplo:

$C_t = 35$ se utiliza para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente:

a) Pórticos de concreto armado sin muros de corte.

b) Pórticos dúctiles de acero con uniones resistentes a momentos, sin arriostramiento.

Ct = 45 se utiliza para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean:

a) Pórticos de concreto armado con muros en ascensores y escaleras.

b) Pórticos de acero arriostrados.

Ct = 60 se utiliza para edificios de albañilería y para todos los edificios de concreto armado duales, de muros estructurales, y muros de ductilidad limitada.

También tenemos al parámetro sísmico categoría de las edificaciones y factor de uso (U) que es una tabla descrita en la Norma E030 que determina un factor de uso en función de su nivel de importancia de las estructuras.

La norma describe también a otro parámetro como los sistemas estructurales y coeficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas (R_o) donde los sistemas estructurales se clasifican según los materiales usados y su estructuración en cada dirección de análisis por lo que se le asigna un valor adimensional descrita en la norma.

Se detalla posteriormente el análisis estructural donde la Norma E030 tiene consideraciones muy importantes para este proceso.

- Para las estructuras regulares, el análisis estructural considera que la totalidad de la fuerza sísmica actúa de forma independiente en dos direcciones ortogonales.
- El modelo para el análisis considera una distribución espacial de masas y rigideces que sean las adecuadas para representar los aspectos más significativos del comportamiento dinámico de la estructura.
- Para propósitos de esta norma, las estructuras de concreto armado – albañilería puede ser analizadas considerando solamente las inercias de las secciones brutas, ignorando el refuerzo.

El modelo estructural en los programas incluye la tabiquería que esté debidamente aislada.

- Se estima el peso sísmico de la estructura adicionando al peso total de la misma un porcentaje de carga viva que se determina de la siguiente manera:
 - En estructuras de categoría A y B, se toma el 50% de la carga viva
 - En estructuras de categoría C, se toma el 25% de la carga viva.
 - En techos se toma el 25% de la carga viva
- Existen dos procedimientos para el análisis sísmico que son el análisis estático o de fuerzas estáticas equivalentes y el análisis dinámico modal espectral

- El análisis estático representa las solicitaciones sísmicas mediante un conjunto de fuerzas actuando en el centro de masas de cada nivel de la estructura.

La fuerza cortante total en la base de la edificación, corresponde a cada dirección y se determina por la siguiente ecuación:

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

El valor C/R no se considera menor que:

$$\frac{C}{R} \geq 0.11$$

Las fuerzas sísmicas horizontales en cualquier nivel *i* correspondiente a cada dirección, se calculan mediante las siguientes ecuaciones:

$$F_i = \infty_i * V$$

$$\infty_i = \frac{P_i * (h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j * (h_j)^k}$$

Donde *n* es el número de pisos de pisos del edificio, *k* es un exponente relacionado con el periodo fundamental de vibración de la estructura para cada dirección, se toma en cuenta estos criterios en base a:

$$\text{Para } T \leq 0.5 \text{ s ; } k = 1.0$$

$$\text{Para } T \geq 0.5; k = (0.75 + 0.5 T) \leq 2.0$$

La excentricidad accidental perpendicular a la dirección del sismo debe ser igual al 5% de la dimensión del edificio en la dirección perpendicular a la dirección del análisis estructural.

- **MODOS DE VIBRACIÓN**

Se entiende como un modo de vibración a la forma de vibrar de un lado hacia otro de una estructura. Las edificaciones tienen distintas formas de vibrar ante aceleraciones dinámicas como un sismo, lo que podría afectar a la estructura en mayor o menor medida dependiendo principalmente de la rigidez de cada dirección de análisis (Arancibia, 2013).

Los modos de vibración se determinan a través del análisis dinámico modal espectral descritas en la Norma E030 (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2020, diciembre) que representa al sismo como una aceleración variable en el tiempo y que se rige por un procedimiento de análisis estructural que considera las características de rigidez y la distribución de las masas.

Se toma en cuenta los mismos parámetros sísmicos utilizados para el cálculo de la fuerza cortante en la base. Para cada dirección se consideran aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90% de la masa total.

Para cada una de las direcciones horizontales analizadas se utiliza un espectro inelástico de pseudo – aceleraciones representado por la siguiente ecuación:

$$S_a = \frac{Z.U.C.S}{R} * g$$

Donde g= es la aceleración de la gravedad=9.81 m/s²

Debe existir una fuerza cortante mínima que relacione la fuerza cortante estática y la fuerza cortante dinámica. La fuerza cortante estática debe ser al menos el 80% de la fuerza cortante dinámica para estructuras regulares.

- **DESPLAZAMIENTOS LATERALES RELATIVOS**

Se define como el incremento en el desplazamiento lateral entre un piso y su inmediato superior. (Bazán & Meli, 2002).

Para determinar los desplazamientos laterales se toma en cuenta la norma E030 del Reglamento Nacional de Edificaciones (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2020, diciembre) donde se calculan multiplicando por 0.75R los resultados obtenidos del análisis lineal y elástico con las sollicitaciones sísmicas reducidas y cuyos resultados no deben sobrepasar los límites descritos en la misma norma.

2.2.2 SISTEMA DE ESTRUCTURAS METÁLICAS

DEFINICIÓN

Es también conocido como el sistema de acero estructural, según la Norma E090 del Reglamento Nacional de Edificaciones (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2020, diciembre) lo define como aquellos elementos de pórticos de acero que son parte esencial de la estructura que sean capaces de resistir las cargas de análisis.

Está compuesto por vigas, columnas, puntales, bridas, montantes y otros elementos que intervengan en las estructuras metálicas en general.

HISTORIA

El primer uso del acero estructural para una estructura grande se realizó para el puente Coalbrookdale en forma de arco hecho en Inglaterra. Este hecho cambio el curso de la Revolución Industrial al introducir al acero como material estructural. (McCormac & Csernak, 2012).

A lo largo de la historia se han realizado edificaciones muy representativas como el Empire State Building de Estados Unidos en 1931 con una altura mayor de 380 m, la gran torre de Santiago (Chile) realizado en 2014 con una altura de 300 m. En el Perú se realizaron edificaciones de acero como la Universidad Ricardo Palma (2011), el Lima Centro de Convenciones (2015) y el colegio C.E.P. Mater Christi de Santiago de Surco (2016). Además, también se realizaron edificaciones como los centros comerciales, cines, clínicas, supermercados, y almacenes. (Corzo & Saldaña, 2017)

CARACTERÍSTICAS

Las características se encuentran principalmente descritas en la Norma E090 del Reglamento Nacional de Edificaciones (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2020, diciembre) donde se detalla el análisis estructural para edificaciones de estructuras metálicas.

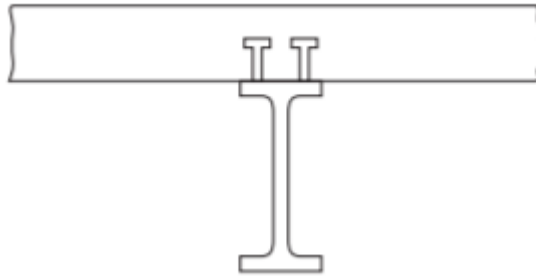
La norma indica que se debe emplear el análisis estructural elástico en el que se asume que las deformaciones son proporcionales a las cargas aplicadas.

Se debe verificar a través del análisis estructural, que el arriostramiento vertical para un pórtico de acero de varios pisos sea el necesario para prevenir que la estructura tenga inestabilidad lateral bajo los efectos de las cargas asignadas.

En la publicación “Diseño Sismorresistente de construcciones de acero” (Crisafulli, 2018) se describe que el acero es un material más dúctil con respecto a otros que también tienen uso estructural. También se indica que para el análisis estructural frente a un sismo se debe considerar dos métodos de análisis que son el análisis estático donde se idealiza a la fuerza del sismo de forma constante y el análisis dinámico, donde la acción sísmica se define como una aceleración variable en el tiempo.

En la publicación “Diseño de Estructuras de Acero” (McCormac & Csernak, 2012) se sostiene que los pisos compuestos (acero y concreto) como la losa colaborante se unen a las viguetas de piso o vigas secundarias para que actúen en conjunto y ayuden a soportar y transmitir las cargas de análisis, esto repercute en un menor peso de la estructura metálica.

GRÁFICO 3. VIGUETAS LIGADA A LA LOSA DE CONCRETO



Fuente: Diseño de Estructuras de Acero

(McCormac & Csernak, 2012)

En la publicación de “Diseño Estructural en Acero” (Zapata Baglieto, 1994) se detalla el siguiente procedimiento para el análisis estructural sísmico:

- Estructuración preliminar: En un proceso donde se tiene que fijar o colocar las posiciones iniciales de los elementos estructurales.
- Predimensionamiento de los elementos estructurales: Es un cálculo de dimensiones iniciales de los elementos estructurales realizado a través de fórmulas recomendadas en el Reglamento Nacional de Edificaciones.
- Asignación de Cargas: Se determinan las cargas que llevará la estructura en función al Reglamento Nacional de Edificaciones y del sistema estructural a analizar.
- Análisis Estructural: Consiste en crear un modelo matemático más cercano a la realidad del verdadero comportamiento estructural frente a un sismo de una edificación.

- Verificación de Resultados: Se debe verificar que los resultados obtenidos del Análisis Estructural cumplan con el Reglamento Nacional de Edificaciones.

En la ingeniería estructural es muy usado el método de análisis elástico que asume que las deformaciones son proporcionales a las cargas aplicadas. Este análisis ha facilitado mucho al análisis matricial desarrollado en programas de computación lo que permite tener resultados más rápidos y confiables. Existen otras normas del Reglamento Nacional de Edificaciones que complementan el análisis estructural en general como la Norma E020 (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2020, diciembre) que hace referencia a las cargas a aplicar.

INDICADORES

Existen indicadores que sirven para determinar el comportamiento estructural frente a un sismo del sistema de estructuras metálicas cuyo procedimiento de cálculo se describen en la Norma E030 del Reglamento Nacional de Edificaciones (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2020, diciembre) donde se establecen las condiciones para el análisis estructural sísmico de las edificaciones en general.

En algunas publicaciones de artículos en otros idiomas, por ejemplo (Pilatasig, Aguiar, Cagua, Andachi, & Cerón, 2021) mencionan que en un análisis estructural de estructuras metálicas trabajar con factores R muy altos generará en el análisis fuerzas sísmicas muy bajas lo que permitirá ingresar a la estructura en un intervalo no lineal generando

daños a la misma. Por lo que el autor del artículo recomienda trabajar con valores R muy bajos.

A continuación, se pasa a detallar cada uno de estos indicadores.

- **FUERZA CORTANTE EN LA BASE**

Es también conocida como Cortante Basal y se entiende como una fuerza de reacción a la fuerza del sismo en cada nivel de la estructura y que se va acumulando a medida que se acerca a la base. (Saavedra, 2016)

En la Norma E030 del Reglamento Nacional de Edificaciones (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2020, diciembre) se detallan primeramente los parámetros sísmicos que se utilizan para calcular la fuerza cortante en la base.

Existen parámetros como la zonificación sísmica donde establece factores numéricos de zona (Z) que dependen de la zonificación espacial de la sismicidad descrita en la norma.

También se describe a otro parámetro como los perfiles del suelo que se clasifican tomando en cuenta sus propiedades, el espesor del estrato, y la velocidad de propagación de las ondas de corte. La determinación del factor del suelo (S) de la estructura dependerá del tipo de perfil y de la zonificación sísmica y para la determinación de los periodos T_p y T_I dependerá también del perfil del suelo.

Existe otro parámetro sísmico a considerar es el factor de amplificación sísmica (C) que es un factor de amplificación de la aceleración en el suelo. De acuerdo a las características de sitio, se define matemáticamente por las siguientes expresiones:

$$\text{Si } T < T_p; \quad C = 2.5$$

$$\text{Si } T_p < T < T_l; \quad C = 2.5 * \left(\frac{T_p}{T}\right)$$

$$\text{Si } T > T_l ; \quad C = 2.5 * \left(\frac{T_p * T_l}{T^2}\right)$$

Siendo:

T: Es el período fundamental de vibración según se define mediante la siguiente expresión matemática:

$$T = \frac{hn}{Ct}$$

Siendo:

hn: es la altura total de la edificación

Ct: es un factor adimensional que depende del sistema estructural a emplear como, por ejemplo:

Ct = 35 se utiliza para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente:

- a) Pórticos de concreto armado sin muros de corte.
- b) Pórticos dúctiles de acero con uniones resistentes a momentos, sin arriostamiento.

Ct = 45 se utiliza para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean:

a) Pórticos de concreto armado con muros en ascensores y escaleras.

b) Pórticos de acero arriostrados.

Ct = 60 se utiliza para edificios de albañilería y para todos los edificios de concreto armado duales, de muros estructurales, y muros de ductilidad limitada.

También tenemos al parámetro sísmico categoría de las edificaciones y factor de uso (U) que es una tabla descrita en la Norma E030 que determina un factor de uso en función de su nivel de importancia de las estructuras.

La norma describe también a otro parámetro como los sistemas estructurales y coeficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas (R_o) donde los sistemas estructurales se clasifican según los materiales usados y su estructuración en cada dirección de análisis por lo que se le asigna un valor adimensional descrita en la norma.

Se detalla posteriormente el análisis estructural donde la Norma E030 tiene consideraciones muy importantes para este proceso.

- Para las estructuras regulares, el análisis estructural considera que la totalidad de la fuerza sísmica actúa de forma independiente en dos direcciones ortogonales.

- El modelo para el análisis considera una distribución espacial de masas y rigideces que sean las adecuadas para representar los aspectos más significativos del comportamiento dinámico de la estructura.
- Para propósitos de esta norma, las estructuras de concreto armado – albañilería puede ser analizadas considerando solamente las inercias de las secciones brutas, ignorando el refuerzo.

El modelo estructural en los programas incluye la tabiquería que esté debidamente aislada.

- Se estima el peso sísmico de la estructura adicionando al peso total de la misma un porcentaje de carga viva que se determina de la siguiente manera:
 - En estructuras de categoría A y B, se toma el 50% de la carga viva
 - En estructuras de categoría C, se toma el 25% de la carga viva.
 - En techos se toma el 25% de la carga viva
- Existen dos procedimientos para el análisis sísmico que son el análisis estático o de fuerzas estáticas equivalentes y el análisis dinámico modal espectral
- El análisis estático representa las sollicitaciones sísmicas mediante un conjunto de fuerzas actuando en el centro de masas de cada nivel de la estructura.

La fuerza cortante total en la base de la edificación, corresponde a cada dirección y se determina por la siguiente ecuación:

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

El valor C/R no se considera menor que:

$$\frac{C}{R} \geq 0.11$$

Las fuerzas sísmicas horizontales en cualquier nivel i correspondiente a cada dirección, se calculan mediante las siguientes ecuaciones:

$$F_i = \infty_i * V$$

$$\infty_i = \frac{P_i * (h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j * (h_j)^k}$$

Donde n es el número de pisos de pisos del edificio, k es un exponente relacionado con el periodo fundamental de vibración de la estructura para cada dirección, se toma en cuenta estos criterios en base a:

$$\text{Para } T \leq 0.5 \text{ s ; } k = 1.0$$

$$\text{Para } T \geq 0.5; \quad k = (0.75 + 0.5 T) \leq 2.0$$

La excentricidad accidental perpendicular a la dirección del sismo debe ser igual al 5% de la dimensión del edificio en la dirección perpendicular a la dirección del análisis estructural.

- MODOS DE VIBRACIÓN

Se entiende como un modo de vibración a la forma de vibrar de un lado hacia otro de una estructura. Las edificaciones tienen distintas formas de vibrar ante aceleraciones dinámicas como un sismo, lo que podría afectar a la estructura en mayor o menor medida dependiendo principalmente de la rigidez de cada dirección de análisis (Arancibia, 2013).

Los modos de vibración se determinan a través del análisis dinámico modal espectral descritas en la Norma E030 (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2020, diciembre) que representa al sismo como una aceleración variable en el tiempo y que se rige por un procedimiento de análisis estructural que considera las características de rigidez y la distribución de las masas.

Se toma en cuenta los mismos parámetros sísmicos utilizados para el cálculo de la fuerza cortante en la base. Para cada dirección se consideran aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90% de la masa total.

Para cada una de las direcciones horizontales analizadas se utiliza un espectro inelástico de pseudo – aceleraciones representado por la siguiente ecuación:

$$S_a = \frac{Z.U.C.S}{R} * g$$

Donde g es la aceleración de la gravedad = 9.81 m/s²

Debe existir una fuerza cortante mínima que relacione la fuerza cortante estática y la fuerza cortante dinámica. La fuerza cortante estática debe ser al menos el 80% de la fuerza cortante dinámica para estructuras regulares.

- **DESPLAZAMIENTOS LATERALES RELATIVOS**

Se define como el incremento en el desplazamiento lateral entre un piso y su inmediato superior. (Bazán & Meli, 2002).

Para determinar los desplazamientos laterales se toma en cuenta la norma E030 del Reglamento Nacional de Edificaciones (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2020, diciembre) donde se calculan multiplicando por $0.75R$ los resultados obtenidos del análisis lineal y elástico con las solicitaciones sísmicas reducidas y cuyos resultados no deben sobrepasar los límites descritos en la misma norma.

2.3 MARCO CONCEPTUAL

- **Análisis Estático**

Es un método que se utiliza para reducir las fuerzas sísmicas que actúa en cada nivel de piso de la edificación.

- **Análisis Dinámico**

Es un método que se utiliza para el cálculo de los desplazamientos laterales y periodos de vibración de la edificación

- **Carga**

Es un tipo de fuerza que actúa sobre un edificio. La carga permanente consiste en el peso de los elementos de un edificio que una estructura debe soportar. La carga variable consiste en otra fuerza adicional que actúan en la edificación como, por ejemplo, las personas, el viento, el agua.

- **Diafragma rígido**

Son elementos horizontales que distribuyen las fuerzas sísmicas laterales hacia los elementos verticales, de manera que amarra a toda la estructura para que actúe como un conjunto.

- **Ductilidad**

Es la capacidad que tienen los materiales de soportar grandes deformaciones bajo cargas que estén muy cercanas a la máxima lo que significa asegurar que toda estructura no falle de forma frágil, sin advertencia.

- **Elementos Estructurales**

Son elementos analizados en un edificio para soportar las cargas que actúan en él como, por ejemplo, las losas, las vigas y columnas.

- **Elementos no estructurales.**

Son elementos que no cumplen una función estructural en una estructura. Ej.: muros de tabiquería, acabados. Sin embargo, su peso debe ser considerado en el análisis estructural para evitar variaciones en los resultados.

- **Rigidez**

Es la capacidad que tiene un elemento estructural para oponerse a las deformaciones debido a la acción de fuerzas exteriores que actúan sobre su superficie.

- **Sismorresistente**

Es toda edificación que se analiza con una adecuada configuración estructural, dimensiones apropiadas y materiales adecuados que permitan soportar la acción de las fuerzas sísmicas.

- **Sismo**

Son movimientos ocasionados debido a la presión y a la liberación de energía acumulada en el interior de la Tierra.

2.4 HIPÓTESIS

Se toman en cuenta los conceptos de investigadores para la formulación de las hipótesis de esta investigación.

“Toda hipótesis constituye, un juicio, una afirmación o una negación de algo” (Fallas, 2010, pág. 14).

“Las hipótesis no necesariamente son verdaderas, pueden o no serlo, y pueden o no comprobarse con datos. Son explicaciones tentativas, no los hechos en sí” (Hernandez, Baptista, & Fernández, 2014, pág. 104).

“Si en una investigación no se verifica la hipótesis de trabajo, no significa que el estudio sea inválido o que carezca de utilidad.” (Arias, 2012, pág. 51).

A continuación, se formulan las siguientes hipótesis;

2.4.1 HIPÓTESIS GENERAL

H.G.1. El sistema de estructuras metálicas tendrá un mejor comportamiento estructural frente a un sismo, respecto al sistema de concreto armado - albañilería en el análisis estructural de un pabellón de aulas de la I.E. Daniel Merino Ruiz en el distrito de La Tinguiña-Ica, 2020.

2.4.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

H.E.1. El sistema de estructuras metálicas tendrá mejores resultados en fuerza cortante en la base frente a un sismo respecto al sistema de concreto armado – albañilería en el análisis estructural de un pabellón de aulas de la I.E. Daniel Merino Ruiz en el distrito de La Tinguiña - Ica, 2020.

H.E.2. El sistema de estructuras metálicas tendrá mejores resultados en modos de vibración frente a un sismo respecto al sistema de concreto armado – albañilería en el análisis estructural de un pabellón de aulas de la I.E. Daniel Merino Ruiz en el distrito de La Tinguña - Ica, 2020.

H.E.3. El sistema de estructuras metálicas tendrá mejores resultados en desplazamientos laterales relativos frente a un sismo respecto al sistema de concreto armado – albañilería en el análisis estructural de un pabellón de aulas de la I.E. Daniel Merino Ruiz en el distrito de La Tinguña - Ica, 2020.

2.5 VARIABLES

2.5.1 VARIABLE 1

Sistema concreto armado - albañilería.

2.5.2 VARIABLE 2

Sistema estructuras metálicas

2.6 DEFINICIÓN DE CONCEPTOS OPERACIONALES

TABLA 1. OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE 1

VARIABLE 1	DEF. CONCEPTUAL	DEF. OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Sistema de concreto armado - albañilería	<p>Esa una estructura compuesta por losas aligeradas apoyadas sobre vigas, columnas y por muros portantes. (Abanto Castillo, 2007).</p> <p>En relación a su comportamiento estructural, esta es la forma de como la estructura responde ante la aplicación de fuerzas externas como el sismo. (Capcha, 2017).</p>	<p>Será medida a través de técnicas e instrumentos de recolección de información, y también por el análisis estructural realizado.</p>	<p>Comportamiento estructural Frente a un sismo</p>	Fuerza cortante en la base
				Modos de vibración
				Desplazamientos laterales relativos

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 2. OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE 2

VARIABLE 2	DEF. CONCEPTUAL	DEF. OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Sistema de estructuras metálicas	<p>Es una estructura compuesta por vigas, columnas, y otros elementos que intervengan en las estructuras metálicas. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2020,diciembre).</p> <p>En relación a su comportamiento estructural, esta es la forma de como la estructura responde ante la aplicación de fuerzas externas como el sismo. (Capcha, 2017).</p>	<p>Será medida a través de técnicas e instrumentos de recolección de información, y por el análisis estructural realizado.</p>	<p>Comportamiento estructural Frente a un sismo</p>	Fuerza cortante en la base
				Modos de vibración
				Desplazamientos laterales relativos

Fuente: Elaboración Propia

CAPITULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 DISEÑO METODOLÓGICO

3.1.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

La presente tesis es según su naturaleza cuantitativa, ya que se utilizó el análisis estructural para la determinación del mejor comportamiento estructural frente a un sismo de las estructuras, de las cuales se obtuvieron datos numéricos que sirvieron para aplicar un método estadístico con la finalidad de contrastar las hipótesis.

3.1.2 NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El nivel de investigación es descriptivo - aplicada; descriptivo porque describe las características de los sistemas estructurales a comparar fundamentada en la teoría del análisis estructural y es aplicada porque con conocimientos previos a la tecnología se utilizan herramientas para el análisis estructural sísmico de cada estructura con la finalidad de determinar el mejor comportamiento estructural frente a un sismo.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1 POBLACIÓN:

La población estudiada en esta tesis correspondió al área de terreno total de la I.E. Daniel Merino Ruiz del distrito de La Tinguña – Ica que comprende 56,920.22 m².

3.2.2 MUESTRA:

La muestra de estudio para la tesis correspondió al área de terreno libre que se encuentra dentro de la I.E. Daniel Merino Ruiz en el distrito de

La Tinguña – Ica que comprende 212.52 m². En esta área se realizó la comparación entre los sistemas de concreto armado - albañilería y de estructuras metálicas en su comportamiento estructural para un nuevo pabellón de aulas de 2 niveles. El tipo de muestreo es no probabilístico intencionado.

3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Para la presente tesis se utilizó la técnica de observación y se recolectó información con el instrumento a través de un registro de recolección de datos. Se recopilaron datos de la infraestructura actual de la I.E. Daniel Merino Ruiz a través de una visita de campo; se recopilaron datos del tipo de suelo donde se tomó como referencia al Estudio de Mecánica de Suelos con Fines de Cimentación del Expediente Técnico: “Mejoramiento del Servicio Educativo de la I. E. Primario N° 22491 – Micaela Bastidas Puyucagua, del Distrito de La Tinguña, Provincia y Departamento de Ica”. De este estudio se tomaron datos, como la profundidad de cimentación y el factor de suelo $S_2=1.05$ necesarios para realizar el modelado matemático de la superestructura en el programa ETABS V19.0.0. También se recopilaron datos de la bibliografía relacionada con el tema de tesis y del Reglamento nacional de edificaciones para realizar el análisis estructural de ambas alternativas y determinar finalmente cual sistema estructural tiene un comportamiento estructural frente a un sismo.

3.4 DISEÑO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

El diseño de recolección de datos es no experimental, debido a que los datos obtenidos de las variables no son manipulados, se analizan en un solo momento por lo que su recolección de datos es única.

3.5 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

- Se escogen las características de ambas estructuras y se describen en tablas de Excel.
- Se planteó la arquitectura y la estructuración de ambas estructuras a través de un dibujo realizado en el programa AUTOCAD.
- Se realizó el predimensionamiento de elementos estructurales con fórmulas hechas en Excel.
- Se realizó el metrado de cargas de ambos sistemas en Excel.
- Se realizó el análisis sísmico de ambos sistemas en el programa ETABS y se verificaron los resultados en Excel que cumplieran con la normativa sismorresistente vigente.
- Se realizó la comparación de resultados de los sistemas estructurales en tablas hechas en Excel.
- Las conclusiones y recomendaciones se realizaron en función de la comparación de los resultados.

3.6 ASPECTOS ÉTICOS

La presente tesis, se encuentra desarrollado en su totalidad por mi persona, ayudado por el asesor correspondiente que apoyó mi estudio, además se logró respetar la propiedad intelectual de los autores, respecto a sus teorías;

citándolos y precisando las fuentes bibliográficas de acuerdo a la norma APA. Así mismo se respeta el formato de la estructura de la presentación final de tesis brindada por la Universidad Privada San Juan Bautista – UPSJB.

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1 RESULTADOS

4.1.1 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

La presente tesis se encuentra ubicada en la I.E. Daniel Merino Ruiz ubicado en la Av. Paris N° 920 del distrito de La Tinguiña, Provincia y Departamento de Ica.

El cuadro resumen de las características de la tesis se detallan a continuación en la siguiente tabla:

TABLA 3. DESCRIPCIÓN

Nombre del proyecto	Nuevo pabellón de aulas en la I.E.. Daniel Merino Ruiz
Tipo de proyecto	Pabellón (aulas y corredor)
N° pisos	2
Área total de la i.e.	56920.22 m ²
Área de terreno del proyecto	212.52 m ²
Área de análisis	543.94 m ²

Fuente: Elaboración Propia

El pabellón de 02 niveles, posee una geometría regular tanto en elevación como en planta. Está conformado por 3 aulas en el primer piso y 3 aulas en el segundo piso, además de 1 corredor.

4.1.2 ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL NUEVO PABELLÓN EN EL SISTEMA DE CONCRETO ARMADO – ALBAÑILERÍA

Detalles de los datos usados en la tesis:

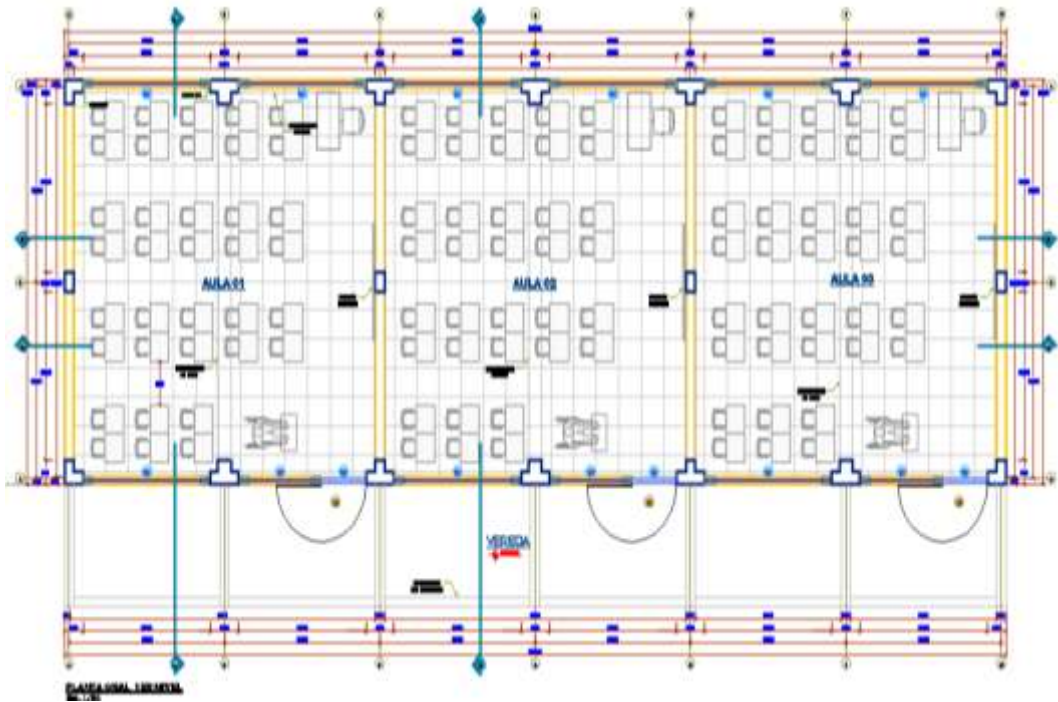
TABLA 4. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Características de los materiales usados	
Resistencia del concreto($f'c$)=	210 kg/cm ²
Módulo de elasticidad (E)=	$15000\sqrt{f'c}=217370.65$ kg/cm ²
Módulo de poisson del concreto	0.15
Módulo de poisson de albañilería	0.25
Resistencia del acero en fluencia	42000 kg/cm ²
Módulo de elasticidad del acero	2000000 Kg/cm ²
Peso volumétrico del concreto	24000 kg/m ³
Peso volumétrico del acero	7850 kg/m ³
Peso volumétrico de unidades de albañilería	1800 kg/m ³
Peso volumétrico de mortero cemento	2000 kg/m ³
Resistencia de pilas de arcilla KK industrial ($f'm$)	65 kg/cm ²
Módulo de elasticidad de unidades de arcilla (Alb.)	$500f'm=32500$ kg/cm ²

Fuente: Elaboración Propia

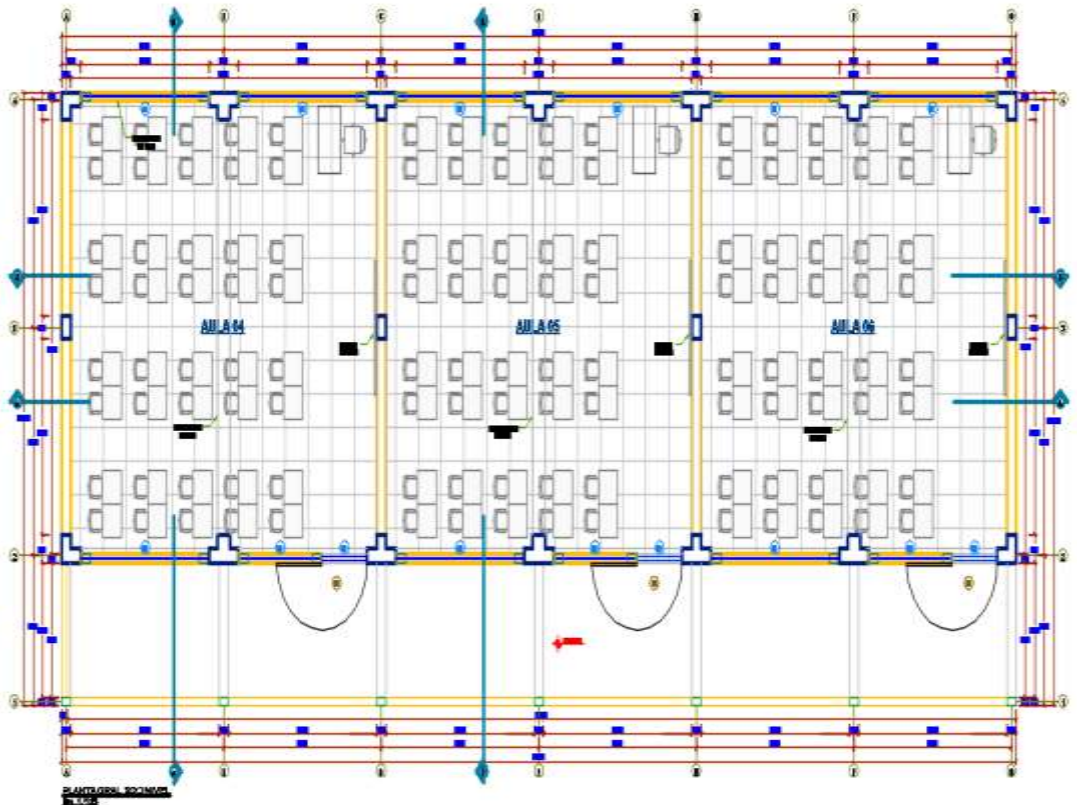
4.1.2.1 ARQUITECTURA PLANTEADA

GRÁFICO 4. ARQUITECTURA 1ER PISO



Fuente: Elaboración Propia

GRÁFICO 5. ARQUITECTURA 2ER PISO



Fuente: Elaboración Propia

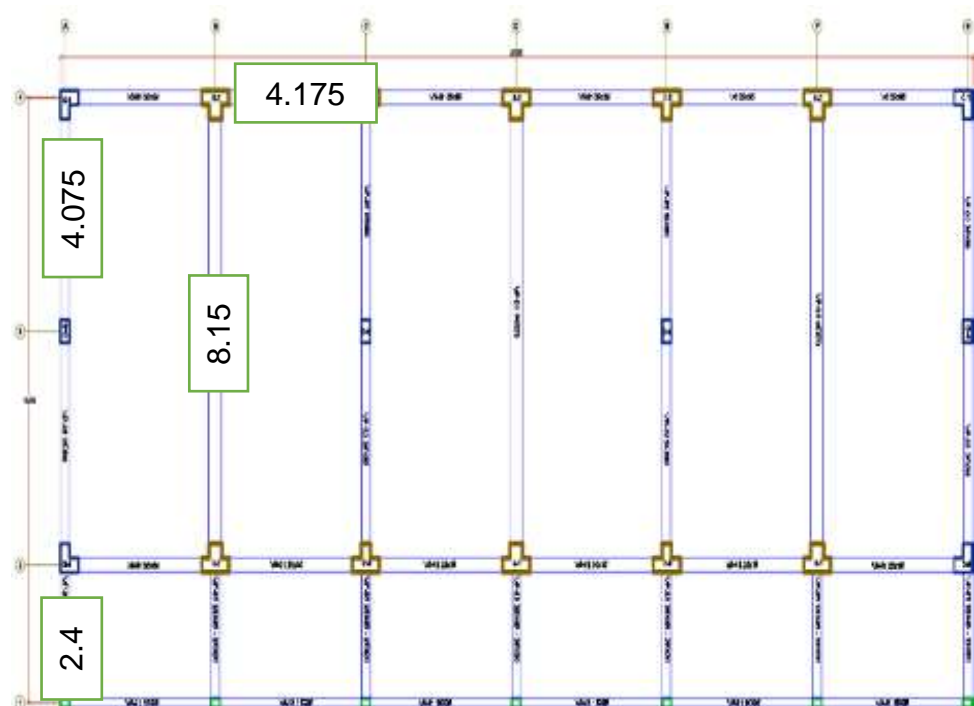
4.1.2.2 ESTRUCTURACIÓN Y PREDIMENSIONAMIENTO

Se utilizaron los siguientes criterios para la estructuración en base a la norma E030 del Reglamento Nacional de Edificaciones (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2020, diciembre), la cual recomienda que la estructura tenga:

- Simetría
- Peso mínimo
- Continuidad estructural

El predimensionamiento consistió en darle dimensiones a los elementos estructurales basados en publicaciones de diversos autores de Ingeniería Civil.

GRÁFICO 6. ESTRUCTURACIÓN



Fuente: Elaboración Propia

4.1.2.2.1 LOSAS ALIGERADAS

Se utiliza el siguiente criterio para el predimensionamiento (Villarreal, 2013).

Primeramente, se determinó la dirección de las viguetas a través de la comparación de las luces mayores de cada sentido.

En el sentido X = 4.175 m

En el sentido Y = 8.15 m

La dirección de las viguetas debe ser paralela a luz menor que resulte de la comparación de estas luces mayores de cada sentido.

En la presente tesis la dirección de las viguetas es paralela al sentido X.

Por último, se determinó el espesor de la losa aligerada a través de la siguiente fórmula.

$$H = \frac{Ln}{25}$$

Siendo:

H = altura en metros,

Ln = luz libre en metros.

En el siguiente caso, la luz libre toma el valor de 4.175 m

$$\frac{4.175}{25} = 0.167 \text{ m} \cong 0.20 \text{ m}$$

Se toma el valor de 0.20m debido a que es el valor más próximo dentro de los espesores comerciales.

4.1.2.2.2 VIGAS

Se utiliza el siguiente criterio para el predimensionamiento (Villarreal, 2013).

Para el caso de las vigas se usaron las siguientes fórmulas:

$$Hv = \frac{Ln}{10}$$

$$Bv = \frac{Hv}{2}$$

En resumen, tenemos las siguientes vigas calculadas:

TABLA 5. SECCIONES DE VIGA

Viga	b (m)	h (m)
Vp-01	0.35	0.70
Vp-02	0.25	0.30
Vs-01	0.25	0.60
Vol-01	0.35	0.50
Vol-02	0.25	0.50
Va-01	0.15	0.35

Fuente: Elaboración Propia

4.1.2.2.3 COLUMNAS

Según ensayos experimentales que se hicieron en Japón se obtuvieron datos para el predimensionamiento de columnas (Morales Morales, 2016).

A continuación, se describe la siguiente fórmula:

$$A_{col} = \frac{P}{n * f_c}$$

Siendo:

A col= área de la columna

P = carga total que soporta la columna

N = valor que depende del tipo de columna

f'c = resistencia a la compresión del concreto

En la siguiente tabla, se puede observar los diferentes valores de los tipos de columnas que existen:

TABLA 6. TIPOS DE COLUMNA

Tipo de columna	P	n
Columna central	1.10*PG	0.30
Columna lateral	1.25*PG	0.25
Columna esquinera	1.50*PG	0.20

Fuente: Elaboración Propia

Siendo:

Pg = carga de gravedad o de servicio que soporta la columna

En resumen, tenemos las siguientes columnas calculadas:

TABLA 7. SECCIONES DE COLUMNA

Columna	b (m)	bw (m)	h (m)	hf (m)
T1	0.75	0.35	0.50	0.25
T2	0.75	0.25	0.50	0.25
L	0.50	0.25	0.50	0.25
Rectangular	0.25	-	0.40	-

Fuente: Elaboración Propia

4.1.2.3 METRADO DE CARGAS

Después de haber efectuado el predimensionamiento de los elementos estructurales, se procedió a realizar el metrado de cargas en base a métodos conocidos, calculando las áreas tributarias y las cargas que soportarían cada uno de los elementos estructurales donde se utilizaron las siguientes cargas:

TABLA 8. METRADO DE CARGAS

Carga muerta		
Peso aligerado	300.00	Kg/m ²
Acabados	100.00	Kg/m ²
Tabiquería en vigas secundarias del 1° nivel	630.00	Kg/m
Parapeto en vigas voladizo del 1° nivel	350.00	Kg/m
Carga viva		
Sobrecarga del 1° nivel - aulas	250.00	Kg/m ²
Sobrecarga del 2° nivel - aulas	100.00	Kg/m ²
Sobrecarga del 1° nivel - corredor	400.00	Kg/m ²
Sobrecarga del 2° nivel - corredor	100.00	Kg/m ²

Fuente: Elaboración propia

4.1.2.4 ANÁLISIS SÍSMICO

El análisis sísmico se basó en la Norma E 030 del Reglamento Nacional de Edificaciones y se realizó en el programa ETABS V19.0.0. Este software nos permitió evaluar el comportamiento estructural frente a un sismo.

Con ayuda del software ETABS se obtendrán: los periodos y modos de vibración; la fuerza cortante basal y los desplazamientos laterales relativos.

4.1.2.4.1 PARÁMETROS SÍSMICOS

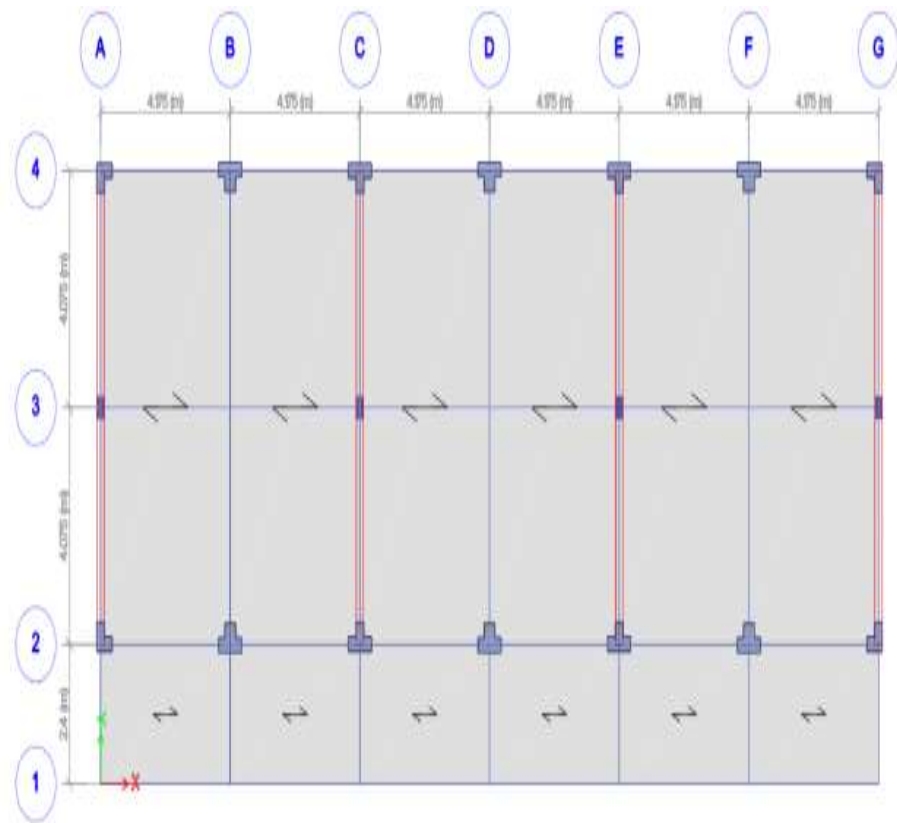
TABLA 9. PARÁMETROS SÍSMICOS

Factor de Zona	Zona 4	Z4	0.45
Factor de Uso	Tipo A	U	1.5
Factor de Amplificación del Suelo	Tipo S2	S2	1.05
		Tp(seg)	0.6
		Tl(seg)	2
Factor de Reducción Sísmica	Dirección X (Pórticos de CA)	(Rox)	8
	Dirección Y (Albañilería Confinada)	(Roy)	3

Fuente: Elaboración propia

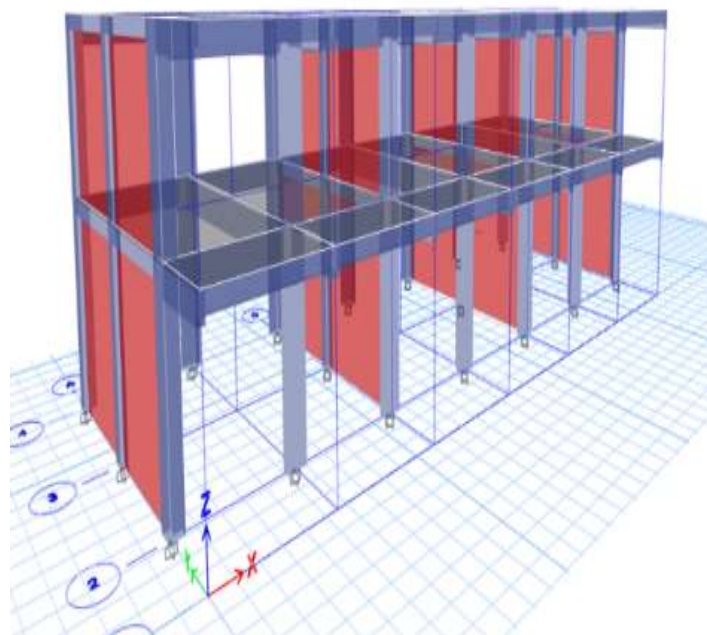
4.1.2.4.2 MODELADO Y ANÁLISIS ESTRUCTURAL

GRÁFICO 7. MODELADO EN PLANTA



Fuente: Elaboración Propia

GRÁFICO 8. MODELADO EN 3D



Fuente: Elaboración Propia

4.1.2.4.3 VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDADES

TABLA 10. VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDADES

Irregularidad estructural en altura	PRESENTA:
Irregularidad de rigidez - piso blando	No
Irregularidad de rigidez - piso débil	No
Irregularidad extrema de rigidez	No
Irregularidad extrema de resistencia	No
Irregularidad de masa o peso	No
Irregularidad geométrica vertical	No
Discontinuidad en los sistemas resistentes	No
Discontinuidad extrema de los sistemas resistentes	No

Irregularidad estructural en planta	PRESENTA:
Irregularidad torsional	No
Irregularidad torsional extrema	No
Esquinas entrantes	No
Discontinuidad de diafragma	No
Sistemas no paralelos	No

Fuente: Elaboración propia

4.1.2.4.4 EXCENRICIDAD ACCIDENTAL

En el modelado se consideró a la estructura de concreto armado – albañilería con diafragmas rígidos donde se idealizó a la fuerza de cada piso como una fuerza que actúa en su centro de masas respectivo y se considera además de la excentricidad propia de la estructura; la excentricidad accidental en cada dirección.

Para cada dirección de análisis, se asigna un valor del 5% de la dimensión de la estructura en la dirección perpendicular a la dirección de análisis, lo que genera una torsión accidental a la estructura.

4.1.2.4.5 ANÁLISIS SÍSMICO ESTÁTICO

Consistió en determinar el valor de la fuerza cortante estática del sistema, reemplazando los datos antes expuestos, en la fórmula detallada en la Norma E030.

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

El valor de C/R no debe ser menor que:

$$\frac{C}{R} \geq 0.11$$

TABLA 11. **SISMO ESTÁTICO**

Z4	0.45
U	1.5
S2	1.05
Tp(seg)	0.6
Tl(seg)	2
(Rox)	8
(Roy)	3
ht	7.75
Ctx	35
Cty	60

Fuente: Elaboración Propia

Debido a que el proyecto se trata de una edificación de tipo A, el peso sísmico de toda la estructura se calculará aplicando la siguiente fórmula:

Peso Sísmico = 100% Carga Muerta

+ 50% Carga Viva

+ 25% Carga Viva de Techo

Del programa ETABS se extrajo los valores de la masa por piso de la edificación.

TABLA 12. PESO POR PISO

TABLE: Mass summary by Story				
Story	UX	UY	G	Peso
	tonf-s ² /m	tonf-s ² /m	m/s ²	tonf
Story2	19.78581	19.78581	9.8067	194.03
Story1	32.03945	32.03945	9.8067	314.20
Acumulado				508.23

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente se calculó los valores de la fuerza cortante estática en la base para cada dirección, tomando en cuenta que no se presentaron irregularidades en planta y en altura.

TABLA 13. FUERZA CORTANTE EN LA BASE O CORTANTE BASAL

Cortante basal - NTE E.030			
	T(seg)	Peso (tonf)	V (tonf)
En "X"	0.221	508.23	112.32
En "Y"	0.129	508.23	300.37

Fuente: Elaboración propia

Y finalmente para el análisis estático se calculó la distribución de la fuerza sísmica en altura para cada dirección.

TABLA 14. DISTRIBUCIÓN DEL SISMO ESTÁTICO EN ALTURA

Distribución de la fuerza sísmica en altura					
	Peso (tonf)	Vix (tonf)	Viy (tonf)	Vix/7 (tonf)	Viy/3 (tonf)
Piso 2	194.03	58.57	156.62	8.37	19.52
Piso 1	324.72	53.75	143.74	7.68	17.92
Sum	518.76	112.32	300.37		

Fuente: Elaboración propia

4.1.2.4.6 ANÁLISIS SÍSMICO DINÁMICO

Consistió en verificar que la estructura cuente con la configuración estructural adecuada para resistir las acciones sísmicas a las que estará expuesta durante su vida útil.

En el método dinámico se consideran las rigideces y las inercias de los diferentes elementos estructurales, suponiendo diafragmas rígidos que sirven para compatibilizar las deformaciones de los elementos pertenecientes al entrepiso y al techo tomando en cuenta el centro de masa de cada diafragma.

En lo que respecta al análisis sísmico dinámico se realiza el cálculo del análisis de modos de vibración o análisis modal que está asociada a una forma de vibrar y a un periodo de vibración, en el modelado de la estructura.

Para este pabellón se establecieron el número mínimo de modos que superen el 90% de la masa participativa tal como se muestra en la siguiente tabla:

TABLA 15. MASA PARTICIPATIVA

TABLE: Modal participating mass ratios						
Case	Mode	Period	UX	UY	SumUX	SumUY
		sec				
Modal-Eigen	1	0.29	0.9506	0	0.9506	0
Modal-Eigen	2	0.1	0	0.9538	0.9506	0.9538
Modal-Eigen	3	0.091	0.0002	4.42E-05	0.9508	0.9538
Modal-Eigen	4	0.09	0.0492	0	1	0.9538
Modal-Eigen	5	0.037	0	0.0462	1	1
Modal-Eigen	6	0.034	1.64E-05	6.31E-06	1	1

Fuente: Elaboración propia

Se observa que los dos primeros modos de vibración son valores coherentes y se encuentran acorde a la estructuración de la edificación en la dirección “X” y la dirección “Y”.

Se verificó la masa participativa en función al numeral 29.1.2 del Artículo 29 de la norma E030 del Reglamento Nacional de Edificaciones (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2020, diciembre) que indica que las masas efectivas

sea como mínimo el 90% de las sumas de masas efectivas de la masa total.

En el caso de la dirección “X” solo en el primer modo se obtiene más del 95% de la masa participativa total. En la dirección “Y” en el segundo modo se obtiene también más del 95% de la masa participativa total.

En el análisis sísmico dinámico también se calcula el análisis espectral a través de un espectro de respuesta para ambas direcciones.

Se puede observar los parámetros sísmicos usados para el análisis dinámico.

TABLA 16. SISMO DINÁMICO

Espectro de respuesta - NTE E.030			
Factor de zona	Zona 4	Z4	0.45
Factor de uso	Tipo A	U	1.5
Factor de amplificación del suelo	Tipo S2	S2	1.05
		Tp(seg)	0.6
		Tl(seg)	2
Factor de reducción sísmica	Dirección X	(Rox)	8
	Dirección Y	(Roy)	3

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra los valores de la aceleración espectral y el gráfico del espectro de respuesta ante el sismo para ambas direcciones.

**TABLA 17. CÁLCULO DE ESPECTRO DE
RESPUESTA EN DIREC. "X"**

T	C	(ZUCS/Rx)
0.00	2.500	0.2215
0.10	2.500	0.2215
0.20	2.500	0.2215
0.30	2.500	0.2215
0.40	2.500	0.2215
0.50	2.500	0.2215
0.60	2.500	0.2215
0.70	2.143	0.1898
0.80	1.875	0.1661
0.90	1.667	0.1477
1.00	1.500	0.1329
1.10	1.364	0.1208
1.20	1.250	0.1107
1.30	1.154	0.1022
1.40	1.071	0.0949
1.50	1.000	0.0886
1.60	0.938	0.0831
1.70	0.882	0.0782
1.80	0.833	0.0738
1.90	0.789	0.0699
2.00	0.750	0.0664
2.10	0.680	0.0603
2.20	0.620	0.0549
2.30	0.567	0.0502
2.40	0.521	0.0461
2.50	0.480	0.0425
2.60	0.444	0.0393
2.70	0.412	0.0365
2.80	0.383	0.0339
2.90	0.357	0.0316
3.00	0.333	0.0295
3.10	0.312	0.0277
3.20	0.293	0.026
3.30	0.275	0.0244
3.40	0.260	0.023
3.50	0.245	0.0217
3.60	0.231	0.0205
3.70	0.219	0.0194
3.80	0.208	0.0184
3.90	0.197	0.0175
4.00	0.188	0.0166

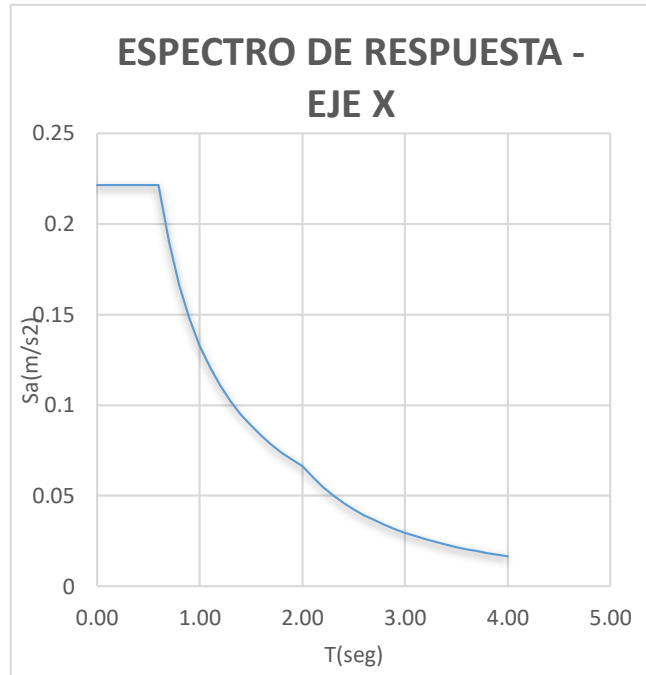
Fuente: Elaboración propia

**TABLA 18. CÁLCULO DE ESPECTRO DE
RESPUESTA EN DIREC. "Y"**

T	C	(ZUCS/Ry)
0.00	2.500	0.5906
0.10	2.500	0.5906
0.20	2.500	0.5906
0.30	2.500	0.5906
0.40	2.500	0.5906
0.50	2.500	0.5906
0.60	2.500	0.5906
0.70	2.143	0.5063
0.80	1.875	0.443
0.90	1.667	0.3938
1.00	1.500	0.3544
1.10	1.364	0.3222
1.20	1.250	0.2953
1.30	1.154	0.2726
1.40	1.071	0.2531
1.50	1.000	0.2363
1.60	0.938	0.2215
1.70	0.882	0.2085
1.80	0.833	0.1969
1.90	0.789	0.1865
2.00	0.750	0.1772
2.10	0.680	0.1607
2.20	0.620	0.1464
2.30	0.567	0.134
2.40	0.521	0.123
2.50	0.480	0.1134
2.60	0.444	0.1048
2.70	0.412	0.0972
2.80	0.383	0.0904
2.90	0.357	0.0843
3.00	0.333	0.0788
3.10	0.312	0.0738
3.20	0.293	0.0692
3.30	0.275	0.0651
3.40	0.260	0.0613
3.50	0.245	0.0579
3.60	0.231	0.0547
3.70	0.219	0.0518
3.80	0.208	0.0491
3.90	0.197	0.0466
4.00	0.188	0.0443

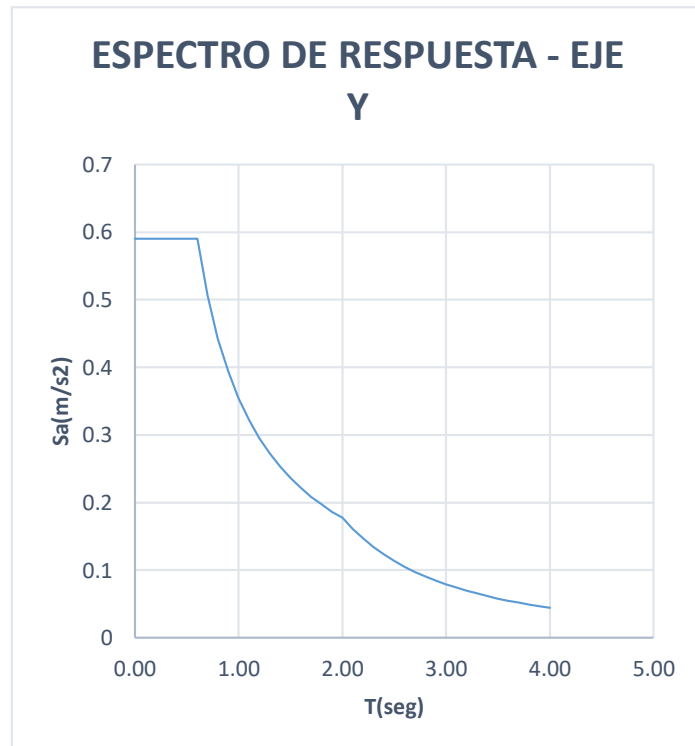
Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO 9. GRÁFICO DE ESPECTRO DE RESPUESTA EN DIREC. "X"



Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO 10. GRÁFICO DE ESPECTRO DE RESPUESTA EN DIREC. "Y"



Fuente: Elaboración propia

4.1.2.4.7 RELACIÓN ENTRE EL ANÁLISIS SÍSMICO ESTÁTICO Y EL ANÁLISIS SÍSMICO DINÁMICO

TABLA 19. RESULTADOS DEL SISMO ESTÁTICO Y DINÁMICO

TABLE: Story forces			
Story	Output case	VX	VY
		kgf	kgf
Story1	SE X Neg	112.32	0.00
Story1	SE X Pos	-112.32	0.00
Story1	SE Y Pos	0.00	-300.37
Story1	SE Y Neg	0.00	300.37
Story1	SDXX	107.19	0.01
Story1	SDYY	0.02	286.75

Fuente: Elaboración propia

TABLA 20. RELACIÓN ENTRE SISMO ESTÁTICO Y SISMO DINÁMICO

	V Estática	V Dinámica	V Dinámica \geq 80% V Estática	
En "X"	112.3193	107.1882	CUMPLE	95.43%
En "Y"	300.3652	286.7461	CUMPLE	95.47%

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar en los resultados que se cumplen con ambas direcciones con más del 80% solicitado en la norma E030.

4.1.2.4.8 CONTROL DE DERIVAS Y DESPLAZAMIENTOS

Los resultados de derivas se observan en las siguientes tablas:

**TABLA 21. DERIVAS Y DESPLAZAMIENTOS
PARA EL ANÁLISIS ESTÁTICO**

TABLE: Story Drifts					
Story	Output Case	Direction	Drift	DriftX (0.75Rx*DrifX)	Limite
Story2	SE X Neg	X	0.000655	0.003930	
Story2	SE X Pos	X	0.00065	0.003900	0.007
Story1	SE X Neg	X	0.000907	0.005442	0.007
Story1	SE X Pos	X	0.000902	0.005412	0.007
TABLE: Story Drifts					
Story	Output Case	Direction	Drift	DriftY (0.75Ry*DrifY)	Limite
Story2	SE Y Pos	Y	0.000237	0.000533	
Story2	SE Y Neg	Y	0.000238	0.000536	0.005
Story1	SE Y Pos	Y	0.000334	0.000752	0.005
Story1	SE Y Neg	Y	0.000335	0.000754	0.005

Fuente: Elaboración propia

**TABLA 22. DERIVAS Y DESPLAZAMIENTOS
PARA EL ANÁLISIS DINÁMICO**

TABLE: Story Drifts					
Story	Output Case	Direction	Drift	DriftX (0.75Rx*DrifX)	Limite
Story2	SDXX	X	0.000599	0.003594	
Story1	SDXX	X	0.000858	0.005148	0.007
TABLE: Story Drifts					
Story	Output Case	Direction	Drift	DriftY (0.75Ry*DrifY)	Limite
Story2	SDYY	Y	0.000215	0.000484	
Story1	SDYY	Y	0.00032	0.000720	0.005

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar en los resultados de desplazamientos que se cumplen con los límites para ambas direcciones tanto para el análisis estático como dinámico.

4.1.3 ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL NUEVO PABELLÓN EN ESTRUCTURAS METÁLICAS

Detalles de los datos usados en la tesis:

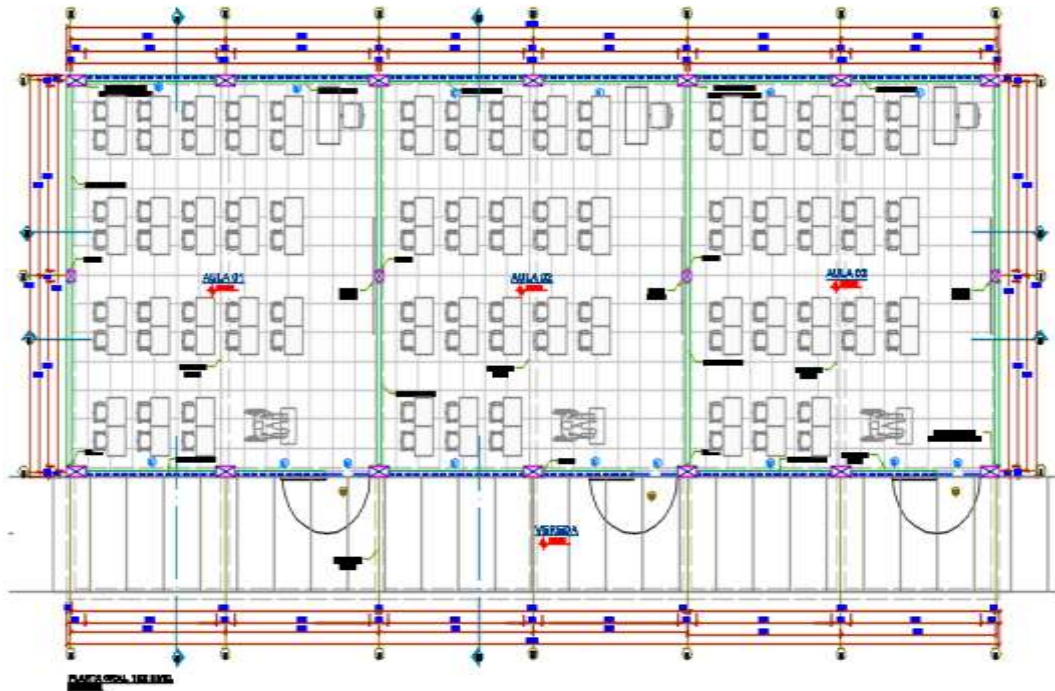
TABLA 23. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Características de los materiales usados	
Esfuerzo de fluencia (Fy)=	2530 kg/cm ²
Módulo de elasticidad (E)=	2000000 Kg/cm ²
Módulo de poisson (μ)=	0.3
Peso específico del drywall	25 kg/m ²
Peso específico del aluminio	2750 kg/m ³
Resistencia del concreto(f'c) =	210 kg/cm ²
Módulo de elasticidad (E)=	15000√f'c=217370.65 kg/cm ²
Módulo de poisson del concreto	0.15

Fuente: Elaboración propia

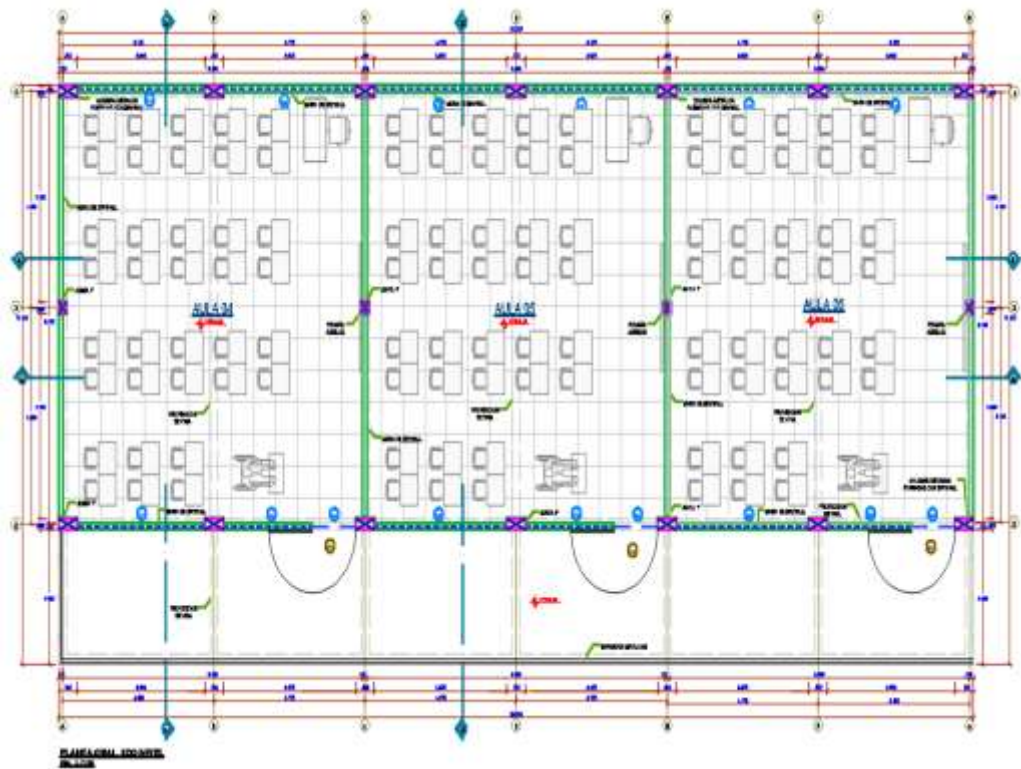
4.1.3.1 ARQUITECTURA PLANTEADA

GRÁFICO 11. ARQUITECTURA 1ER PISO



Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO 12. ARQUITECTURA 2DO PISO



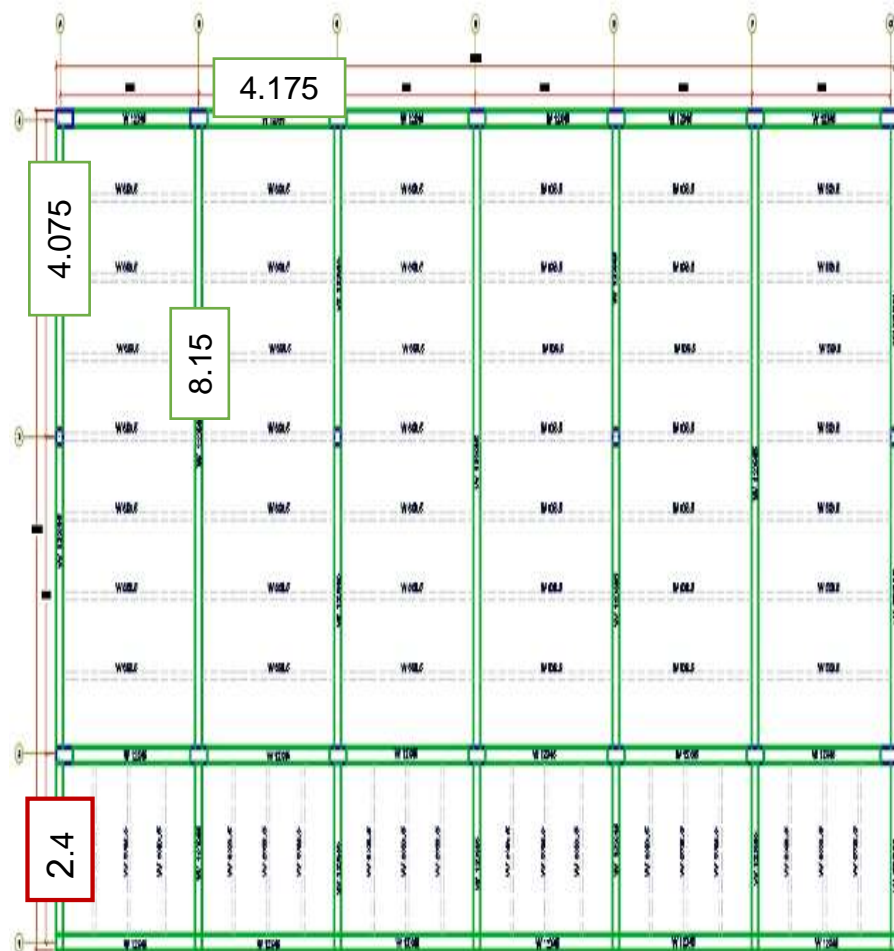
Fuente: Elaboración propia

4.1.3.2 ESTRUCTURACIÓN Y PREDIMENSIONAMIENTO

Se utilizaron los mismos criterios para la estructuración de la edificación en acero basado en la norma E030 del Reglamento Nacional de Edificaciones (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2020, diciembre) la cual recomienda que la estructura tenga:

- Simetría
- Peso mínimo
- Continuidad estructural

GRÁFICO 13. ESTRUCTURACIÓN



Fuente: Elaboración propia

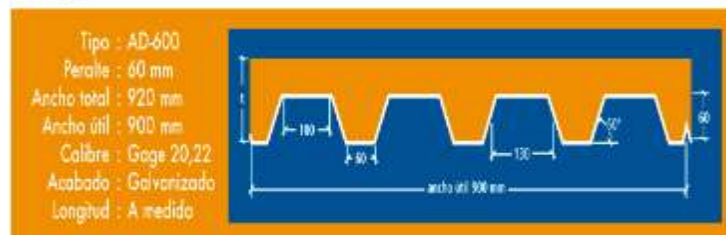
El predimensionamiento consistió en darle dimensiones a los elementos estructurales basados en publicaciones de diversos autores de Ingeniería Civil.

4.1.3.2.1 LOSA COLABORANTE

Para predimensionar el peralte de la losa colaborante se determina, primeramente, la luz más corta entre las vigas. En el siguiente caso la luz más corta se encuentra en el eje X con una luz de 4.175 m. Es necesario también saber la sobrecarga admisible o carga viva que soportará esa losa colaborante. En la presente investigación se utilizaron la sobrecarga de 250 kg/m² para las aulas y 400 kg/m² para los corredores. Estos datos son necesarios para dimensionar la losa colaborante en función a las características técnicas del acero comercial ACERO DECK AD-600. (Aceros Procesados, s.f.)

GRÁFICO 14. LOSA COLABORANTE TIPO AD-600

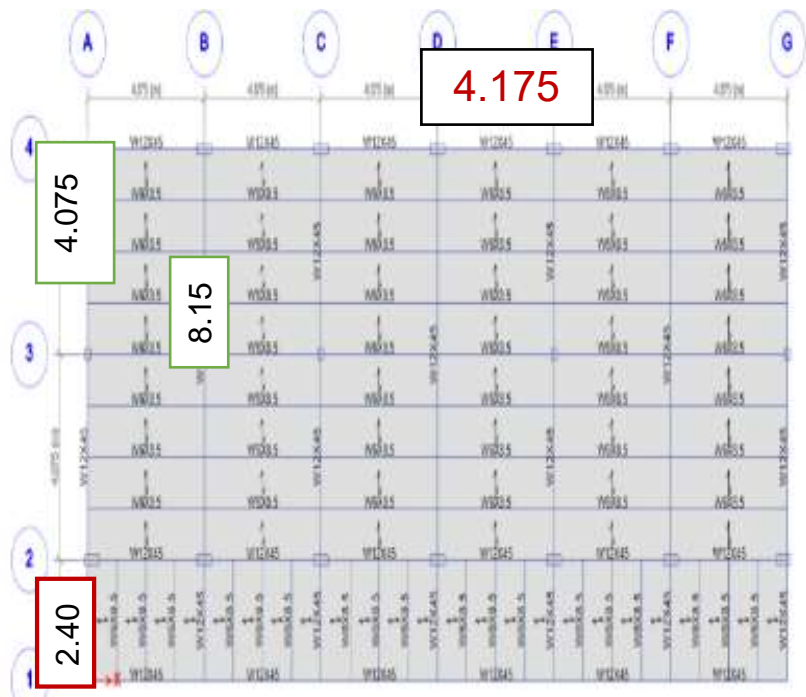
PERFIL TIPO
AD-600



Fuente: ACERO DECK

Se escogió una losa colaborante de espesor 15cm debido a que cumple con los requisitos que exige el acero comercial ACERO DECK AD - 600 y que sobrepasan las sobrecargas actuantes en las losas de las aulas y de los corredores por lo que es óptimo para utilizarlo en el análisis estructural de la edificación en Estructuras Metálicas.

GRÁFICO 15. VISTA EN PLANTA DEL MODELADO



Fuente: Elaboración Propia

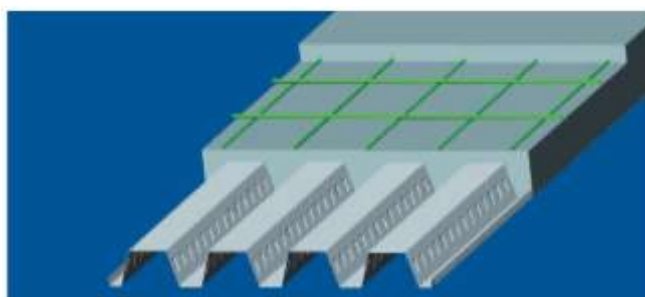
GRÁFICO 16. CÁLCULO DE PERALTE DE LOSA

SOBRE CARGA ADMISIBLE (kg/m²) CON CONCRETO (f'c = 210 kg/cm²)

Calibre Gage	L metros	Espesor de Losa (cm)					
		t = 11	t = 12	t = 13	t = 14	t = 15	t = 16
22	1.50	2000	2000	2000	2000	2000	2000
	1.75	2000	2000	2000	2000	2000	2000
	2.00	1650	1911	2000	2000	2000	2000
	2.25	1243	1445	1647	1849	2000	2000
	2.50	952	1112	1272	1432	1592	1753
	2.75	689	865	995	1124	1253	1382
	3.00	487	661	784	889	995	1101
	3.25	364	475	619	707	794	882
	3.50	254	338	465	562	635	708
	3.75	172	236	334	445	506	568
	4.00	-	157	234	329	401	453
	4.25	-	-	156	231	314	358
4.50	-	-	-	154	228	278	

Fuente: ACERO DECK

GRÁFICO 17. DETALLE DE LOSA COLABORANTE



Fuente: ACERO DECK

La losa colaborante de espesor 15 cm de acuerdo al tipo acero comercial utilizado tiene las siguientes propiedades de la sección y las propiedades del concreto usado para la losa colaborante.

GRÁFICO 18. PROPIEDADES DEL CONCRETO

PROPIEDADES DEL CONCRETO ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$)

Altura de losa (cm)	Volumen concreto m^3/m^2	Carga muerta Kg/m^2
11.00	0.075	180.80
12.00	0.085	204.80
13.00	0.095	228.80
14.00	0.105	252.80
15.00	0.115	276.80
16.00	0.125	300.80

Fuente: ACERO DECK

4.1.3.2.2 VIGUETAS

En el caso de viguetas o vigas secundarias se tomará en cuenta la siguiente fórmula para su dimensionamiento: (Cruz, 2018).

$$H \text{ vigueta} = \frac{\text{Luz}}{40}$$

Y mediante esa fórmula se obtuvieron los siguientes resultados:

TABLA 24. SECCIONES DE VIGUETAS

Viguetas o vigas secundarias			
Luz Viga (m)	$H = (\text{Luz Viga} / 40) \text{ m}$	Perfil escogido	Sección m
4.175	0.10	W6X8.5	0.10x0.14
2.4	0.06	W6X8.5	0.10x0.14

Fuente: Elaboración Propia

4.1.3.2.3 VIGAS

Para el caso de vigas principales se tomará en cuenta la siguiente fórmula para su dimensionamiento (Cruz, 2018).

$$H \text{ viga} = \frac{Luz}{10}$$

Bajo ese criterio se obtuvo los siguientes resultados:

TABLA 25. SECCIÓN DE VIGA

Vigas principales			
Luz Viga (m)	H=(Luz Viga/10) m	Perfil escogido	Sección m
4.175	0.21	W12X45	0.20x0.30
4.075	0.20	W12X45	0.20x0.30
8.15	0.41	W18X50	0.20x0.45
2.4	0.24	W12X45	0.20x0.30

Fuente: Elaboración Propia

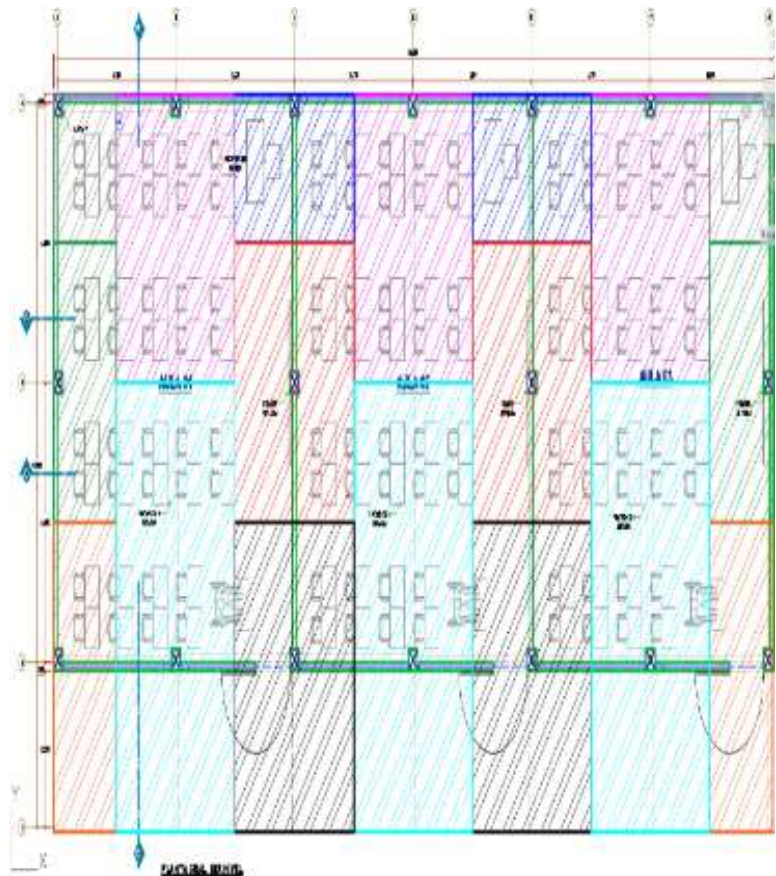
4.1.3.2.4 COLUMNAS

Se propone un método analítico para dimensionar las columnas metálicas.

A continuación, se realiza el siguiente procedimiento recomendado por (McCormac & Csernak, 2012):

1. Para la columna lateral más crítica se realizaron los siguientes cálculos:

GRÁFICO 19. ÁREAS TRIBUTARIAS PARA COLUMNAS



Fuente: Elaboración Propia

TABLA 26. CUADRO DE CARGAS PARA LA COLUMNA MAS CRITICA

Elementos	Área tributaria (m2)		Peso unitario (Kg/m2)	Nro. Pisos	Total
Entrepisos (losas colaborantes)	6.55	4.175	276.8	2	15138.884
Estructura (valor aprox.) /peso propio			50	2	100
Muros de drywall	6.55	4.175	25	2	1367.3125
Acabados	6.55	4.175	100	2	5469.25
Carga muerta (C.M.)					22075.4465
Carga viva	6.55	4.175	250	1	6836.5625
Carga viva (C.V.)					6836.5625
Carga viva de techo	6.55	4.175	100	1	2734.625
Carga viva de techo (C.V.T.)					2734.625

Fuente: Elaboración Propia

Carga de Servicio (C. M. +C. V. +C. V. T)

$$= 31646.63 \text{ Kg}$$

$P_u = \text{Carga Última} (1.2 * C. M. + 1.6 * C. V. + 0.5$

$$* C. V. T.) = 38796.35 \text{ Kg}$$

- La relación de esbeltez recomendada de la columna (KL/r) está entre 40 y 60 por lo que para su predimensionamiento se asumirá un valor de 55.

$$40 \leq \frac{KL}{r} \leq 60$$

Donde:

L= es la longitud efectiva de la columna

K= es el factor de rigidez igual a 1

r= radio de giro de la columna

3. Calculando el esfuerzo de Euler.

$$\lambda_c = \frac{KL}{r\pi} * \sqrt{\frac{fy}{E}} = 0.62$$

Como $\lambda_c \leq 1.5$ se utiliza la siguiente

formula:

$$F_{cr} = 0.658^{\lambda_c^2} * fy = 2154 \text{ kg/cm}^2$$

Por lo tanto, el área calculada es la

siguiente:

$$A_g = \frac{Pu}{0.9 * F_{cr}} = 20.01 \text{ cm}^2$$

4. Con el área calculada buscamos perfiles que superen ese valor

TABLA 27. SECCIÓN DE COLUMNA

Perfil escogido	Área cm ²	Sección m
HSS 20"X8"X5/8"	195.5	0.20X0.50

Fuente: Elaboración propia

Para el caso de las columnas intermedias que se encuentran en la dirección Y-Y se predimensionan tomando el criterio del mismo ancho de las vigas principales por lo que se asume la siguiente sección.

TABLA 28. SECCIÓN DE COLUMNA

Perfil escogido	Sección m
HSS 8"X8"X1/2"	0.20X0.20

Fuente: Elaboración propia

4.1.3.2.5 ARRIOSTRES

Los arriostres se dimensionan de acuerdo al criterio del tesista dependiendo también de los requisitos de rigidez especificados en la Norma E030 del Reglamento Nacional de Edificaciones. Los arriostres fueron usados en la dirección "Y" con la función de rigidizar, por lo que se asumió la siguiente sección de perfil:

TABLA 29. SECCIÓN DE ARRIOSTRE

Arriostre	Sección m
HSS 4"X4"X3/8"	0.10x0.10

Fuente: Elaboración propia

4.1.3.3 METRADO DE CARGAS

Similar al sistema estructural anterior después de haber efectuado el predimensionamiento, se procedió a realizar el metrado de cargas en base a métodos conocidos, calculando áreas tributarias y cargas que soportan cada uno de los elementos estructurales donde se utilizaron las siguientes cargas:

TABLA 30. METRADO DE CARGAS

Carga muerta		
Peso losa colaborante	276.80	Kg/m ²
Acabados	100.00	Kg/m ²
Tabiquería cerramientos	80.00	Kg/m
Tabiquería vanos	45.00	Kg/m
Barandas para parapeto	137.50	Kg/m
Carga viva		
Sobrecarga del 1° nivel - aulas	250.00	Kg/m ²
Sobrecarga del 2° nivel - aulas	100.00	Kg/m ²
Sobrecarga del 1° nivel - corredor	400.00	Kg/m ²
Sobrecarga del 2° nivel - corredor	100.00	Kg/m ²

Fuente: Elaboración propia

4.1.3.4 ANÁLISIS SÍSMICO

Similar al caso anterior el análisis sísmico se basó en la Norma Sismorresistente E030 del Reglamento Nacional de Edificaciones y se realizó en el programa ETABS V19.0.0.

Del software se obtendrán los siguientes resultados: los periodos y modos de vibración; la fuerza cortante basal y los desplazamientos laterales.

4.1.3.4.1 PARÁMETROS SÍSMICOS

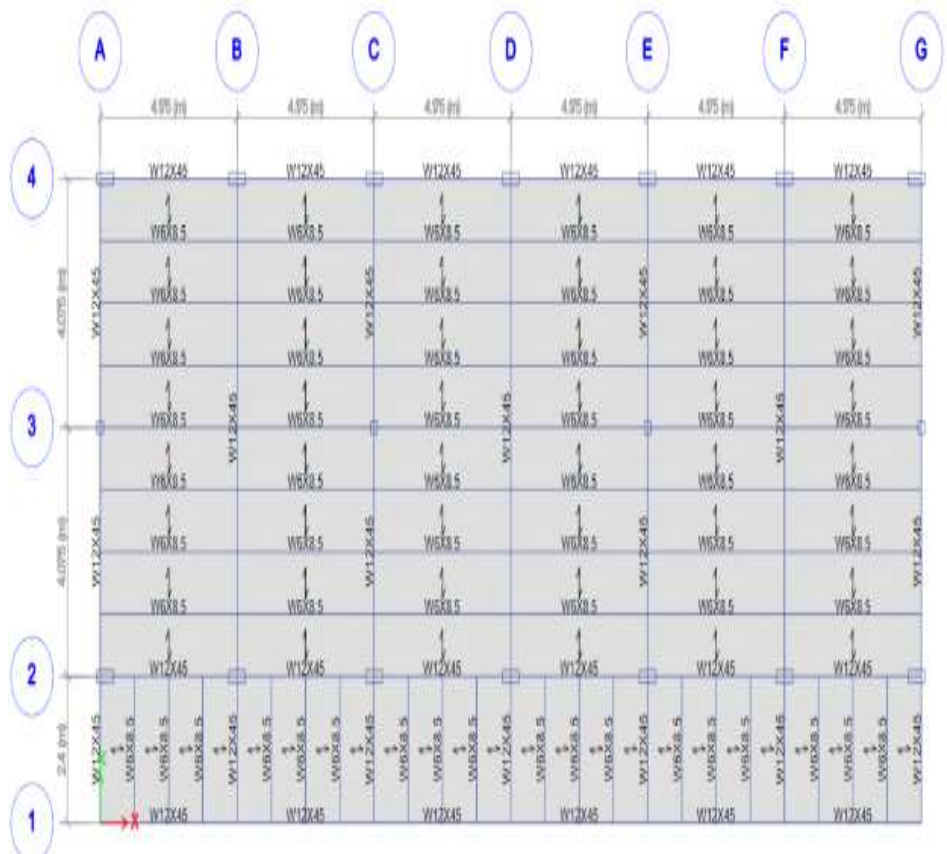
TABLA 31. PARÁMETROS SÍSMICOS

Factor de zona	Zona 4	Z4	0.45
Factor de uso	Tipo A	U	1.5
Factor de amplificación del suelo	Tipo S2	S2	1.05
		Tp(seg)	0.6
		Tl(seg)	2
Factor de reducción sísmica	Dirección X	(Rox)	4
	Dirección Y	(Roy)	4

Fuente: Elaboración propia

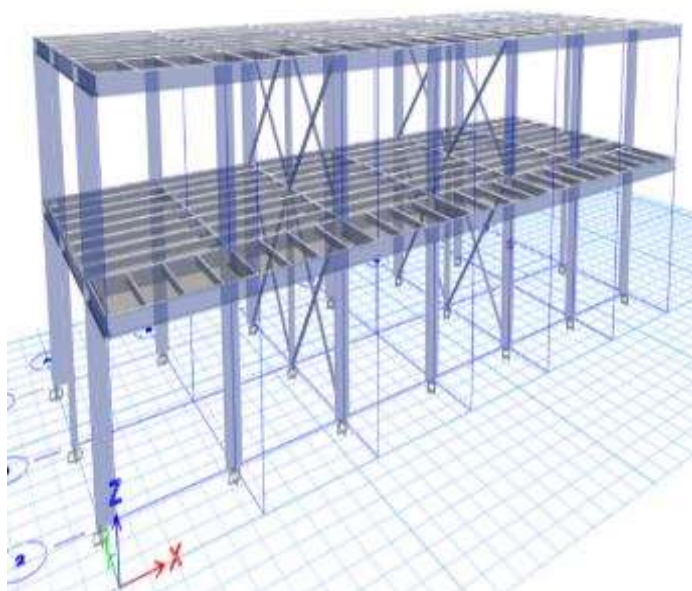
4.1.3.4.2 MODELADO Y ANÁLISIS ESTRUCTURAL

GRÁFICO 20. MODELADO EN PLANTA



Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO 21. MODELADO EN 3D



Fuente: Elaboración propia

4.1.3.4.3 VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDADES

TABLA 32. VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDADES

Irregularidad estructural en altura	Presenta:
Irregularidad de rigidez - piso blando	No
Irregularidad de rigidez - piso débil	No
Irregularidad extrema de rigidez	No
Irregularidad extrema de resistencia	No
Irregularidad de masa o peso	No
Irregularidad geométrica vertical	No
Discontinuidad en los sistemas resistentes	No
Discontinuidad extrema de los sistemas resistentes	No

Irregularidad estructural en planta	Presenta:
Irregularidad torsional	No
Irregularidad torsional extrema	No
Esquinas entrantes	No
Discontinuidad de diafragma	No
Sistemas no paralelos	No

Fuente: Elaboración propia

4.1.3.4.4 EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL

En este modelado se consideró a la estructura metálica con diafragmas rígidos idealizando a la fuerza de cada piso como una fuerza que actúa en su centro de masas respectivo y se considera la excentricidad propia de la estructura y la excentricidad accidental en cada dirección.

Al igual que el sistema anterior también se ingresa al modelo de ETABS V19.0.0. el valor del 5% de la dimensión de la estructura en la dirección perpendicular a la dirección de análisis, lo que genera una torsión accidental en toda la estructura.

4.1.3.4.5 ANÁLISIS SÍSMICO ESTÁTICO

Se determinó el valor de la fuerza cortante estática del sistema, reemplazando los datos antes expuestos, en la fórmula siguiente:

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

El valor de C/R no debe ser menor que:

$$\frac{C}{R} \geq 0.11$$

TABLA 33. SISMO ESTÁTICO

Z4	0.45
U	1.5
S2	1.05
Tp(seg)	0.6
Tl(seg)	2
(Rox)	4
(Roy)	4
Ht	7.75
Ctx	45
Cty	45

Fuente: Elaboración Propia

Como es una edificación de tipo A, el peso sísmico se calculará con la siguiente formula:

$$\begin{aligned} \text{Peso Sísmico} &= 100\% \text{ Carga Muerta} \\ &+ 50\% \text{ Carga Viva} \\ &+ 25\% \text{ Carga Viva de Techo} \end{aligned}$$

Del programa ETABS se obtuvieron los siguientes valores.

TABLA 34. PESO POR PISO

TABLE: Mass summary by story				
Story	UX tonf-s ² /m	UY tonf-s ² /m	G m/s ²	Peso tonf
Story2	10.447	10.447	9.8067	102.45
Story1	14.80506	14.80506	9.8067	145.19
Acumulado				247.64

Fuente: Elaboración propia

Luego se calculó los valores de la fuerza cortante estática en la base para cada dirección.

TABLA 35. FUERZA CORTANTE EN LA BASE O CORTANTE

Cortante basal - NTE E.030			
	T(seg)	PESO (tonf)	V (tonf)
En "X"	0.172	247.64	109.70
En "Y"	0.172	247.64	109.70

Fuente: Elaboración propia

Y finalmente se calculó la distribución de la fuerza sísmica en altura para cada dirección.

TABLA 36. DISTRIBUCIÓN DEL SISMO ESTÁTICO EN ALTURA

Distribución de la fuerza sísmica en altura					
	Peso (tonf)	Vix (tonf)	Viy (tonf)	Vix/7 (tonf)	Viy/3 (tonf)
Piso 2	102.45	61.73	61.73	8.82	20.58
Piso 1	145.19	47.97	47.97	6.85	15.99
Sum	247.64	109.70	109.70		

Fuente: Elaboración propia

4.1.3.4.6 ANÁLISIS SÍSMICO DINÁMICO

Se verificó que la estructura metálica cuenta con la configuración estructural adecuada para resistir las acciones del sismo.

En el método dinámico se consideran las rigideces y las inercias de los elementos estructurales, también se considera los diafragmas rígidos necesarios para compatibilizar las deformaciones

de los elementos estructurales pertenecientes al entrepiso y al techo tomando en cuenta el centro de masa de cada diafragma.

En el análisis sísmico dinámico se realiza el cálculo de los modos de vibración o análisis modal que está asociada a una forma de vibrar y a un periodo de vibración, en el modelado de la estructura.

Para este pabellón se establecieron el número mínimo de modos que superen el 90% de la masa participativa tal como se muestra en la siguiente tabla:

TABLA 37. MASA PARTICIPATIVA

Table: Modal participating mass ratios						
Case	Mode	Period sec	UX	UY	SumUX	SumUY
Modal-Eigen	1	0.365	0.8736	0.0001	0.8736	0.0001
Modal-Eigen	2	0.276	0.0372	0.0039	0.9108	0.004
Modal-Eigen	3	0.182	7.11E-06	0.9586	0.9108	0.9627
Modal-Eigen	4	0.105	0.0636	2.77E-05	0.9743	0.9627
Modal-Eigen	5	0.09	0.0256	0.0001	1	0.9628
Modal-Eigen	6	0.066	7.54E-06	0.0372	1	1

Fuente: Elaboración propia

Se observa que los primeros modos de vibración son valores coherentes y se encuentran acorde a la estructuración de la edificación en la dirección "X" y la dirección "Y".

Se verificó la masa participativa en función al numeral 29.1.2 del Artículo 29 de la norma E030 del Reglamento Nacional de Edificaciones (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2020, diciembre) que indica que las masas efectivas sea como mínimo el 90% de las sumas de masas efectivas de la masa total.

En el caso de la dirección "X" en el segundo modo se obtiene más del 90% de la masa participativa total. En la dirección "Y" en el tercer modo se obtiene también más del 90% de la masa participativa total.

En el análisis sísmico dinámico también se calcula el análisis espectral a través de un espectro de respuesta para ambas direcciones.

Se observa los parámetros sísmicos usados para el análisis dinámico.

TABLA 38. SISMO DINÁMICO

Espectro de diseño - NTE E.030			
Factor de zona	Zona 4	Z4	0.45
Factor de uso	Tipo a	U	1.5
Factor de amplificación del suelo	Tipo s2	S2	1.05
		Tp(seg)	0.6
		Tl(seg)	2
Factor de reducción sísmica	Dirección x	(rox)	4
	Dirección y	(roy)	4

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra los valores de la aceleración espectral y el gráfico del espectro de respuesta ante el sismo para ambas direcciones.

**TABLA 39. CÁLCULO DE ESPECTRO
DE RESPUESTA EN DIREC. "X"**

T	C	(ZUCS/RX)
0.00	2.500	0.443
0.10	2.500	0.443
0.20	2.500	0.443
0.30	2.500	0.443
0.40	2.500	0.443
0.50	2.500	0.443
0.60	2.500	0.443
0.70	2.143	0.3797
0.80	1.875	0.3322
0.90	1.667	0.2953
1.00	1.500	0.2658
1.10	1.364	0.2416
1.20	1.250	0.2215
1.30	1.154	0.2044
1.40	1.071	0.1898
1.50	1.000	0.1772
1.60	0.938	0.1661
1.70	0.882	0.1563
1.80	0.833	0.1477
1.90	0.789	0.1399
2.00	0.750	0.1329
2.10	0.680	0.1205
2.20	0.620	0.1098
2.30	0.567	0.1005
2.40	0.521	0.0923
2.50	0.480	0.0851
2.60	0.444	0.0786
2.70	0.412	0.0729
2.80	0.383	0.0678
2.90	0.357	0.0632
3.00	0.333	0.0591
3.10	0.312	0.0553
3.20	0.293	0.0519
3.30	0.275	0.0488
3.40	0.260	0.046
3.50	0.245	0.0434
3.60	0.231	0.041
3.70	0.219	0.0388
3.80	0.208	0.0368
3.90	0.197	0.0349
4.00	0.188	0.0332

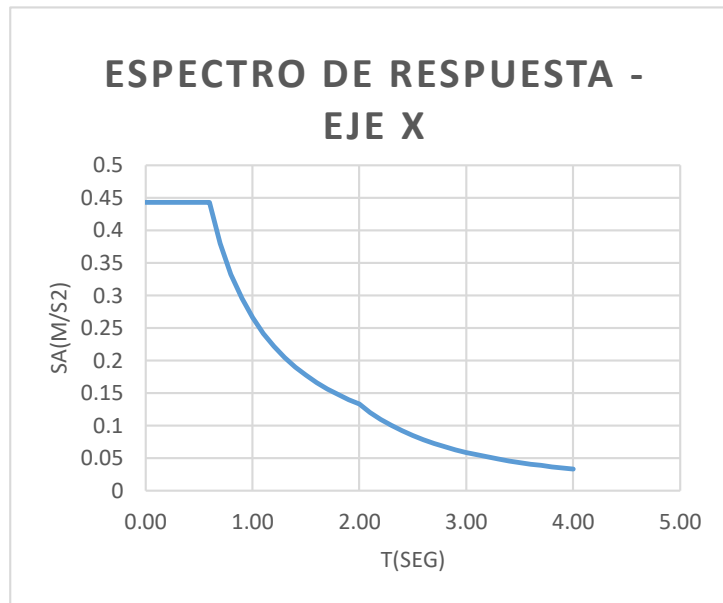
Fuente: Elaboración propia

**TABLA 40. CÁLCULO DE ESPECTRO
DE RESPUESTA EN DIREC. “Y”**

T	C	(zucs/ry)
0.00	2.500	0.443
0.10	2.500	0.443
0.20	2.500	0.443
0.30	2.500	0.443
0.40	2.500	0.443
0.50	2.500	0.443
0.60	2.500	0.443
0.70	2.143	0.3797
0.80	1.875	0.3322
0.90	1.667	0.2953
1.00	1.500	0.2658
1.10	1.364	0.2416
1.20	1.250	0.2215
1.30	1.154	0.2044
1.40	1.071	0.1898
1.50	1.000	0.1772
1.60	0.938	0.1661
1.70	0.882	0.1563
1.80	0.833	0.1477
1.90	0.789	0.1399
2.00	0.750	0.1329
2.10	0.680	0.1205
2.20	0.620	0.1098
2.30	0.567	0.1005
2.40	0.521	0.0923
2.50	0.480	0.0851
2.60	0.444	0.0786
2.70	0.412	0.0729
2.80	0.383	0.0678
2.90	0.357	0.0632
3.00	0.333	0.0591
3.10	0.312	0.0553
3.20	0.293	0.0519
3.30	0.275	0.0488
3.40	0.260	0.046
3.50	0.245	0.0434
3.60	0.231	0.041
3.70	0.219	0.0388
3.80	0.208	0.0368
3.90	0.197	0.0349
4.00	0.188	0.0332

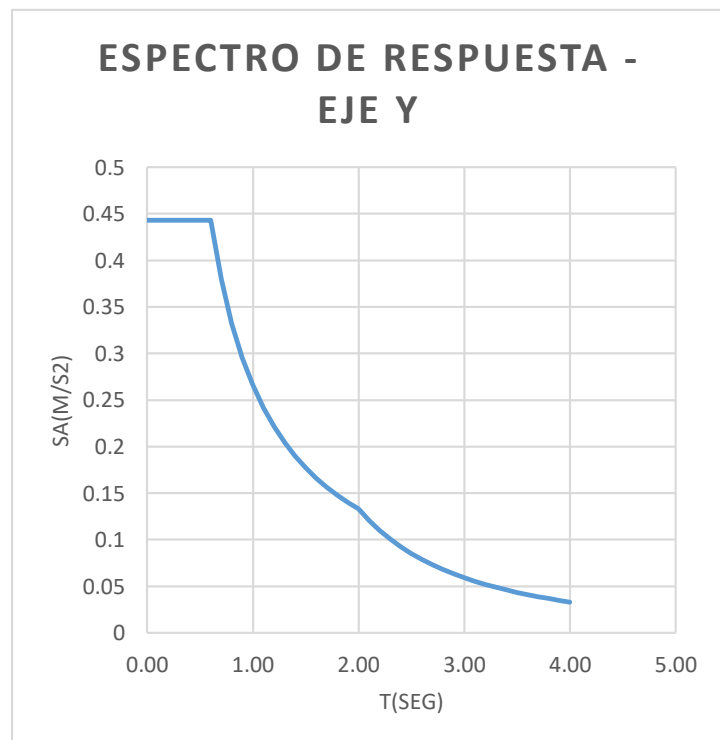
Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO 22. GRÁFICO DE ESPECTRO DE RESPUESTA EN DIREC. "X"



Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO 23. GRÁFICO DE ESPECTRO DE RESPUESTA EN DIREC. "Y"



Fuente: Elaboración propia

4.1.3.4.7 RELACIÓN ENTRE EL ANÁLISIS SÍSMICO ESTÁTICO Y EL ANÁLISIS SÍSMICO DINÁMICO

TABLA 41. RESULTADOS DEL SISMO ESTÁTICO Y SISMO DINÁMICO

Table: Story forces			
Story	Output case	Vx	Vy
		Kgf	Kgf
Story1	SE X Neg	109.7037	0
Story1	SE X Pos	-109.7037	0
Story1	SE Y Pos	0	-109.7037
Story1	SE Y Neg	0	109.7037
Story1	SDXX	96.7826	1.6227
Story1	SDYY	1.6227	105.3014

Fuente: Elaboración propia

TABLA 42. RELACIÓN ENTRE SISMO ESTÁTICO Y SISMO DINÁMICO

	V Estática	V Dinámica	V Dinámica ≥ 8 0% V Estática	
En "X"	109.7037	96.7826	CUMPLE	88.22%
En "Y"	109.7037	105.3014	CUMPLE	95.99%

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar en los resultados que se cumplen con ambas direcciones con más del 80% solicitado en la norma E030.

4.1.3.4.8 CONTROL DE DERIVAS Y DESPLAZAMIENTOS

Los resultados de derivas se observan en las siguientes tablas:

**TABLA 43. DERIVAS Y DESPLAZAMIENTOS
PARA EL ANÁLISIS ESTÁTICO**

Table: Story Drifts					
Story	Output Case	Direction	Drift	Driftx (0.75Rx*drifx)	Limite
Story2	SE X Neg	X	0.002758	0.008274	
Story2	SE X Pos	X	0.002633	0.007899	0.01
Story1	SE X Neg	X	0.00263	0.007890	0.01
Story1	SE X Pos	X	0.002523	0.007569	0.01
Table: Story drifts					
Story	Output Case	Direction	Drift	Drifty (0.75Ry*drify)	Limite
Story2	SE Y Pos	Y	0.000679	0.002037	
Story2	SE Y Neg	Y	0.000803	0.002409	0.01
Story1	SE Y Pos	Y	0.001017	0.003051	0.01
Story1	SE Y Neg	Y	0.001204	0.003612	0.01

Fuente: Elaboración propia

**TABLA 44. DERIVAS Y DESPLAZAMIENTOS
PARA EL ANÁLISIS DINÁMICO**

Table: Story Drifts					
Story	Output case	Direction	Drift	Driftx (0.75rx*drifx)	Limite
Story2	SDXX	X	0.002592	0.007776	
Story1	SDXX	X	0.002454	0.007362	0.01
Table: Story Drifts					
Story	Output case	Direction	Drift	Drifty (0.75ry*drify)	Limite
Story2	SDYY	Y	0.000721	0.002163	
Story1	SDYY	Y	0.001128	0.003384	0.01

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar en los resultados de desplazamientos que se cumplen con los límites para en la norma E030 ambas direcciones tanto para el análisis estático como en el análisis dinámico.

4.1.4 COMPARACIÓN DE RESULTADOS

FUERZA CORTANTE EN LA BASE

TABLA 45. COMPARACIÓN DE FUERZA CORTANTE EN LA
BASE – DIRECCIÓN X-X

Sistema estructural	Piso 1	Piso 2	Promedio por pisos
Sistema concreto armado - albañilería	53.75	58.57	56.16
Sistema estructuras metálicas	47.97	61.73	54.85
Porcentaje diferencia			2.33%

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Se puede observar en la siguiente tabla la comparación de los resultados de las fuerzas cortantes en la base de cada estructura para la dirección X-X. El pabellón analizado con el sistema de sistema de estructuras metálicas se diferencia en un promedio por pisos en 2.33% al pabellón analizado con el sistema de concreto armado – albañilería. Esto se debe a que su coeficiente de reducción sísmica (R) es mayor y por lo tanto disminuye su valor en cortante basal.

TABLA 46. COMPARACIÓN DE FUERZA CORTANTE EN LA
BASE – DIRECCIÓN Y-Y

Sistema estructural	Piso 1	Piso 2	Promedio por pisos
Sistema concreto armado - albañilería	143.74	156.62	150.18
Sistema estructuras metálicas	47.97	61.73	54.85
Porcentaje diferencia			63.48%

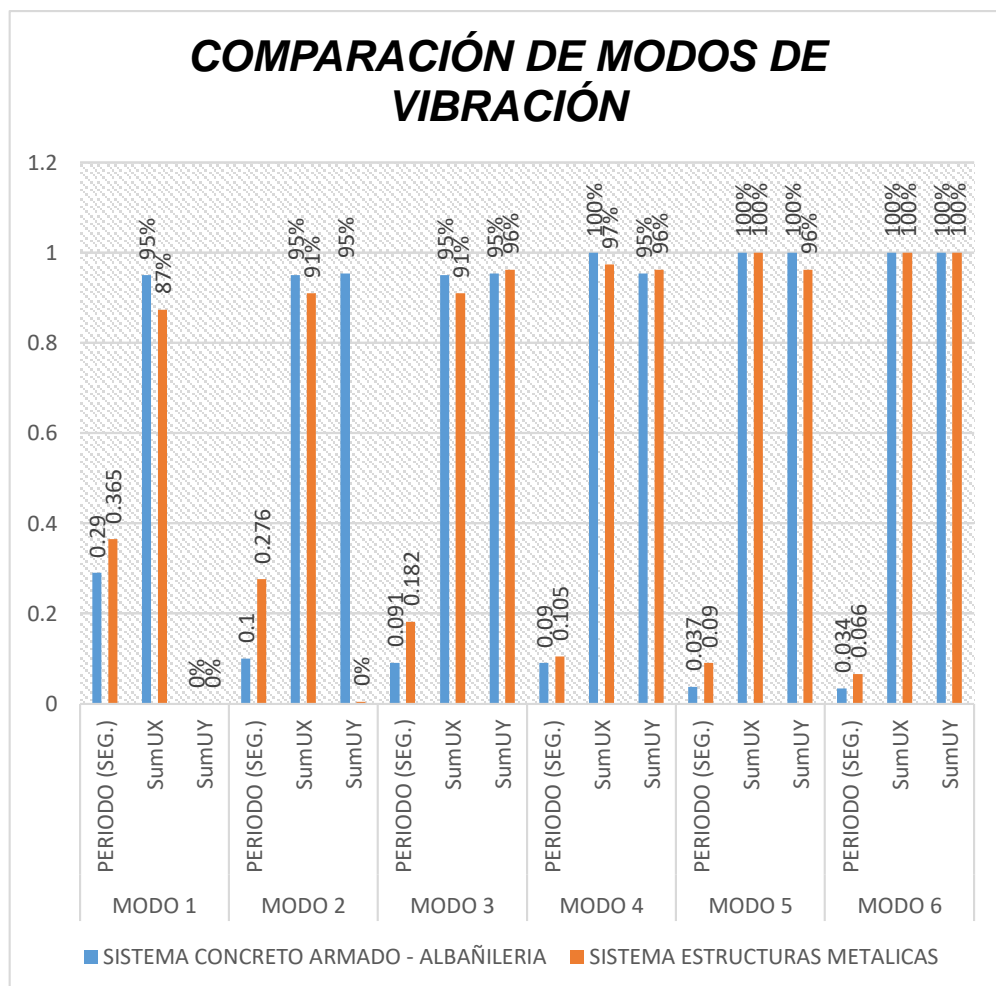
Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Se puede observar en la siguiente tabla la comparación de los resultados de las cortantes basal de cada estructura para la dirección Y-Y. El pabellón analizado con el sistema de estructuras metálicas se diferencia en un promedio por pisos en 63.48% al pabellón analizado con el sistema de concreto armado – albañilería.

Por lo tanto, el sistema de estructuras metálicas tiene mejores resultados debido a que la fuerza cortante del sismo tiene menor incidencia en este sistema.

MODOS DE VIBRACIÓN

GRÁFICO 24. COMPARACIÓN DE MODOS DE VIBRACIÓN



Fuente: Elaboración propia

TABLA 47. COMPARACIÓN DE PERIODOS DE VIBRACIÓN

Comparación de periodos de vibración			
Modos	Periodos (seg.)		Porcentaje diferencia
	Concreto armado - albañilería	Estructuras metálicas	
Modo 1	0.29	0.365	
Modo 2	0.1	0.276	
Modo 3	0.091	0.182	
Modo 4	0.09	0.105	
Modo 5	0.037	0.09	
Modo 6	0.034	0.066	
Promedio por modos	0.107	0.181	68.85%

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Se puede observar en el gráfico 24 que en el modo 1 de la dirección X-X que durante el sismo la masa de la estructura del pabellón analizado de sistema de concreto armado – albañilería tiene una participación del 95% mientras en el pabellón analizado con el sistema de estructuras metálicas tiene una participación de su masa durante el sismo de 87%, la misma tendencia de superioridad se repite en los siguientes modos. Se puede observar en el modo 2 de la dirección Y-Y que durante el sismo la masa de la estructura del pabellón analizado de sistema de concreto armado – albañilería tiene una participación del 95% mientras en el pabellón analizado con el sistema de estructuras metálicas no tiene ninguna participación de su masa durante el sismo, a partir del modo 3 recién tiene una participación de su masa del 96%.

En la tabla 63 los periodos de vibración del pabellón analizado en estructuras metálicas supera en un 68.85% al pabellón analizado de sistema de concreto armado – albañilería.

Por lo tanto, el pabellón analizado con el sistema de concreto armado – albañilería tiene mejores resultados de modos de vibración que el pabellón analizado de sistema de estructuras metálicas, debido a que sus periodos son más cortos en este sistema y no se ve muy afectado por la acción sísmica.

DESPLAZAMIENTOS LATERALES RELATIVOS

TABLA 48. COMPARACIÓN DE DESPLAZAMIENTOS LATERALES RELATIVOS – DIRECCIÓN X-X

Comparación de desplazamientos laterales relativos - Dirección x-x			
Sistema estructural	Piso 1	Piso 2	Promedio por pisos
Sistema concreto armado - albañilería	0.005148	0.003594	0.00437
Sistema estructuras metálicas	0.007362	0.007776	0.00757
Porcentaje			57.75%

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la dirección X-X se observa en la siguiente tabla que, en el promedio por pisos, los desplazamientos laterales relativos del pabellón de aulas analizado en concreto armado – albañilería representa solamente el 57.75% del pabellón de aulas analizado en estructuras metálicas.

TABLA 49. **COMPARACIÓN DE DESPLAZAMIENTOS
LATERALES RELATIVOS – DIRECCIÓN Y-Y**

Comparación de desplazamientos laterales relativos - Dirección y-y			
Sistema estructural	Piso 1	Piso 2	Promedio por pisos
Sistema concreto armado - albañilería	0.000720	0.000484	0.00060
Sistema estructuras metálicas	0.003384	0.002163	0.00277
Porcentaje			21.70%

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la dirección Y-Y se observa en la siguiente tabla que, en el promedio por pisos, los desplazamientos laterales relativos del pabellón de aulas analizado en concreto armado – albañilería representa solamente el 21.70% del pabellón de aulas analizado en estructuras metálicas.

Esto se debe a la diferencia de rigideces y de dimensiones que existe en ambas estructuras, por lo que el sistema concreto armado – albañilería es más dúctil que el otro sistema que tiene un comportamiento más flexible por lo tanto tiene mejores resultados.

4.1.5 CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

Para la contrastación de hipótesis se tomaron en cuenta los conceptos y las fórmulas estadísticas descritas por (Hernández , Cárdenas, & Hernández, 2020).

Para esta investigación se utilizará el método estadístico t de Student para muestras ≤ 30 observaciones.

CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS ESPECIFICAS

Hipótesis Especifica 1

$H_0: \mu < 47.97$

El Sistema de Estructuras Metálicas NO tendrá mejores resultados en fuerza cortante en la base frente a un sismo respecto al Sistema de Concreto Armado – Albañilería en el análisis estructural de un pabellón de aulas de la I.E. Daniel Merino Ruiz en el distrito de La Tinguíña-Ica, 2020.

$H_1: \mu > 47.97$

El Sistema de Estructuras Metálicas tendrá mejores resultados en fuerza cortante en la base frente a un sismo respecto al Sistema de Concreto Armado – Albañilería en el análisis estructural de un pabellón de aulas de la I.E. Daniel Merino Ruiz en el distrito de La Tinguíña-Ica, 2020.

Procedimiento

Se aplica la si que utilizaremos tendrá por formula

$$t = \frac{X - \mu}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$

Donde:

$$n=2 (156.62,143.74)$$

$$X = 150.18$$

$$\mu = 47.97$$

$$S = 9.11$$

$$n = 2$$

Reemplazando:

$$t = \frac{150.18 - 47.97}{\frac{9.11}{\sqrt{2}}}$$

$$t = 15.87$$

$$\text{Grado de libertad} = 2 - 1 = 1$$

$$\text{Nivel de significancia} = 1 - 0.975 = 0.025$$

$$\text{Valor critico de T} = 12.706$$

GRÁFICO 25. VALOR CRÍTICO

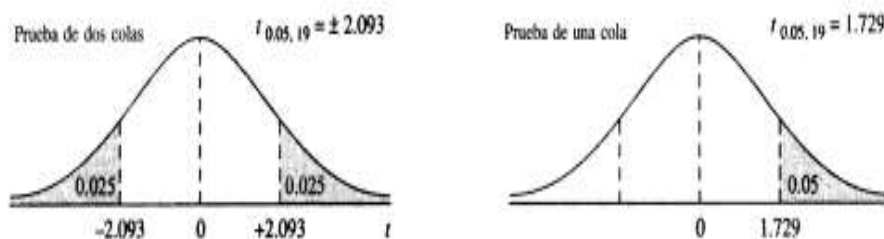


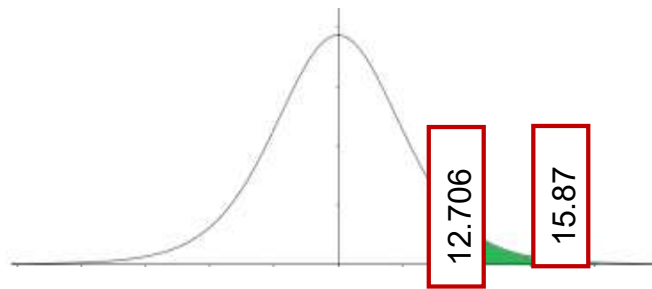
Tabla F La distribución t

g.l.	0.900	0.700	0.500	0.300	0.200	0.100	0.050	0.020	0.010	Valor α IC } Prueba de dos colas
	0.100	0.300	0.500	0.700	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	
	0.450	0.350	0.250	0.150	0.100	0.050	0.025	0.010	0.005	Valor α IC } Prueba de una cola
	0.550	0.650	0.750	0.850	0.900	0.950	0.975	0.990	0.995	
g.l.	Valores de t									
1	0.158	0.510	1.000	1.963	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	
2	0.142	0.445	0.816	1.386	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	
3	0.137	0.424	0.765	1.250	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	
4	0.134	0.414	0.741	1.190	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	
5	0.132	0.408	0.727	1.156	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	
6	0.131	0.404	0.718	1.134	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	
7	0.130	0.402	0.711	1.119	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	
8	0.130	0.399	0.706	1.108	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	
9	0.129	0.398	0.703	1.100	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	
10	0.129	0.397	0.700	1.093	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	
11	0.129	0.396	0.697	1.088	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	
12	0.128	0.395	0.695	1.083	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	
13	0.128	0.394	0.694	1.079	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	
14	0.128	0.393	0.692	1.076	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	
15	0.128	0.393	0.691	1.074	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	
16	0.128	0.392	0.690	1.071	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	
17	0.128	0.392	0.689	1.069	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	
18	0.127	0.392	0.688	1.067	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	
19	0.127	0.391	0.688	1.066	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	
20	0.127	0.391	0.687	1.064	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	
21	0.127	0.391	0.686	1.063	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	
22	0.127	0.390	0.686	1.061	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	
23	0.127	0.390	0.685	1.060	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	
24	0.127	0.390	0.685	1.059	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	
25	0.127	0.390	0.684	1.058	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	

Fuente: Estadística aplicada a los negocios y la economía

(Webster, 2000, pág. 606)

GRÁFICO 26. DISTRIBUCIÓN NORMAL



Fuente: Elaboración Propia

Debido a que el valor de t cae en la zona de rechazo, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna o hipótesis específica 1.

Hipótesis Específica 2

$H_0: \mu < 0.365$

El Sistema de Estructuras Metálicas NO tendrá mejores resultados en modos de vibración frente a un sismo respecto al Sistema de Concreto Armado – Albañilería en el análisis estructural de un pabellón de aulas de la I.E. Daniel Merino Ruiz en el distrito de La Tinguiña-Ica, 2020.

$H_1: \mu > 0.365$

El Sistema de Estructuras Metálicas tendrá mejores resultados en modos de vibración frente a un sismo respecto al Sistema de Concreto Armado – Albañilería en el análisis estructural de un pabellón de aulas de la I.E. Daniel Merino Ruiz en el distrito de La Tinguiña-Ica, 2020.

Procedimiento

$$t = \frac{X - \mu}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$

Donde:

$$n=2 (0.29,0.10)$$

$$X = 0.195$$

$$\mu = 0.365$$

$$s = 0.1344$$

$$n = 2$$

Reemplazando:

$$t = \frac{0.195 - 0.365}{\frac{0.1344}{\sqrt{2}}}$$

$$t = -1.79$$

$$\text{Grado de libertad} = 2 - 1 = 1$$

$$\text{Nivel de significancia} = 1 - 0.975 = 0.025$$

$$\text{Valor critico de T} = 12.706$$

GRÁFICO 27.

VALOR CRÍTICO

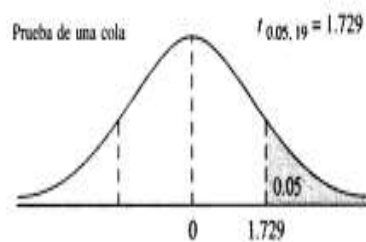
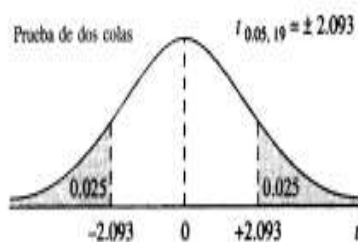


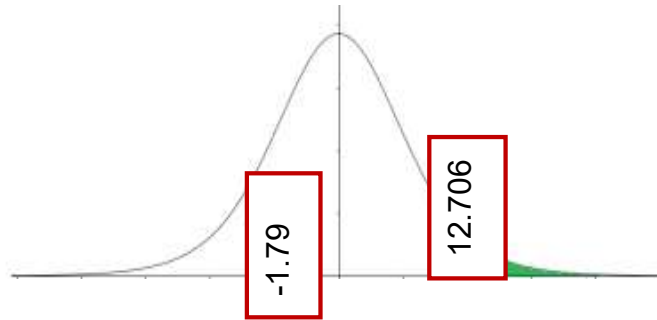
Tabla F La distribución t

	0.900	0.700	0.500	0.300	0.200	0.100	0.050	0.020	0.010	Valor α IC	Prueba de dos colas
	0.100	0.300	0.500	0.700	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990		
	0.450	0.350	0.250	0.150	0.100	0.050	0.025	0.010	0.005	Valor α IC	Prueba de una cola
	0.550	0.650	0.750	0.850	0.900	0.950	0.975	0.990	0.995		
g.l.	Valores de t										
1	0.158	0.510	1.000	1.963	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657		
2	0.142	0.445	0.816	1.386	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925		
3	0.137	0.424	0.765	1.250	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841		
4	0.134	0.414	0.741	1.190	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604		
5	0.132	0.408	0.727	1.156	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032		
6	0.131	0.404	0.718	1.134	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707		
7	0.130	0.402	0.711	1.119	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499		
8	0.130	0.399	0.706	1.108	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355		
9	0.129	0.398	0.703	1.100	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250		
10	0.129	0.397	0.700	1.093	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169		
11	0.129	0.396	0.697	1.088	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106		
12	0.128	0.395	0.695	1.083	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055		
13	0.128	0.394	0.694	1.079	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012		
14	0.128	0.393	0.692	1.076	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977		
15	0.128	0.393	0.691	1.074	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947		
16	0.128	0.392	0.690	1.071	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921		
17	0.128	0.392	0.689	1.069	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898		
18	0.127	0.392	0.688	1.067	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878		
19	0.127	0.391	0.688	1.066	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861		
20	0.127	0.391	0.687	1.064	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845		
21	0.127	0.391	0.686	1.063	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831		
22	0.127	0.390	0.686	1.061	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819		
23	0.127	0.390	0.685	1.060	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807		
24	0.127	0.390	0.685	1.059	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797		
25	0.127	0.390	0.684	1.058	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787		

Fuente: Estadística aplicada a los negocios y la economía

(Webster, 2000, pág. 606)

GRÁFICO 28. DISTRIBUCIÓN NORMAL



Fuente: Elaboración Propia

Debido a que el valor de t cae en la zona de aceptación, por lo tanto, se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna o hipótesis específica 2.

Hipótesis Específica 3

$H_0: \mu < 0.008274$

El Sistema de Estructuras Metálicas NO tendrá mejores resultados en desplazamientos laterales relativos frente a un sismo respecto al Sistema de Concreto Armado - Albañilería en el análisis estructural de un pabellón de aulas de la I.E. Daniel Merino Ruiz en el distrito de La Tinguña-Ica, 2020.

$H_1: \mu > 0.008274$

El Sistema de Estructuras Metálicas tendrá mejores resultados en desplazamientos laterales relativos frente a un sismo respecto al Sistema de Concreto Armado - Albañilería en el análisis estructural de un pabellón de aulas de la I.E. Daniel Merino Ruiz en el distrito de La Tinguña-Ica, 2020.

Procedimiento

$$t = \frac{X - \mu}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$

Donde:

$n=4$ (0.003930,0.003900,0.005442,0.005412)

$X = 0.004671$

$\mu = 0.008274$

$s = 0.0009$

$n = 4$

Reemplazando:

$$t = \frac{0.004671 - 0.008274}{\frac{0.0009}{\sqrt{4}}}$$

$$t = -8.25$$

Grado de libertad = $4 - 1 = 3$

Nivel de significancia = $1 - 0.975 = 0.025$

Valor critico de T = 3.182

GRÁFICO 29.

VALOR CRÍTICO

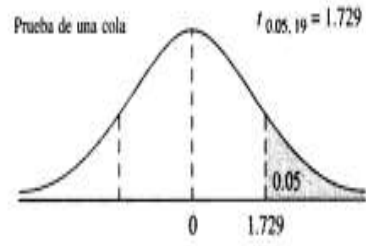
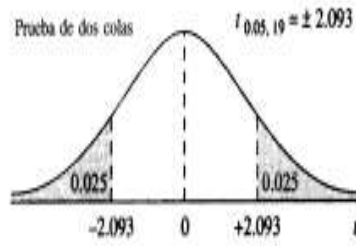


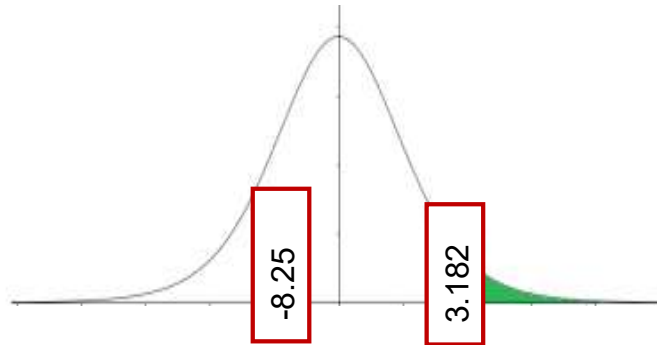
Tabla F La distribución t

g.l.	Valores de t									Valor α IC	Prueba de dos colas
	0.900	0.700	0.500	0.300	0.200	0.100	0.050	0.020	0.010		
	0.100	0.300	0.500	0.700	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990		
	0.450	0.350	0.250	0.150	0.100	0.050	0.025	0.010	0.005		
	0.550	0.650	0.750	0.850	0.900	0.950	0.975	0.990	0.995		Prueba de una cola
1	0.158	0.510	1.000	1.963	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657		
2	0.142	0.445	0.816	1.386	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925		
3	0.137	0.424	0.765	1.250	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841		
4	0.134	0.414	0.741	1.190	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604		
5	0.132	0.408	0.727	1.156	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032		
6	0.131	0.404	0.718	1.134	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707		
7	0.130	0.402	0.711	1.119	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499		
8	0.130	0.399	0.706	1.108	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355		
9	0.129	0.398	0.703	1.100	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250		
10	0.129	0.397	0.700	1.093	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169		
11	0.129	0.396	0.697	1.088	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106		
12	0.128	0.395	0.695	1.083	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055		
13	0.128	0.394	0.694	1.079	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012		
14	0.128	0.393	0.692	1.076	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977		
15	0.128	0.393	0.691	1.074	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947		
16	0.128	0.392	0.690	1.071	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921		
17	0.128	0.392	0.689	1.069	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898		
18	0.127	0.392	0.688	1.067	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878		
19	0.127	0.391	0.688	1.066	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861		
20	0.127	0.391	0.687	1.064	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845		
21	0.127	0.391	0.686	1.063	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831		
22	0.127	0.390	0.686	1.061	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819		
23	0.127	0.390	0.685	1.060	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807		
24	0.127	0.390	0.685	1.059	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797		
25	0.127	0.390	0.684	1.058	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787		

Fuente: Estadística aplicada a los negocios y la economía

(Webster, 2000, pág. 606)

GRÁFICO 30. DISTRIBUCIÓN NORMAL



Fuente: Elaboración Propia

Se observa que el valor de t cae en la zona de aceptación, por lo tanto, se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna o hipótesis específica 3.

CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS GENERAL

No se logra corroborar la hipótesis general donde se menciona que “El sistema de estructuras metálicas tendrá un mejor comportamiento estructural frente a un sismo, respecto al sistema de concreto armado - albañilería en el análisis estructural de un pabellón de aulas de la I.E. Daniel Merino Ruiz en el distrito de La Tinguíña-Ica, 2020.” al contrastar sus hipótesis específicas, tal como se mostrará:

TABLA 50. RESUMEN DE CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

Indicador	Mejores resultados
Fuerza cortante en la base	Sistemas estructuras metálicas
Modos de vibración	Sistema concreto armado - albañilería
Desplazamientos laterales relativos	Sistema concreto armado - albañilería

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a los resultados de los indicadores se puede deducir que el sistema de concreto armado – albañilería tuvo resultados más favorables en dos de los indicadores donde se puede afirmar que dicho sistema si presenta un mejor comportamiento en relación al sistema de estructuras metálicas por lo que no se demuestra la hipótesis general y por lo tanto el sistema de concreto armado – albañilería tendrá un mejor comportamiento estructural respecto al sistema de estructuras metálicas aplicado a un pabellón de aulas.

Además, tomando en cuenta la relevancia del indicador del desplazamiento lateral relativo en el comportamiento estructural de cualquier sistema se demuestra que el sistema de concreto armado – albañilería en realidad si tiene un mejor comportamiento estructural respecto al sistema de estructuras metálicas.

4.2 DISCUSIÓN

Se realiza la discusión de los resultados, tomando en cuenta los antecedentes bibliográficos, las bases teóricas relacionado a las variables de estudio y a los resultados obtenidos con los instrumentos de recolección de datos.

Tume (2019) en su trabajo de tesis “Análisis comparativo estructural y económico al diseñar un edificio multifamiliar de seis pisos de concreto armado y acero, ubicados en la ciudad de Piura” señala que la fuerza cortante del edificio del acero es menor en 31.65% menor que la del concreto armado.

Según nuestra investigación los resultados que observamos en la tabla 45 y la tabla 46 podemos apreciar que el pabellón de aulas analizado en estructuras metálicas es menor en 2.33 % para la dirección X-X y es menor en 63.48% para la dirección Y-Y con el pabellón analizado en concreto armado – albañilería.

Por lo tanto, según los resultados obtenidos el pabellón de aulas analizado con el sistema de estructuras metálicas tiene mejores resultados en fuerza cortante en la base que el pabellón de aulas analizado con el sistema de concreto armado – albañilería debido a que la fuerza cortante del sismo tiene menos incidencia en ese sistema.

Holguin (2016) en su trabajo de tesis “Diseño estructural y comparación económica entre hormigón armado y acero estructural para edificaciones sismo resistentes” señala que la estructura metálica es más flexible que la del hormigón(concreto) armado por lo que su periodo de vibración es mayor en más del 30%, y por lo mismo sus desplazamientos relativos inelásticos serán mayores en más del 50%.

En nuestra investigación los resultados que observamos en la gráfica 24 en el modo 1 de la dirección X-X que la masa de la estructura del pabellón analizado de sistema de concreto armado – albañilería tiene una participación del 95% durante el sismo, mientras que en el pabellón analizado con el sistema de estructuras metálicas tiene una participación de su masa durante el sismo de 87%, la misma tendencia de superioridad se repite en los siguientes modos. En el modo 2 de la dirección Y-Y la masa de la estructura del pabellón analizado de sistema de concreto armado – albañilería tiene una participación del 95% durante el sismo mientras en el pabellón analizado con el sistema de estructuras metálicas no tiene ninguna participación de su masa, recién en el modo 3 recién tiene una participación de su masa del 96%. Y los resultados observados en la tabla 47 los periodos de vibración del pabellón analizado en estructuras metálicas supera en un 68.85% al pabellón analizado de sistema de concreto armado – albañilería.

Por lo tanto, el pabellón analizado con el sistema de concreto armado – albañilería tiene mejores resultados en modos de vibración respecto al pabellón analizado de sistema de estructuras metálicas, debido a que sus periodos son más cortos que en este sistema y tampoco se ve muy afectado por la acción sísmica.

Así mismo también se observa en nuestra en nuestra investigación en la tabla 48 y la tabla 49 que en la dirección X-X el pabellón de aulas analizado en concreto armado – albañilería representa solamente el 57.75% de los desplazamientos laterales relativos del pabellón de aulas analizado en estructuras metálicas mientras que en la dirección Y-Y representa solamente el 21.70% del pabellón de aulas analizado en estructuras metálicas. Entonces

el pabellón de aulas analizado concreto armado – albañilería es más dúctil que el otro sistema que tiene un comportamiento más flexible por lo tanto tiene mejores resultados.

Por último, según lo planteado en los objetivos y después de haber realizado la contrastación de hipótesis y la discusión de resultados permiten afirmar en esta investigación que el pabellón de aulas analizado en concreto armado – albañilería tendrá un mejor comportamiento estructural frente a un sismo, respecto al sistema de estructuras metálicas.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Al realizar la comparación de los resultados del análisis sísmico, la fuerza cortante sísmica del pabellón de aulas analizado en concreto armado – albañilería supera al pabellón de aulas analizado en estructuras metálicas en 2.33% para la dirección X-X y en 63.48% para la dirección Y-Y. Se concluye, por tanto, que el sistema de estructuras metálicas tendrá mejores resultados en fuerza cortante en la base frente a un sismo respecto al sistema de concreto armado - albañilería en el análisis estructural debido a que sus datos son menores y por lo tanto la fuerza cortante del sismo tiene menor incidencia en este sistema.
- Se concluye que, al comparar los modos de vibración de ambas estructuras, el pabellón de aulas analizado en concreto armado – albañilería tiene mejores resultados en modos de vibración que el pabellón de aulas analizado en estructuras metálicas debido a que sus periodos de vibración son menores en un 68.85% lo que significa que al tener periodos más cortos y no se ve muy afectado por la acción sísmica.
- Al comparar los desplazamientos laterales relativos el pabellón analizado en concreto armado – albañilería tiene mejores resultados que el pabellón analizado en estructuras metálicas. En la dirección X-X el pabellón analizado en concreto armado – albañilería representa el 57.75% del pabellón de aulas analizado en estructuras metálicas mientras que en la dirección Y-Y representa el 21.70% del pabellón de aulas analizado en estructuras metálicas. Esta diferencia de valores se debe a las dimensiones usadas para el análisis estructural, por lo que se concluye que

el sistema de concreto armado – albañilería es más dúctil respecto al sistema de estructuras metálicas que tiene un comportamiento más flexible.

- Se concluye, por último, que el pabellón de aulas analizado en concreto armado – albañilería tiene un mejor comportamiento estructural frente a un sismo respecto al pabellón de aulas analizado en estructuras metálicas debido a la relevancia del indicador del desplazamiento lateral relativo en el análisis estructural de las estructuras.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar el procedimiento descrito en la Norma E030 del Reglamento Nacional de Edificaciones para el cálculo de la fuerza cortante en la base.
- Rigidizar las estructuras en ambas direcciones a través de la colocación de vigas, columnas, arriostres o muros de albañilería debido a que permitirá una correcta distribución y participación de la masa en sus primeros modos de vibración.
- Utilizar la Norma E030 del Reglamento Nacional de Edificaciones para verificar los límites de los desplazamientos laterales relativos de las estructuras debido a la importancia de estar por debajo de esos límites para que la estructura no falle.
- Se recomienda la realización de futuras líneas de investigación utilizando la comparación de diferentes sistemas estructurales con la finalidad de determinar el mejor comportamiento estructural ante un sismo de un sistema con respecto a otro.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIBLIOGRAFÍA

Abanto Castillo, F. (2007). *Análisis y Diseño de Edificaciones de Albañilería*.

Editorial San Marcos.

Aceros Procesados . (s.f.). *Casos Prácticos: Colegio Católico en Surco*. Obtenido de

Acero Deck: <https://www.acero-deck.com/noticia/titulo-de-noticia-4>

Aceros Procesados. (s.f.). *Productos Acero Deck*. Obtenido de Acero Deck:

<https://www.acero-deck.com/productos/ad-600>

Arancibia, F. (24 de agosto de 2013). *Modos de vibración de un edificio*. Obtenido

de Ingeniería Sísmica y la construcción civil:

<http://ingenieriasismicaylaconstruccioncivil.blogspot.com/2013/08/modos-de-vibracion-de-un-edificio.html>

Arias, F. (2012). *El Proyecto de Investigación. Introducción a la metodología*

científica. Editorial Episteme.

Bazán, E., & Meli, R. (2002). *Diseño Sísmico de Edificios*. Editorial Limusa.

Blanco Blasco , A. (s.f.). *Evolucion del Diseño en Concreto Armado en el Perú*.

Obtenido de Antonio Blanco Blasco Ingenieros EIRL:

https://www.abbings.com/descargas/estructuras_siglo_20.pdf

Blanco Blasco, A. (2005). *Las Estructuras de los Centros Educativos (Colegios) en*

el Siglo XX en el Perú Diversos Proyectos de Reforzamiento y Ejemplos de

Estructuración de Edificaciones de la Universidad Católica del Perú[Tesis

Maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio PUCP.

Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12404/7628>

- Capcha, E. (17 de enero de 2017). *Comportamiento Estructural*. Obtenido de Eden Capcha Ingeniería:
<https://ceingenieria.blogspot.com/2017/01/comportamiento-estructural.html>
- Carphio, E., & Estrada, P. (2017). *Analisis comparativo tecnico-economico entre el sistema de acero estructural y hormigon armado. Caso de estudio: Proyecto inmobiliario "Ukumary". [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Catolica del Ecuador]*. Repositorio PUCE. Obtenido de
<http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/14130>
- Corzo, D., & Saldaña, Y. (2017). *Comparacion de diseños estructurales de edificaciones metalicas con edificaciones de concreto armado para determinar el diseño mas rentable en la construccion de viviendas multifamiliares [Tesis de pregrado, Universidad San Martin de Porres]*. Repositorio Institucional USMP. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12727/3366>
- Crisafulli, F. (2018). *Diseño sismorresistente de construcciones de acero*. Asociacion Latinoamericana del Acero.
- Cruz, C. (2018). *Analisis comparativo entre sistemas de concreto armado y estructuras de acero en el diseño de un edificio [Tesis de pregrado, Universidad Peruana Los Andes]*. Repositorio Institucional UPLA. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12848/779>
- Fallas, C. J. (2010). *Estadística. Conceptos y herramientas*. Universidad de la Cooperación Internacional.
- Gonzales, C. (2019). *Comparacion estructural de una vivienda de 3 pisos en hormigon armado y acero estructural en funcion de su deriva [Tesis de*

pregrado, Universidad Estatal del Sur de Manabí]. Repositorio Digital

UNESUM. Obtenido de <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/1739>

Hernández , R., Cárdenas, T., & Hernández, N. (2020). *Prueba de Hipótesis Estadística con Excel*. Amateditorial.

Hernandez, R., Baptista, P., & Fernández, C. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill Education.

Holguin, J. (2016). *Diseño estructural y comparacion economica entre hormigon armado y acero estructural para edificaciones sismo resistentes[Tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil]*. Repositorio Institucional UG. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/19897>

Instituto Nacional de Estadística e Informatica. (2019). *Principales Resultados de la Encuesta Nacional a Instituciones Educativas de Nivel Inicial, Primaria y Secundaria, 2018*. Obtenido de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitaes/Est/Lib1684/libro.pdf

McCormac, J., & Csernak, S. (2012). *Diseño de estructuras de acero*. Alfaomega Grupo Editor.

Ministerio de Educacion. (2015 ,19 enero). *Guía de Diseño de Espacios Educativos*. Diario Oficial El peruano. Obtenido de <http://minedu.gob.pe/p/pdf/guia-ebr-jec-2015.pdf>

Ministerio de Educación. (2021,18 junio). *Criterios Generales de Diseño para Infraestructura Educativa*. Diario Oficial El peruano. Obtenido de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1965917/Norma%20T%C3%A>

9cnica%20%E2%80%9CCriterios%20Generales%20de%20Dise%C3%B1o%
20para%20Infraestructura%20Educativa%E2%80%9D.pdf

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2020,diciembre). *Reglamento Nacional de Edificaciones.Norma E.070 Albañilería*. SENCICO. Obtenido de <https://drive.google.com/file/d/15N2ZQwZGegdoui4rrjTR6uq5bITu7uyv/view>

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2020,diciembre). *Reglamento Nacional de Edificaciones.Norma E.090 Estructuras Metálicas*. SENCICO. Obtenido de https://drive.google.com/file/d/1xWH8ciDZd_QB7EK0xOOLGr4qiYWURSKJ/view

Ministerio de Vivienda,Construccion y Saneamiento. (2020,diciembre). *Reglamento Nacional de Edificaciones.Norma E.020 Cargas*. SENCICO. Obtenido de <https://drive.google.com/file/d/15atg-9w0OEXjR5C1m6IXUFihwYeUh1aN/view>

Ministerio de Vivienda,Construccion y Saneamiento. (2020,diciembre). *Reglamento Nacional de Edificaciones.Norma E.030 Diseño Sismorresistente*. SENCICO. Obtenido de <https://drive.google.com/file/d/1W14N6JldWPN8wUZSqWZnUphg6C559bi-/view>

Ministerio de Vivienda,Construccion y Saneamiento. (2020,diciembre). *Reglamento Nacional de Edificaciones.Norma E.060 Concreto Armado*. SENCICO. Obtenido de <https://drive.google.com/file/d/19EYUVMgwvm6rDs47GV374avco2yIU5Kz/view>

Morales Morales, R. (2016). *Diseño en Concreto Armado*. Instituto de Construcción y Gerencia.

Ottazzi, G. (2013). *Diseño en Concreto Armado*. Asociación Capitulo Peruano del Instituto Americano del Concreto.

Pilatasig, J., Aguiar, R., Cagua, B., Andachi, O., & Cerón, P. (2021). Analysis of the reinforcement of a steel structure with concentric diagonals. manta uvc case. *Revista Ingeniería de Construcción*, 36(3), 294-310.
doi:<http://dx.doi.org/10.7764/ric.00004.21>

Saavedra, C. (29 de octubre de 2016). *Verificación del cortante basal según Covenin 1756-2001*. Obtenido de Ing.Carlos A.Saavedra:
<https://saavedraonline.wordpress.com/2016/10/29/verificacion-del-cortante-basal-segun-covenin-1756-2001/>

San Bartolomé, Á. (1994). *Construcciones de Albañilería-Comportamiento Sísmico y Diseño Estructural-*. Pontificia Universidad Católica del Perú.

San Bartolome, A. (1998). *Análisis de edificios*. Pontificia Universidad Católica del Perú.

Schildkamp, M., & Araki, Y. (2019). School buildings in rubble stone masonry with cement mortar in seismic areas: literature review of seismic codes, technical norms and practical manuals. *Frontiers in Built Environment*, 5(13), 1-23.
doi:<https://doi.org/10.3389/fbuil.2019.00013>

Tume, P. (2019). *Análisis comparativo y económico al diseñar un edificio multifamiliar de seis pisos de concreto armado y acero, ubicados en la ciudad*

de Piura[Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Piura]. Repositorio UNP.

Obtenido de <https://repositorio.unp.edu.pe/>

Villarreal, G. (14 de Octubre de 2013). *Estructuración Sismo-Resistente en*

Edificaciones. Obtenido de Ingeniería Estructural:

<http://gennervillarrealcastro.blogspot.com/2013/10/estructuracion-sismo-resistente-en.html?view=timeslide>

Webster, A. (2000). *Estadística aplicada a los negocios y la economía* . McGraw-Hill.

Zapata Baglieto, L. (1994). *Diseño estructural en acero*. Universidad Nacional de Ingeniería.

ANEXOS

ANEXO 01. Matriz de Consistencia

Comportamiento estructural frente a sismo en sistemas concreto armado y estructuras metálicas en pabellón de la I.E. Daniel Merino Ruiz-2020						
Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Indicadores	Índices	Diseño De La Investigación
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable 1	Indicadores	Índices	Diseño De La Investigación
¿Entre los sistemas de concreto armado - albañilería y de estructuras metálicas cuál tendrá un mejor comportamiento estructural frente a un sismo en el análisis estructural de un pabellón de aulas de la I.E. Daniel Merino Ruiz en el distrito de La Tinguíña-Ica, 2020?	Determinar entre los sistemas de concreto armado – albañilería y de estructuras metálicas, el mejor comportamiento estructural frente a un sismo en el análisis estructural de un pabellón de aulas de la I.E. Daniel Merino Ruiz en el distrito de La Tinguíña-Ica, 2020.	El sistema de estructuras metálicas tendrá un mejor comportamiento estructural frente a un sismo, respecto al sistema de concreto armado – albañilería en el análisis estructural de un pabellón de aulas de la I.E. Daniel Merino Ruiz en el distrito de La Tinguíña-Ica, 2020.				
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicos	Variable 2	Indicadores	Índices	Diseño De La Investigación
¿Cuál tendrá mejores resultados entre los sistemas de concreto armado - albañilería y de estructuras metálicas los mejores resultados obtenidos en fuerza cortante en la base frente a un sismo en el análisis estructural de un pabellón de aulas de la I.E. Daniel Merino Ruiz en el distrito de La Tinguíña-Ica, 2020?	Determinar entre los sistemas de concreto armado – albañilería y de estructuras metálicas los mejores resultados obtenidos en fuerza cortante en la base frente a un sismo en el análisis estructural de un pabellón de aulas de la I.E. Daniel Merino Ruiz en el distrito de La Tinguíña-Ica, 2020.	El sistema de estructuras metálicas tendrá mejores resultados en fuerza cortante en la base frente a un sismo respecto al sistema de concreto armado – albañilería en el análisis estructural de un pabellón de aulas de la I.E. Daniel Merino Ruiz en el distrito de La Tinguíña-Ica, 2020.		Sistema de estructuras metálicas	- Fuerza cortante en la base - Modos de vibración - Desplazamientos laterales relativos	- Reglamento Nacional de Edificaciones - Usos de programas: ETABS v19 - Hojas de Calculo
¿Cuál tendrá mejores resultados entre los sistemas de concreto armado - albañilería y de estructuras metálicas en modos de vibración frente a un sismo en el análisis estructural de un pabellón de aulas de la I.E. Daniel Merino Ruiz en el distrito de La Tinguíña-Ica, 2020?	Determinar entre los sistemas de concreto armado – albañilería y de estructuras metálicas los mejores resultados obtenidos en modos de vibración frente a un sismo en el análisis estructural de un pabellón de aulas de la I.E. Daniel Merino Ruiz en el distrito de La Tinguíña-Ica, 2020.	El sistema de estructuras metálicas tendrá mejores resultados en modos de vibración frente a un sismo respecto al sistema de concreto armado – albañilería en el análisis estructural de un pabellón de aulas de la I.E. Daniel Merino Ruiz en el distrito de La Tinguíña-Ica, 2020.				

<p>¿Cuál tendrá mejores resultados entre los sistemas de concreto armado - albañilería y de estructuras metálicas en desplazamientos laterales relativos frente a un sismo en el análisis estructural de un pabellón de aulas de la I.E. Daniel Merino Ruiz en el distrito de La Tinguña-Ica, 2020?</p>	<p>Determinar entre los sistemas de concreto armado – albañilería y de estructuras metálicas los mejores resultados obtenidos de los desplazamientos laterales relativos frente a un sismo en el análisis estructural de un pabellón de aulas de la I.E. Daniel Merino Ruiz en el distrito de La Tinguña-Ica, 2020.</p>	<p>El sistema de estructuras metálicas tendrá mejores resultados en desplazamientos laterales relativos frente a un sismo respecto al sistema de concreto armado – albañilería en el análisis estructural de un pabellón de aulas de la I.E. Daniel Merino Ruiz en el distrito de La Tinguña-Ica, 2020.</p>				
---	---	---	--	--	--	--

ANEXO 02. Fotografía de la fachada de la I.E. Daniel Merino Ruiz



ANEXO 03. Fotografía de la visita de campo a la I.E. Daniel Merino Ruiz



**ANEXO 04. Fotografía de los pabellones existentes inhabitables de la I.E.
Daniel Merino Ruiz**



**ANEXO 05. Fotografía de las columnas dañadas en los pabellones
inhabitables**



ANEXO 06. Estudio de Mecánica de Suelos Referencial para el Análisis Estructural

INFORME TECNICO

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES

DE CIMENTACIÓN

PROYECTO:

**EXPEDIENTE TECNICO: “MEJORAMIENTO
DEL SERVICIO EDUCATIVO DE LA I. E.
PRIMARIO N^o 22491 – MICAELA BASTIDAS
PUYUCAHUA, DEL DISTRITO DE LA
TINGUÑA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO
DE ICA”.**

UBICACION:

DISTRITO : TINGUÑA

PROVINCIA : ICA

DEPARTAMENTO : ICA

ENERO 2015

INDICE

1.0 GENERALIDADES

- 1.1 Objeto del Estudio
- 1.2 Ubicación del Área en Estudio
- 1.3 Condición climática

2.0 INVESTIGACIONES EFECTUADAS

- 2.1 Geológica - Geomorfología en la Zona en Estudio.
- 2.2 Trabajos de campo
 - 2.2.1 Calicatas
 - 2.2.2 Muestreo disturbado
 - 2.2.3 Registro de Excavaciones
- 2.3 Evaluación de los suelos.
 - 2.3.1 Para el reservorio nocturno y obras de artes
- 2.4 Ensayo de Laboratorio
- 2.5 Trabajo de gabinete

3.0 CONSIDERACIONES DE CIMENTACION

- 3.1 Calculo de la capacidad portante
- 3.2 Calculo de asentamiento

4.0 ASPECTOS SISMICOS

5.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

INFORME TECNICO

1.0 GENERALIDADES

1.1 Objeto del Estudio

El presente Informe tiene por objeto realizar un Estudio de Suelos con fines de Cimentación superficial para el Proyecto *"Mejoramiento del Servicio Educativo de la I. E. primaria N° 22491 – Micoela Bastidas Puycahua, del Distrito de la Tinguíña, Provincia y Departamento de Ica"*, el mismo que se efectuó por medio de trabajos de exploración de campo, consistente en calicatas, y ensayos de laboratorio, necesarios para definir el perfil estratigráfico del área en estudio, así como sus propiedades de esfuerzo y deformación, proporcionándose las condiciones mínimas de cimentación, indicándose tipo y profundidad de los cimientos, capacidad portante admisible, magnitud de asentamientos, grado de agresividad al concreto de los cimientos, zonificación geotécnica dentro del área de influencia del proyecto. Para los componentes del presente proyecto, se presenta lo siguiente:



Antonio Guzmán Rojas
INGENIERO CIVIL
P.º 10.418.008

- 1.- *Para la construcción de zapatas conectadas y/o cimiento corrido armado, vigas de cimentación y columnas de concreto armado:*
Establecer el comportamiento del suelo de cimentación frente a los esfuerzos transmitidos por las estructuras proyectadas, definiendo la estratigrafía, características físicas y mecánicas de los suelos predominantes, sus propiedades de resistencia y estimación de asentamientos. Efectuándose el presente estudio, en concordancia con la norma técnica E – 050 "Suelos y Cimentaciones" del RNE.

1.2 Ubicación del Área en Estudio

El área en estudio se encuentra ubicado en la I. E. N° 22491, del Distrito de la Tinguíña, Provincia y Departamento de Ica. El área en estudio se encuentra a una altitud de 432 m.s.n.m el terreno tiene una topografía plana.

1.3 Condición climática

El clima del distrito es parte de los micros climas de la ciudad de Ica, se encuentra en el rango de sub tropical (seco) presentado una temperatura contrastada: cálida en el día y fría en la noche. Su temperatura promedio anual es de 22°C, teniendo una máxima de 32°C que se presenta en el mes de febrero y una mínima de 10°C que se presenta en los meses de julio y agosto.

2.0 INVESTIGACIONES EFECTUADAS

2.1 Geología y Geomorfología

El área de estudio está constituida por depósitos fluvio - aluvial y aluviales de apreciables características fisicomecánicas en la parte del cercado y en las zonas, es apto para uso urbano y agrícola. Los suelos y en las zonas cercanas a los cerros son aparentes para programas de forestación con especies típicas de la zona como huarangos, molles, carrizos, etc.

Según el estudio de la geomorfología de la cuenca del río Ica, realizada por el IGEMMET en 1995, el distrito de La Tinguiña se encuentra en la Unidad II que corresponde Al Llano Aluvial – Pampa Costanera; comprendida entre los 10 a 800 m.s.n.m., con afloramientos locales de colinas y cerros bajos de pendientes naturales del orden de 1° a 10°.

2.2 Trabajos de campo

2.2.1 Calicatas

Con la finalidad de determinar el perfil estratigráfico del área en estudio, se efectuaron dos (02) perforaciones a cielo abierto (calicatas), distribuidas convenientemente (ver croquis de ubicación de calicatas).

Asimismo; no se detectó nivel de napa freática hasta la profundidad explorada (1.20 m), evidenciándose que las paredes de las calicatas



se encontraron completamente secos.

2.2.2 Descripción del perfil estratigráfico - Muestreo disturbado

En base a los trabajos de campo y ensayos de laboratorio realizados, se desprenden la siguiente conformación:

En la calicata N° 01, de 1.20 metros de profundidad explorada, se tomó una muestra disturbada del material, sobre la cual se cimentara la zapata, vigas de cimentación y/o cimiento corrido y columnas de concreto armado, el suelo de fundación está constituido por tres (03) capas de suelo, la primera capa a una profundidad de 0.00 a 0.20 m, constituida por material de relleno consistente en suelo inorgánico y llapana. La segunda capa a una profundidad de 0.20 a 0.40 m de profundidad, constituido por un material consistente en limos y arcilla, en estado semicompacto. La tercera capa a una profundidad de 0.40 a 0.80 de suelo de características uniformes consistentes en gravas arcillosas, mezcla de grava-arena-arcilla, grava subredondeadas de 1/2" a 3/4" en un 30% a 50% en estado de semisuelto a semicompacto y seco, presenta un color plomizo claro no plástico, perteneciente a la clasificación SUCS corresponde (GC).

No se apreció nivel freático, hasta el nivel prospectado de 1.20 m de profundidad, a la fecha de ejecutados los trabajos (Enero del 2015).

Según la prospección efectuada en la **calicata N° 02** de 1.20 m de profundidad de exploración, del análisis de muestra disturbada, sobre la cual se cimentara la zapata, vigas de cimentación y/o cimiento corrido y columnas de concreto armado, el suelo de fundación está constituido por cinco (05) capas de suelo, la primera capa a una profundidad de 0.00 a 0.05 m, constituida por hierbas (grama dulce).

La segunda capa a una profundidad de 0.05 a 0.10 m, constituido por





un material consistente en limos y arcilla, en estado semicompacto. La tercera capa a una profundidad de 0.10 a 0.30 m de suelo de características uniformes consistentes en gravas pequeñas arcillosas, mezcla de grava-arena-arcilla, grava subredondeadas de 1/2" a 3/4" en un 50% en estado de semisuelto a semicompacto y seco. La cuarta capa a una profundidad de 0.30 a 0.90 de suelo de características uniformes consistentes, constituido por un material consistente en gravas limosas arcillosa subredondeadas de 1/2" a 1 1/2" en un 25 a 50% en estado semicompacto y seco presenta un color plomizo claro no plastico, perteneciente a la clasificación SUCS corresponde (GM).

No se apreció nivel freático, hasta el nivel prospectado de 1.20 m de profundidad, a la fecha de ejecutados los trabajos (Enero del 2,015).

2.2.3 Registro de Excavaciones

Paralelamente a la toma de muestras, se realizó el registro visual de cada una de las prospecciones, anotándose las características de los tipos de suelos encontrados, tales como espesor, humedad, compacidad, forma de textura y dureza de los materiales pétreos, plasticidad, color, permeabilidad, etc, en base a estas propiedades se le asignó una clasificación de campo. Se tomaron muestras representativas de todas las calicatas efectuadas, para ser analizadas en el laboratorio.

3.0 CONSIDERACIONES DE CIMENTACION

3.1 Calculo de la capacidad portante.

Para el cálculo de la capacidad portante admisible del suelo de fundación, se consideran las ecuaciones de TERZAGHI modificadas por VESIC:

$$Q_h = N_c * S_c * c + Q_s * N_\gamma * S_\gamma * \gamma_1 * B + N_q * S_q * \gamma_0 * D_f$$

Se obtuvieron los siguientes parámetros:

Peso volumetrico seco del suelo	(δ)	=	1.18 gr/cms3
Angulo de friccion interna	(ϕ)	=	18°
Cohesion	(c)	=	0.3 kg/cms2
Factores de carga adimensionales			
	Nc	=	20.27
	Nq	=	9.19
	N δ	=	8.23
Factores de forma			
	Sc	=	1.00
	Sq	=	1.00
Factor de seguridad	(Fc)	=	3.00

Los valores a obtenerse con dichas formulas están en función del ancho (B) y la profundidad de cimentación (Df), los mismos que se muestran a continuación:



CÁLCULO DE LÍMITE DE CARGA					
B =	2.00	[m]	$\phi =$	22.00	[°]
L =	1.00	[m]	$\delta =$	0.00	[°]
D =	1.20	[m]	$\beta =$	0.00	[°]
ecc.B =	0.00	[m]	$\eta =$	0.00	[°]
ecc.L =	0.00	[m]	c =	4.00	[kN/m ²]
	$\alpha =$	0.00		$\gamma =$	1.80 [kN/m ²]
				$q_p =$	0.00 [kN/m ²]
				$q_s =$	0.00 [kN/m ²]
				FS =	3.00

Terzaghi:		Los factores de forma	
Nq =	9.19	Tipo de la Cimentación	sc = 1
Nc =	20.272	Rectangular	sg = 1
Ng =	8.234		

Capacidad portante según Terzaghi:			
	[kN/m ²]	[kN]	[kN/m ²]
q _{ult} =	115.76	q = 231.52	Q _{adm} = 38.99
	[t/m ²]	[t]	[t/m ²]
q _{ult} =	11.80	q = 23.61	Q _{adm} = 0.39
	[Kg/cm ²]	[Kg]	[Kg/cm ²]
q _{ult} =	1.18	q = 23608.01	Q _{adm} = 0.39

Por lo tanto, la capacidad admisible es $q_{ad} = 1.18 \text{ kg/cm}^2$

3.2 Cálculo del asentamiento permisible (qd)

El asentamiento elástico de la cimentación superficial se estimó mediante

La Teoría de la Elasticidad, para un asentamiento permisible de 1" (2.5cms)

$$Q_d = 0.6 \cdot (N-3) \cdot \frac{(B+0.35)^2 \cdot F_p}{2B}$$

Dónde: $F_p = + Z/B \leq 2$

Siendo **Z** la profundidad de desplante sin tomar en cuenta el nivel freático.
Parámetros de Cálculo

Suelo característico	=	GM	(Grava limosa, mezcla grava-arena-limo-arcilla)
N	=	7	(Estimado según suelo característico)
B	=	1.00	
Z	=	0.6	
Fp	=	0.6	

$$Q_d = 0.6 \cdot (N-3) \cdot \frac{(B+0.35)^2 \cdot F_p}{2B}$$

$$0.6 \cdot 4 \cdot \frac{1.8225 \cdot 0.6}{2}$$

$$0.6 \cdot 4 \cdot 0.91125 \cdot 0.6$$

$$Q_d = 1.32 \text{ kg/cms}^2$$



Reemplazando se obtiene que: **q_d = 1.32 Kg/cm²**

Es decir se requerirá aplicar al suelo una carga de **1.32 kg/cm²**, sobre el suelo que está constituido por un material consistente en gravas limosas arcillosa subredondeadas de 1/2" a 3/4" en un 25% a 50% promedio, en estado semicompacto y seco, mezclas de grava arena limosa arcillosa que constituye el suelo de fundación, para generar un asentamiento permisible de 2.5 cm. cumpliéndose que:

$$q_{ad} < q_d \text{OK!}$$

Se adoptó el criterio de limitar el asentamiento de la cimentación a 1 pulgada (2.54cms), según TERZAGHI y PECK (1967); luego:

$$S_e (1,00 \text{ cm}) < 1" (2,54\text{cm})$$

Por lo tanto podemos concluir que los asentamientos esperados para un nivel

de carga similar a la capacidad de carga por corte, son menores que los permisibles por la normatividad. Por lo tanto la cimentación propuesta absorberá los mismos.

4.0 ASPECTO SISMICO

De acuerdo a las Normas Peruanas de Diseño Sismo Resistente, la fuerza sísmica horizontal (V) que debe utilizarse para el diseño de una estructura de concreto armado, debe calcularse con la siguiente expresión:

$$V = \frac{Z * U * S * C}{n} * P$$

Donde :

Z = Factor de zona

U = Factor de uso

S = Factor de suelo

C = Coeficiente sísmico

P = Peso de la edificación

R = Coeficiente de reducción



El factor de la zona depende de la zona sísmica donde se encuentra ubicada la estructura. Dentro del territorio peruano, se han establecidos diversas zonas, las cuales presentan diversas características de acuerdo a la mayor o menor presencia de sismos. Según los mapas de zonificación sísmica y mapas de máximas intensidades sísmicas del Perú y de acuerdo a las normas sísmo - resistentes del RNE, el distrito de Chipao, Provincia de Lucanas – Ayacucho, se encuentra comprendida en la **ZONA 2 y 3**, correspondiente a una sísmicidad media a alta y de intensidad VI a VII en la escala de Mercalli Modificada; correspondiente a un factor de zona $Z=0.3$. El factor de uso depende de la categoría de la edificación, la cual para nuestro caso de califica como categoría "D", correspondiéndole un valor de $U=1$.

El factor de suelo depende de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico. Teniendo en cuenta el terreno estudiado, clasificaremos a los suelos como tipo **S2**, suelo intermedio,

correspondiéndole un valor de $S=1.2$.

El coeficiente sísmico se debe calcular en función del periodo de vibración fundamental de la estructura (T) y el periodo predominante de vibración del perfil del suelo (T_s), recomendándose para este último un valor de $T_s=0.6$ segundos.

Si consideramos una estructura de 2 niveles como máximo el valor de T es aproximadamente 0.2 segundos, luego el factor de ampliación sísmica que es la respuesta estructural a la aceleración del suelo, se puede estimar en $C=2.5$, el coeficiente de Reducción se estima en $R=6.0$. Con estos valores, la fuerza cortante V , en la base del cimiento se calcula en:

$$V = 0,15P$$



Antonio Guzmán Rojas
INGENIERO CIVIL
C.R. 12.318

5.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Sobre la base de los trabajos de campo y ensayos de laboratorio realizados, así como; al análisis efectuado, se puede concluir lo siguiente:

- ✓ El Presente Trabajo ha consistido en la ejecución del estudio con fines de cimentación superficial para el proyecto *“Mejoramiento del Servicio Educativo de la I. E. primaria N° 22491 – Micaela Bastidas Puyucagua, del Distrito de la Tinguña, Provincia y Departamento de Ica”*.
- ✓ Los Trabajos de campo han consistido en la excavación de dos (02) calicatas hasta alcanzar una profundidad de 1.20 m. Las calicatas se ha ubicado convenientemente en el área del terreno y así poder contar con la información y resultados correctos. De las calicatas se extrajeron muestras alteradas para realizar ensayos correspondientes.
- ✓ El Perfil Estratigráfico que se presenta ha sido elaborado mediante la interpretación de la estratigrafía encontrada en las calicatas. El subsuelo del área de estudio es homogéneo en profundidad, estando conformado por

material predominante, constituido por un material consistente en gravas limosas arcillosa subredondeadas de $\frac{1}{2}$ " a $\frac{3}{4}$ " en un 25% a 50% en estado semicompacto y seco, mezclas de arena limosa arcillosa encontrándose en estado seco, el suelo de características uniformes presenta un color plomizo claro, perteneciente a la clasificación SUCS corresponde **(GM - GC)**.

- ✓ Se recomienda que el tipo de cimentación a utilizar sea cimientos corridos armados y/o zapatas conectadas armadas con vigas de cimentación a una profundidad de 1.20 a 1.50 m, de concreto armado de resistencia $F'c=210$ kg/cms², apoyados sobre gravas sudredondeadas y arenas limosa guesa, medido con respecto al nivel del terreno natural, para una capacidad portante de 1.18 kg/cms². Así como, cortar el material orgánico consistente en una capa de humus y realizar el mejoramiento de suelos con material propio, aceptado por la supervisión.
- ✓ Se deberá emplear cemento tipo II en la preparación del concreto de los cimientos, así como; el empleo de un aditivo hidrófugo tipo EUCO DM de química Suiza o similar, para proteger el acero de refuerzo de la corrosión.

Chincha, Enero del 2014



Adonio Guzmán Rojas
INGENIERO CIVIL
P. 01 74739

ANEXO 07. Carta de solicitud de permiso a la I.E. Daniel Merino Ruiz

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

SOLICITUD: Permiso para desarrollar trabajo de tesis dentro de las instalaciones de la I.E. Daniel Merino Ruiz

SR.

DIRECTOR DE LA I.E. DANIEL MERINO RUIZ

Yo, DANIEL JESUS MITAC RIVERA identificado con DNI N° 75694510, bachiller de Ingeniería Civil de la Universidad Privada San Juan Bautista, apelando a su espíritu de colaboración, solicito permiso para desarrollar mi trabajo de tesis titulado **“COMPARACION ENTRE LOS SISTEMAS DE CONCRETO ARMADO Y DE ESTRUCTURAS METALICAS EN UN PABELLON DE AULAS DE LA I.E. DANIEL MERINO RUIZ EN EL DISTRITO DE LA TINGUIÑA – ICA,2020”** dentro de las instalaciones de la I.E. Daniel Merino Ruiz a partir del mes de marzo.

Hago propicia la oportunidad para renovarle los sentimientos de mi consideración y estima.

Atentamente,

La Tinguíña, 04 de marzo del 2021



Daniel Jesus Mitac Rivera
DNI: 75694510

ANEXO 08. Carta de aceptación de la I.E. Daniel Merino Ruiz



PERÚ

Ministerio
de Educación



INSTITUCIÓN EDUCATIVA
"DANIEL MERINO RUIZ"
LA TINGUIÑA



"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

Por medio de la presente me es grato dirigirme a Ud. para saludarlo cordialmente y a la vez hacerle de conocimiento que ha sido aceptada la solicitud de desarrollo del Trabajo de tesis titulado **"COMPARACION ENTRE LOS SISTEMAS DE CONCRETO ARMADO Y DE ESTRUCTURAS METALICAS EN UN PABELLON DE AULAS DE LA I.E. DANIEL MERINO RUIZ EN EL DISTRITO DE LA TINGUIÑA – ICA,2020"** perteneciente al Sr. Daniel Jesus Mitac Rivera, bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Privada San Juan Bautista – Filial Ica en nuestra institución educativa para tal efecto se le dará se le dará el apoyo correspondiente que le permita desarrollar su trabajo de tesis solicitado.

Sin otro particular me despido Ud. no sin antes reiterarle una vez más las muestras de especial consideración y estima personal.

Atentamente,

La Tinguña, 05 de marzo del 2021



Mag. Néstor Héctor Salazar Garayza
DIRECTOR

D.N.I.N°21555185

ANEXO 09. **Constancia del Comité de Ética**



UNIVERSIDAD PRIVADA SAN JUAN BAUTISTA

CONSTANCIA N° 803-2021- CIEI-UPSJB

El Presidente del Comité de Ética Institucional en Investigación de la Universidad Privada San Juan Bautista SAC, deja constancia que el Proyecto de Investigación: **“COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL FRENTE A SISMO EN SISTEMAS CONCRETO ARMADO Y ESTRUCTURAS METÁLICAS EN PABELLÓN DE LA I.E. DANIEL MERINO RUIZ-2020”**, presentado por el (la) investigador (a) **MITAC RIVERA DANIEL JESUS**, ha sido revisado en la Sesión del Comité mencionado, con código de Registro **N°803-2021-CIEI-UPSJB**.

El Comité Institucional de Ética en Investigación, considera como **EXONERADO** al presente proyecto de investigación debido a que no es necesario revisión protocolar, además cumple los lineamientos y estándares académicos, científicos y éticos de la UPSJB.

Se expide la presente Constancia, a solicitud del (la) interesado (a) para los fines que estime conveniente.

Lima, 16 de agosto de 2021.




Mg. **Juan Antonio Flores Tumba**
Presidente del Comité Institucional
de Ética en Investigación

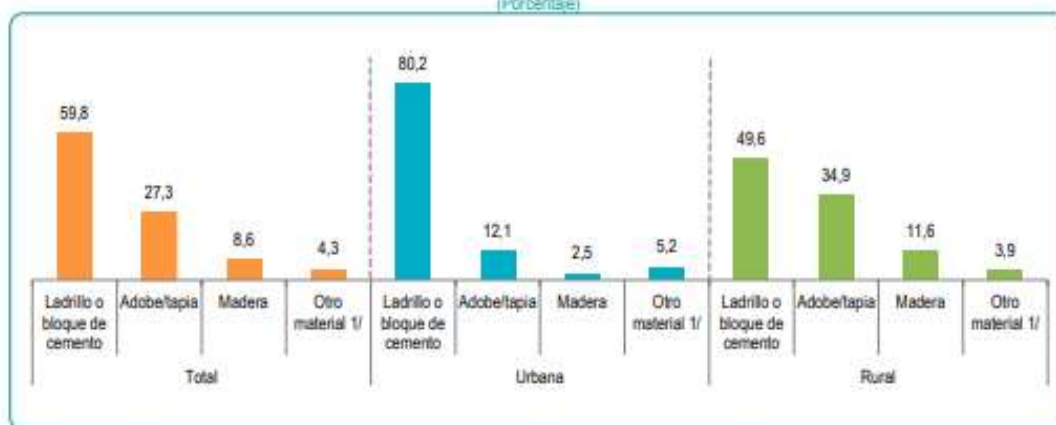
ANEXO 010. Hojas informativas

2.3.3 Material predominante en las paredes

A nivel nacional, en el 59,8% de locales escolares el material predominante de las paredes es el ladrillo o bloque de cemento, seguido del adobe con el 27,3%.

Según área de ubicación, en el área urbana se presenta una significativa diferencia entre locales con paredes de ladrillo o bloque de cemento 80,2% y adobe/tapia 12,1%; mientras que, en el área rural alcanzó el 49,6% y 34,9%, respectivamente, no habiendo mucha diferencia.

Gráfico N° 2.5
Perú: Locales escolares por material predominante en las paredes, según área de ubicación, 2018
(Porcentaje)



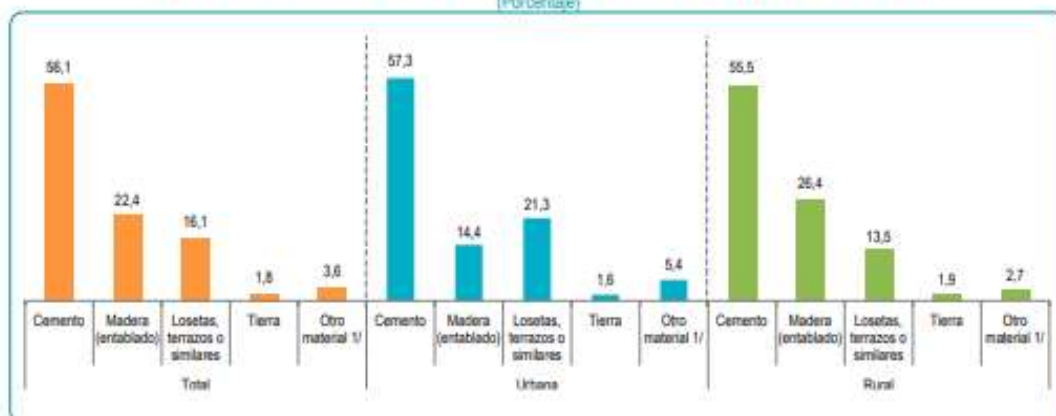
1/ Otro material: Incluye piedra o sillar con cal o cemento, quincha (con caña barro), Metalplanchas de calamina, Drywall/triplax.
Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática – Encuesta Nacional a Instituciones Educativas, 2018.

2.3.4 Material predominante en los pisos

El 56,1% de locales escolares tiene como material predominante en los pisos el cemento y el 22,4% la madera.

Según área de ubicación, el 57,3% de locales escolares tiene el piso predominantemente de cemento, en el área rural alcanzó el 55,5%

Gráfico N° 2.6
Perú: Locales escolares por material predominante en los pisos, según área de ubicación, 2018
(Porcentaje)



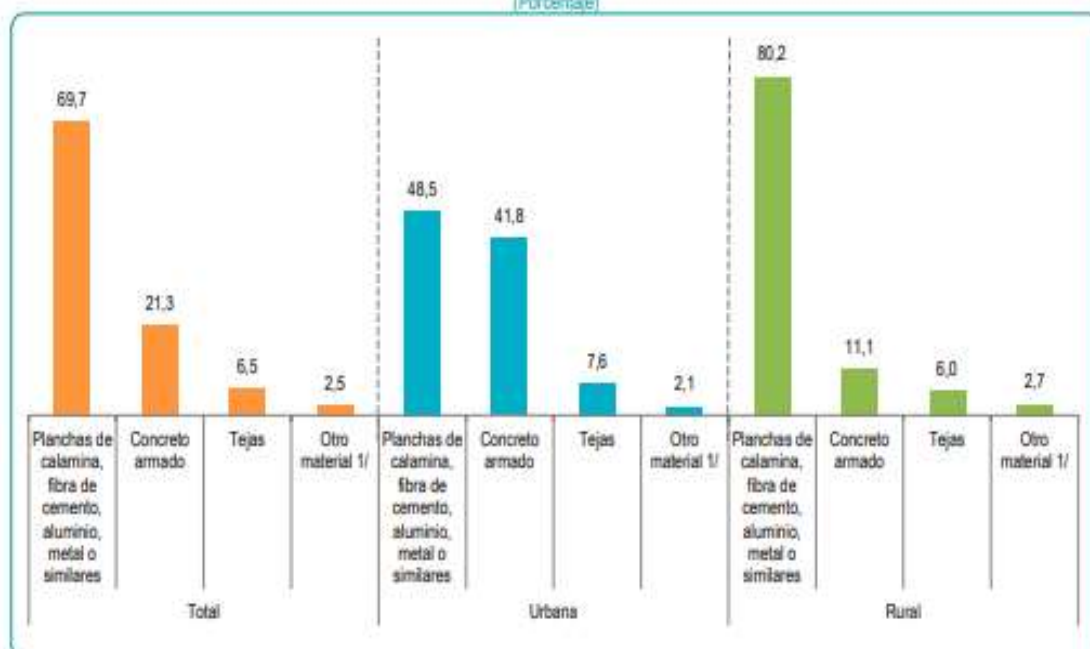
1/ Otro material: Incluye parquet o madera pulida, láminas asfálticas, vinílicos o similares.
Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática – Encuesta Nacional a Instituciones Educativas, 2018.

2.3.5 Material predominante en los techos

En el 69,7% de locales escolares el material predominante en los techos son las planchas de calamina, fibras de cemento, aluminio, metal o similares y en el 21,3%, el concreto armado.

Según área de ubicación, en el área urbana no difiere mucho las planchas de calamina, fibras de cemento, aluminio, metal o similares que alcanzó el 48,5% del concreto armado 41,8%. Sucediendo lo contrario, en el área rural donde predominan los techos con planchas de calamina, fibras de cemento, aluminio, metal o similares 80,2%.

Gráfico N° 2.7
Perú: Locales escolares por material predominante en los techos, según área de ubicación, 2018
(Porcentaje)



1/ Otro material: incluye madera, caño o estera con lora de barro, drywall, triplay, paja, hojas de palmera.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática - Encuesta Nacional a Instituciones Educativas, 2018.

2.4 SERVICIOS BÁSICOS DEL LOCAL ESCOLAR DE LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS

2.4.1 Abastecimiento de agua

A nivel nacional, el 61,5% de locales escolares se abastece de agua proveniente de red pública dentro del local escolar y el 20,5% de agua proveniente de río, acequia, manantial o similar.

Por otro lado, en el área urbana también destaca como forma principal de abastecimiento de agua el proveniente de red pública dentro del local escolar que alcanzó el 84,2%.

Mientras que, en el área rural, el 50,2% de locales escolares tiene agua proveniente de red pública dentro del local escolar, el 29,2% se abastece de agua proveniente de río, acequia, manantial o similar y el 3,9% accede al agua de lluvia.

12.21. Prevención y evacuación

- a. Se debe considerar los requisitos de seguridad señalados en la norma A.130 del RNE, con respecto a los elementos constructivos, evacuación, señalización, protección contra incendios, entre otros aspectos.
- b. **Zonas de seguridad**
 - En aquellos locales educativos donde las características físicas del terreno lo permitan, se debe prever una o varias zonas seguras que sirvan de puntos de encuentro o concentración de los estudiantes y personal (entre otros, docente, administrativo y de servicio). De plantearse que esta zona sea cubierta, considerar materiales y sistemas que no pongan en peligro la integridad de las personas.
 - En aquellos casos donde no es posible evacuar a todos los usuarios del local educativo en las zonas de seguridad ubicadas dentro del terreno, se deberá proponer las medidas o estrategias de evacuación en otras zonas alternativas.

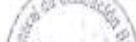
Artículo 13.- Criterios para el diseño estructural

- a. Plantear la utilización de sistemas constructivos que garanticen el desempeño óptimo de las edificaciones y la integridad de sus usuarios
- b. En todos los casos el sistema estructural de los locales educativos debe asegurar la condición de edificación esencial según lo señalado en la E.030 del RNE.
- c. El diseño estructural de un proyecto se inicia en la estructuración preliminar del diseño arquitectónico propuesto y lo indicado en los estudios básicos del proyecto, y termina con el diseño final en concordancia con las otras especialidades
- d. Los documentos técnicos de la especialidad de estructuras (planos, memorias de cálculo y especificaciones técnicas) deberán ser elaborados y sustentados por un(a) ingeniero(a) civil, siendo recomendable que sea especializado(a) en el diseño estructural.
- e. En el diseño estructural de los locales educativos públicos, se debe considerar:
 - Al intervenir una infraestructura existente, el diseño estructural del proyecto parte del análisis del estado de la misma, el cual involucra aspectos tanto estructurales como arquitectónicos (funcionales) dependiendo del tipo de intervención (acondicionamiento, mantenimiento, reforzamiento estructural, ampliación o demolición) y de las metas de ampliación a plantearse en el local educativo, conforme a las exigencias y planteamientos indicados en el proyecto arquitectónico.
 - Si luego de la evaluación estructural, fruto de los análisis pertinentes, se verifica que resulta con la demolición de la edificación, ya no es necesario realizar un análisis arquitectónico (funcional). En caso demande un acondicionamiento, ampliación, reforzamiento o mantenimiento, deberá sumarse a esta variable lo funcional y económico, a fin de validar este tipo de intervención y justificar una posible demolición, parcial o total, de manera técnica. Este último proceso deberá de ser realizado y validado por el especialista de arquitectura en función a la demanda proyectada.
 - Los estudios técnicos de ingeniería tales como ensayos de laboratorio (extracción de muestras de concreto mediante diamantinas, ensayos de esclerómetro, etc.) y los análisis sísmicos computarizados de las edificaciones evaluadas, son necesarios para verificar el tipo de intervención definido preliminarmente en la fase Formulación – Evaluación.



13.1. Cálculo, diseño y construcción de estructuras

- a. El cálculo, diseño y construcción de las edificaciones educativas se rigen íntegramente por las disposiciones contenidas en las normas técnicas estructurales indicadas en el RNE, con especial énfasis en las exigencias presentadas en la actual norma E.030 correspondiente al Diseño Sismorresistente.
- b. Los locales educativos deberán proyectarse empleando sistemas estructurales indicados en la actual norma E.030 del RNE, conforme a la zonificación sísmica en que se ubiquen.



- c. Para pequeñas construcciones rurales se podrán utilizar materiales tradicionales (madera, adobe, bambú, entre otros), siguiendo las normas correspondientes a dichos materiales (normas E.010, E.080, E.100 del RNE, entre otras).
- d. La información mostrada en el siguiente cuadro se encuentra indicada en la norma E.030 del RNE, para mayores detalles ver lo indicado en el Capítulo 3: Categoría, sistema estructural y regularidad de las edificaciones, así como el Anexo N° 01 de dicha norma, donde se especifican las provincias y distritos de cada zona sísmica a nivel nacional.

Cuadro 5. Sistema estructural de acuerdo a la norma E.030 del RNE

Categoría	Zona sísmica	Sistema estructural predominante
A2	2,3 y 4	Estructura de acero tipo SCBF, OCBF y EBF. Estructuras de Concreto: Sistema Dual Estructuras de Muros de concreto armado Albañilería armada o confinada
	1	Cualquier sistema

Artículo 14.- Criterios para el diseño de instalaciones eléctricas, electromecánicas y especiales

- a. Los locales educativos deben contar con energía eléctrica en forma permanente y/o un sistema alternativo de energía que garantice el desarrollo de las actividades pedagógicas.
- b. Los proyectos deben cumplir con las especificaciones técnicas de los equipos y con lo estipulado en el Código Nacional de Electricidad y el RNE.
- c. Sin perjuicio de lo señalado en dichos documentos, es conveniente considerar lo siguiente:
 - Todos los circuitos de alumbrado y tomacorrientes tendrán en el tablero de distribución un interruptor automático del tipo termomagnético.
 - Toda instalación esté protegida con interruptor diferencial. La instalación eléctrica o parte de esta, en la que exista conectado o se provee emplear equipo de utilización por parte de personas no calificadas debe contar con interruptor diferencial de no más de 30 mA de umbral de operación de corriente residual, de acuerdo a lo establecido en la R.M. N° 175-2008-MEM/DM. Para los circuitos de equipos de cómputo y motores, los interruptores diferenciales considerar que sean superinmunizados.
 - Todo local educativo cuente con un sistema de tierra o de puesta de tierra. El número de pozos de tierra depende de la resistencia de puesta a tierra que se requiere para el proyecto y del tipo de terreno que se tiene. Éstos deben estar diseñados según norma y distribuidos por sectores.
 - Todos los conductores eléctricos sean no propagadores de incendios, con baja emisión de humos, libre de halógenos y ácidos corrosivos. Es conveniente que el alumbrado eléctrico esté cubierto con material incombustible.
 - La tubería o canaleta expuesta a la intemperie sea libre de halógeno y retardante a la llama del tipo conduit.
 - Alumbrado de emergencia en todos los ambientes para el alumnado y/o personal; así como, en escaleras y pasadizos.
 - Salidas de detección de alarma contra incendio en los ambientes de laboratorio, talleres, biblioteca, administración, cocina y aula de cómputo, de ser el caso.
 - Tablero eléctrico general. Los sub tableros eléctricos estén ubicados por pabellón (de ser el caso), y de considerar talleres y aulas de cómputo, un sub tablero eléctrico independiente.
 - En las zonas, donde existen tormentas con descargas atmosféricas suministrar un sistema de protección con pararrayos y se recomienda el uso de dispositivos de protección que supriman las sobretensiones transitorias.
- d. En los estudios definitivos de los proyectos de locales educativos públicos, según sea el caso, considerar que la infraestructura provea rutas e instalaciones en los ambientes (sistema de ductos) para el soporte de las TIC, ya sean equipos informáticos, equipos multimedia, interfaces auditivas y/o cinéticas, comunicación satelital, posibilidades de videoconferencias, acceso a información virtual, redes de información e internet, entre otros.

CONFORT TERMICO	
<p>En función de las zonas climáticas, considerando además los microclimas posibles, el diseñador está obligado a lograr la sensación de confort térmico en todos los ambientes, teniendo en cuenta que la temperatura del aire debe ser de 16°C a 20°C aproximadamente.</p>	
<p>Una cubierta inadecuada expuesta a sol, puede aumentar la sensación térmica del ambiente en 3° a 4°C, impidiendo el correcto desarrollo pedagógico de los estudiantes.</p>	
<p>Radiación solar: Aberturas de acuerdo a zonas climáticas, 2 hrs. diarias mínimo de exposición.</p>	
<p>Orientación vientos: ver zonas climáticas para favorecer ventilación adecuada y refrescar el ambiente.</p>	
<p>Volumen de aire por persona y % para ventilar: 5 m3 aire/persona y 15% de la superficie del piso para ventilar, 25% mínimo para iluminación natural, se debe cumplir con lo que indica el RNE según cada zona climática.</p>	
INSTALACIONES TECNICAS	
<p>Características Generales: Empotrados y/o en ductos claramente definidos en planos (lo más adecuado). Cuando sea necesario utilizar bandejas técnicas para una mejor conectividad de los equipos de Tics.</p>	
<p>Eléctricas 01 tomacorriente doble c/20.00 m2, más una toma doble por cada dos usuarios con equipos conectables, dependiendo de las necesidades pedagógicas de las áreas curriculares. Luz fluorescente 300 luxes sobre superficie de trabajo, luminarias sectorizadas, Todas las instalaciones eléctricas debidamente aterrizadas (con puesta a tierra).</p>	<p>Hidro-sanitarias No requieren instalaciones de este tipo.</p>
<p>Telecomunicaciones 01 salida de T.V. (alta y fija), 01 salida para PC del docente, todos los ambientes deben estar preparados de manera ideal para Tics. Posibilidad del uso de intranet.</p>	
MATERIALES	
<p>Paredes Mampostería de ladrillos cerámicos hecho a máquina, Tarrajesos grueso y/o fino, con pintura al látex para interior. Otros: bloques prefabricados de concreto, muros de concreto o prefabricado, mampostería estructural, ladrillo sílico calcáreo, etc.</p>	<p>Pisos Anti deslizante en seco y mojado, con especial cuidado en el color y pulido de las juntas, asegurar niveles de reflexión lumínica adecuados.</p>
<p>Cielos rasos En techos de losa terminación al látex para interiores de color claro. Su utilización se hará cuando la cubierta especificada no asegure condiciones de confort acústico y térmico exigidos. Serán metálicos, de fibrocemento, de madera inmunizada y tratada contra incendios, tipo drywall. No se admiten de asbesto cemento. El cálculo de las alturas y las dimensiones internas debe hacerse con sumo cuidado, dependerá de la renovación del volumen interno por tipo de actividad y número de usuarios así como de la temperatura, la acústica y la iluminación recomendada que garantice el confort adecuado al interior. No se recomienda en ningún caso la colocación de cubierta sin cielo. Cuanto más húmedo o cálido sea el clima la separación entre cielo y cubierta debe ser mayor.</p>	<p>Ventanas Entre otros, carpintería de aluminio, o chapa metálica. Herméticas y de doble contacto en zonas muy frías, Considerar que la carpintería de madera es sensible al sol y a los microorganismos, por esta razón se aconseja barnizarlas periódicamente. Por el contrario, su aspecto es más cálido y acogedor que el de las ventanas de otros materiales.</p>
<p>Cubiertas La estructura será de concreto, metálica o de madera inmunizada y tratada contra incendios. Se diseñaran de acuerdo a la necesidad pudiendo ser inclinadas o cubiertas planas, considerar un material que resista bien la intemperie (las heladas y nieve) de gran durabilidad. En cubiertas livianas utilizar chapas plegadas, tejas coloniales o superior, En cubiertas de losa inclinada puede ser con tejas coloniales o planas con aislaciones hidrófugas según las zonas bioclimáticas. En cubiertas de losa plana puede ser con ladrillos pasteleros previamente evaluados las transmitancia térmicas, barreras de vapor, y aislaciones hidrófugas. Se debe hacer una especificación de impermeabilización que soporte adecuadamente los cambios de temperatura y disminuya los riesgos de goteras y filtraciones. En cualquier caso, se debe cumplir con los requerimientos técnicos de instalación, traslapes, estructura, pendientes, curvas y remates que especifique el fabricante de la cubierta, así como el diseño de acceso a la cubierta para su mantenimiento. Asimismo, la cubierta especificada deberá cumplir con los requerimientos de confort acústico, térmico y visual especificados en el presente documento. El sistema de evacuación de aguas de lluvia: de fácil acceso para inspección, limpieza y mantenimiento</p>	

2.1 Zonificación

El territorio nacional se considera dividido en cuatro zonas, como se muestra en la Figura N° 1. La zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de éstos con la distancia epicentral, así como en la información neotectónica. El Anexo N° 1 contiene el listado de las provincias y distritos que corresponden a cada zona.

ZONAS SÍSMICAS



FIGURA N° 1

Tabla N° 1	
FACTORES DE ZONA "Z"	
ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

2.2 Microzonificación Sísmica y Estudios de Sitio

2.2.1 Microzonificación Sísmica

Son estudios multidisciplinarios que investigan los efectos de sismos y fenómenos asociados como licuación de suelos, deslizamientos, tsunamis y otros, sobre el área de interés. Los estudios suministran información sobre la posible modificación de las acciones sísmicas por causa de las condiciones locales y otros fenómenos naturales, así como las limitaciones y exigencias que como consecuencia de los estudios se considere para el diseño, construcción de edificaciones y otras obras.

Para los siguientes casos podrán ser considerados los resultados de los estudios de microzonificación correspondientes:

- Áreas de expansión de ciudades.
- Reconstrucción de áreas urbanas destruidas por sismos y fenómenos asociados.

2.2.2 Estudios de Sitio

Son estudios similares a los de microzonificación, aunque no necesariamente en toda su extensión. Estos estudios están limitados al lugar del proyecto y suministran información sobre la posible modificación de las acciones sísmicas y otros fenómenos naturales por las condiciones locales. Su objetivo principal es determinar los parámetros de diseño.

Los estudios de sitio deberán realizarse, entre otros casos, en grandes complejos industriales, industria de explosivos, productos químicos inflamables y contaminantes.

No se considerarán parámetros de diseño inferiores a los indicados en esta Norma.

2.3 Condiciones Geotécnicas

2.3.1 Perfiles de Suelo

Para los efectos de esta Norma, los perfiles de suelo se clasifican tomando en cuenta la velocidad promedio de propagación de las ondas de corte (\bar{V}_s), o alternativamente, para suelos granulares, el promedio ponderado de los \bar{N}_{60} obtenidos mediante un ensayo de penetración estándar (SPT), o el promedio ponderado de la resistencia al corte en condición no drenada (\bar{S}_u) para suelos cohesivos. Estas propiedades deben determinarse para los 30 m superiores del perfil de suelo medidos desde el nivel del fondo de cimentación, como se indica en el numeral 2.3.2.

Para los suelos predominantemente granulares, se calcula \bar{N}_{60} considerando solamente los espesores de cada uno de los estratos granulares. Para los suelos predominantemente cohesivos, la resistencia al corte en condición no drenada \bar{S}_u se calcula como el promedio ponderado de los valores correspondientes a cada estrato cohesivo.

Este método también es aplicable si se encuentran suelos heterogéneos (cohesivos y granulares). En tal caso, si a partir de \bar{N}_{60} para los estratos con suelos granulares y de \bar{S}_u para los estratos con suelos cohesivos se obtienen clasificaciones de sitio distintas, se toma la que corresponde al tipo de perfil más flexible.

Los tipos de perfiles de suelos son cinco:

a. Perfil Tipo S₀: Roca Dura

A este tipo corresponden las rocas sanas con velocidad de propagación de ondas de corte \bar{V}_s mayor que 1500 m/s. Las mediciones deberán corresponder al sitio del proyecto o a perfiles de la misma roca en la misma formación con igual o mayor intemperismo o fracturas. Cuando se conoce que la roca dura es continua hasta una profundidad de 30 m, las mediciones de la velocidad de las ondas de corte superficiales pueden ser usadas para estimar el valor de \bar{V}_s .

b. Perfil Tipo S₁: Roca o Suelos Muy Rígidos

A este tipo corresponden las rocas con diferentes grados de fracturación, de macizos homogéneos y los suelos muy rígidos con velocidades de propagación de onda de corte \bar{V}_s , entre 500 m/s y 1500 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- Roca fracturada, con una resistencia a la compresión no confinada q_u mayor o igual que 500 kPa (5 kg/cm²).
- Arena muy densa o grava arenosa densa, con \bar{N}_{60} mayor que 50.
- Arcilla muy compacta (de espesor menor que 20 m), con una resistencia al corte en condición no drenada \bar{S}_u mayor que 100 kPa (1 kg/cm²) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.

c. Perfil Tipo S₂: Suelos Intermedios

A este tipo corresponden los suelos medianamente rígidos, con velocidades de propagación de onda de corte \bar{V}_s , entre 180 m/s y 500 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- Arena densa, gruesa a media, o grava arenosa medianamente densa, con valores del SPT \bar{N}_{60} , entre 15 y 50.
- Suelo cohesivo compacto, con una resistencia al corte en condiciones no drenada \bar{S}_u , entre 50 kPa (0,5 kg/cm²) y 100 kPa (1 kg/cm²) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.

d. Perfil Tipo S₃: Suelos Blandos

Corresponden a este tipo los suelos flexibles con velocidades de propagación de onda de corte \bar{V}_s , menor o igual a 180 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- Arena media a fina, o grava arenosa, con valores del SPT \bar{N}_{60} menor que 15.

- Suelo cohesivo blando, con una resistencia al corte en condición no drenada \bar{s}_u , entre 25 kPa (0,25 kg/cm²) y 50 kPa (0,5 kg/cm²) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.
- Cualquier perfil que no correspondan al tipo S₄ y que tenga más de 3 m de suelo con las siguientes características: índice de plasticidad P_I mayor que 20, contenido de humedad ω mayor que 40%, resistencia al corte en condición no drenada \bar{s}_u menor que 25 kPa.

e. Perfil Tipo S₄: Condiciones Excepcionales

A este tipo corresponden los suelos excepcionalmente flexibles y los sitios donde las condiciones geológicas y/o topográficas son particularmente desfavorables, en los cuales se requiere efectuar un estudio específico para el sitio. Sólo será necesario considerar un perfil tipo S₄ cuando el Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) así lo determine.

La Tabla N° 2 resume valores típicos para los distintos tipos de perfiles de suelo:

Tabla N° 2 CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELO			
Perfil	\bar{V}_s	\bar{N}_{60}	\bar{s}_u
S ₀	> 1500 m/s	-	-
S ₁	500 m/s a 1500 m/s	> 50	>100 kPa
S ₂	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
S ₃	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa
S ₄	Clasificación basada en el EMS		

2.3.2 Definición de los Perfiles de Suelo

Las expresiones de este numeral se aplicarán a los 30 m superiores del perfil de suelo, medidos desde el nivel del fondo de cimentación. El subíndice i se refiere a uno cualquiera de los n estratos con distintas características, m se refiere al número de estratos con suelos granulares y k al número de estratos con suelos cohesivos.

a. Velocidad Promedio de las Ondas de Corte, \bar{V}_s

La velocidad promedio de propagación de las ondas de corte se determinará con la siguiente fórmula:

$$\bar{V}_s = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{d_i}{V_{si}} \right)}$$

donde d_i es el espesor de cada uno de los n estratos y V_{si} es la correspondiente velocidad de ondas de corte (m/s).

b. Promedio Ponderado del Ensayo Estándar de Penetración, \bar{N}_{60}

El valor \bar{N}_{60} se calculará considerando solamente los estratos con suelos granulares en los 30 m superiores del perfil:

$$\bar{\lambda}_{60} = \frac{\sum_{i=1}^m d_i}{\sum_{i=1}^m \left(\frac{d_i}{N_{60i}} \right)}$$

donde d_i es el espesor de cada uno de los m estratos con suelo granular y N_{60i} es el correspondiente valor corregido del SPT.

c. Promedio Ponderado de la Resistencia al Corte en Condición no Drenada, \bar{S}_u

El valor \bar{S}_u se calculará considerando solamente los estratos con suelos cohesivos en los 30 m superiores del perfil:

$$\bar{S}_u = \frac{\sum_{i=1}^k d_i}{\sum_{i=1}^k \left(\frac{d_i}{S_{ui}} \right)}$$

donde d_i es el espesor de cada uno de los k estratos con suelo cohesivo y S_{ui} es la correspondiente resistencia al corte en condición no drenada (kPa).

Consideraciones Adicionales:

En los casos en los que no sea obligatorio realizar un Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) o cuando no se disponga de las propiedades del suelo hasta la profundidad de 30 m, se permite que el profesional responsable estime valores adecuados sobre la base de las condiciones geotécnicas conocidas.

En el caso de estructuras con cimentaciones profundas a base de pilotes, el perfil de suelo será el que corresponda a los estratos en los 30 m por debajo del extremo superior de los pilotes.

2.4 Parámetros de Sitio (S , T_P y T_L)

Deberá considerarse el tipo de perfil que mejor describa las condiciones locales, utilizándose los correspondientes valores del factor de amplificación del suelo S y de los períodos T_P y T_L dados en las Tablas N° 3 y N° 4.

Tabla N° 3 FACTOR DE SUELO "S"				
SUELO ZONA	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
Z ₄	0,80	1,00	1,05	1,10
Z ₃	0,80	1,00	1,15	1,20
Z ₂	0,80	1,00	1,20	1,40
Z ₁	0,80	1,00	1,60	2,00

Tabla N° 4 PERÍODOS “ T_P ” Y “ T_L ”				
	Perfil de suelo			
	S_0	S_1	S_2	S_3
T_P (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T_L (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

2.5 Factor de Amplificación Sísmica (C)

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

$$T < T_P \quad C = 2,5$$

$$T_P < T < T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P}{T}\right)$$

$$T > T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P \cdot T_L}{T^2}\right)$$

T es el período de acuerdo al numeral 4.5.4, concordado con el numeral 4.6.1.

Este coeficiente se interpreta como el factor de amplificación de la aceleración estructural respecto de la aceleración en el suelo.

CAPÍTULO 3 CATEGORÍA, SISTEMA ESTRUCTURAL Y REGULARIDAD DE LAS EDIFICACIONES

3.1 Categoría de las Edificaciones y Factor de Uso (U)

Cada estructura debe ser clasificada de acuerdo con las categorías indicadas en la Tabla N° 5. El factor de uso o importancia (U), definido en la Tabla N° 5 se usará según la clasificación que se haga. Para edificios con aislamiento sísmico en la base se podrá considerar $U = 1$.

Tabla N° 5 CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR "U"		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A Edificaciones Esenciales	A1: Establecimientos de salud del Sector Salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.	Ver nota 1
	<p>A2: Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo severo tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. - Puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias, sistemas masivos de transporte, locales municipales, centrales de comunicaciones. Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. - Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. <p>Todas aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre, tales como <u>instituciones educativas</u>, institutos superiores tecnológicos y universidades. Se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado.</p>	1,5
B Edificaciones Importantes	<p>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.</p> <p>También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.</p>	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

Nota 1: Las nuevas edificaciones de categoría A1 tendrán aislamiento sísmico en la base cuando se encuentren en las zonas sísmicas 4 y 3. En las zonas sísmicas 1 y 2, la entidad responsable podrá decidir si usa o no aislamiento sísmico. Si no se utiliza aislamiento sísmico en las zonas sísmicas 1 y 2, el valor de U será como mínimo 1,5.

Nota 2: En estas edificaciones deberá proveerse resistencia y rigidez adecuadas para acciones laterales, a criterio del proyectista.

3.2 Sistemas Estructurales

3.2.1 Estructuras de Concreto Armado

Todos los elementos de concreto armado que conforman el sistema estructural sismorresistente deberán cumplir con lo previsto en el Capítulo 21 "Disposiciones especiales para el diseño sísmico" de la Norma Técnica E.060 Concreto Armado del RNE.

Pórticos. Por lo menos el 80 % de la fuerza cortante en la base actúa sobre las columnas de los pórticos. En caso se tengan muros estructurales, éstos deberán diseñarse para resistir una fracción de la acción sísmica total de acuerdo con su rigidez.

Muros Estructurales. Sistema en el que la resistencia sísmica está dada predominantemente por muros estructurales sobre los que actúa por lo menos el 70 % de la fuerza cortante en la base.

Dual. Las acciones sísmicas son resistidas por una combinación de pórticos y muros estructurales. La fuerza cortante que toman los muros es mayor que 20 % y menor que 70 % del cortante en la base del edificio.

Edificaciones de Muros de Ductilidad Limitada (EMDL). Edificaciones que se caracterizan por tener un sistema estructural donde la resistencia sísmica y de cargas de gravedad está dada por muros de concreto armado de espesores reducidos, en los que se prescinde de extremos confinados y el refuerzo vertical se dispone en una sola capa.

Con este sistema se puede construir como máximo ocho pisos.

3.2.2 Estructuras de Acero

Los Sistemas que se indican a continuación forman parte del Sistema Estructural Resistente a Sismos.

Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)

Estos pórticos deberán proveer una significativa capacidad de deformación inelástica a través de la fluencia por flexión de las vigas y limitada fluencia en las zonas de panel de las columnas. Las columnas deberán ser diseñadas para tener una resistencia mayor que las vigas cuando estas incursionan en la zona de endurecimiento por deformación.

Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IME)

Estos pórticos deberán proveer una limitada capacidad de deformación inelástica en sus elementos y conexiones.

Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)

Estos pórticos deberán proveer una mínima capacidad de deformación inelástica en sus elementos y conexiones.

Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)

Estos pórticos deberán proveer una significativa capacidad de deformación inelástica a través de la resistencia post-pandeo en los arriostres en compresión y fluencia en los arriostres en tracción.

Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)

Estos pórticos deberán proveer una limitada capacidad de deformación inelástica en sus elementos y conexiones.

Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)

Estos pórticos deberán proveer una significativa capacidad de deformación inelástica principalmente por fluencia en flexión o corte en la zona entre arriostres.

3.2.3 Estructuras de Albañilería

Edificaciones cuyos elementos sismorresistentes son muros a base de unidades de albañilería de arcilla o concreto. Para efectos de esta Norma no se hace diferencia entre estructuras de albañilería confinada o armada.

3.2.4 Estructuras de Madera

Se consideran en este grupo las edificaciones cuyos elementos resistentes son principalmente a base de madera. Se incluyen sistemas entramados y estructuras arriostradas tipo poste y viga.

3.2.5 Estructuras de Tierra

Son edificaciones cuyos muros son hechos con unidades de albañilería de tierra o tierra apisonada in situ.

3.3 Categoría y Sistemas Estructurales

De acuerdo a la categoría de una edificación y la zona donde se ubique, ésta deberá proyectarse empleando el sistema estructural que se indica en la Tabla N° 6 y respetando las restricciones a la irregularidad de la Tabla N° 10.

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

(*) Para pequeñas construcciones rurales, como escuelas y postas médicas, se podrá usar materiales tradicionales siguiendo las recomendaciones de las normas correspondientes a dichos materiales.

3.4 Sistemas Estructurales y Coeficiente Básico de Reducción de las Fuerzas Sísmicas (R_o)

Los sistemas estructurales se clasificarán según los materiales usados y el sistema de estructuración sismorresistente en cada dirección de análisis, tal como se indica en la Tabla N° 7.

Cuando en la dirección de análisis, la edificación presente más de un sistema estructural, se tomará el menor coeficiente R_o que corresponda.

Sistema Estructural	Coeficiente Básico de Reducción R_o (*)
Acero:	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	7
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	8
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	6
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 (Por esfuerzos admisibles)	7

CAPÍTULO 5 REQUISITOS DE RIGIDEZ, RESISTENCIA Y DUCTILIDAD

5.1 Determinación de Desplazamientos Laterales

Para estructuras regulares, los desplazamientos laterales se calcularán multiplicando por $0,75 R$ los resultados obtenidos del análisis lineal y elástico con las sollicitaciones sísmicas reducidas. Para estructuras irregulares, los desplazamientos laterales se calcularán multiplicando por $0,85 R$ los resultados obtenidos del análisis lineal elástico.

Para el cálculo de los desplazamientos laterales no se considerarán los valores mínimos de C/R indicados en el numeral 4.5.2 ni el cortante mínimo en la base especificado en el numeral 4.6.4.

5.2 Desplazamientos Laterales Relativos Admisibles

El máximo desplazamiento relativo de entrepiso, calculado según el numeral 5.1, no deberá exceder la fracción de la altura de entrepiso (distorsión) que se indica en la Tabla N° 11.

Material Predominante	(Δ_i / h_e)
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: Los límites de la distorsión (deriva) para estructuras de uso industrial serán establecidos por el proyectista, pero en ningún caso excederán el doble de los valores de esta Tabla.

5.3 Separación entre Edificios (s)

Toda estructura debe estar separada de las estructuras vecinas, desde el nivel del terreno natural, una distancia mínima s para evitar el contacto durante un movimiento sísmico.

Esta distancia no será menor que los $2/3$ de la suma de los desplazamientos máximos de los edificios adyacentes ni menor que:

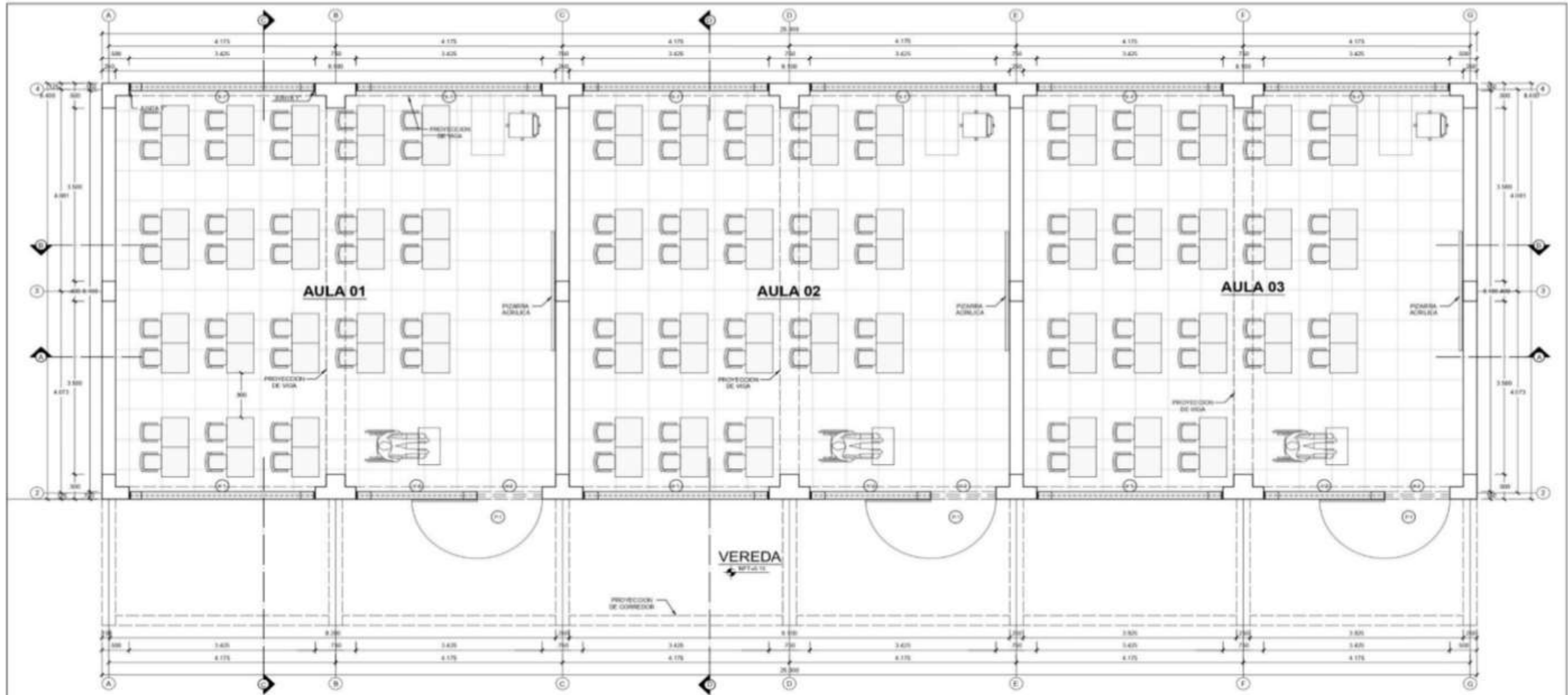
$$s = 0,006 h \geq 0,03 \text{ m}$$

Donde h es la altura medida desde el nivel del terreno natural hasta el nivel considerado para evaluar s .

El edificio se retirará de los límites de propiedad adyacentes a otros lotes edificables, o con edificaciones, distancias no menores que $2/3$ del desplazamiento máximo calculado según el numeral 5.1 ni menores que $s/2$ si la edificación existente cuenta con una junta sísmica reglamentaria.

En caso de que no exista la junta sísmica reglamentaria, el edificio deberá separarse de la edificación existente el valor de $s/2$ que le corresponde más el valor $s/2$ de la estructura vecina.

ANEXO 011. Planteamiento Arquitectónico



PLANTA GRAL. 1ER NIVEL
Esc. 1/30

CUADRO DE VANOS - VENTANAS				
TIPO	ANCHO	ALTO	ALFEIZAR	MATERIAL
V-1	3.42	2.10	1.80	Carpintería de aluminio y vidrio templado incoloro de 6 mm
V-2	2.22	2.10	1.80	Carpintería de aluminio y vidrio templado incoloro de 6 mm
V-3	1.20	0.60	2.30	Carpintería de aluminio y vidrio templado incoloro de 6 mm

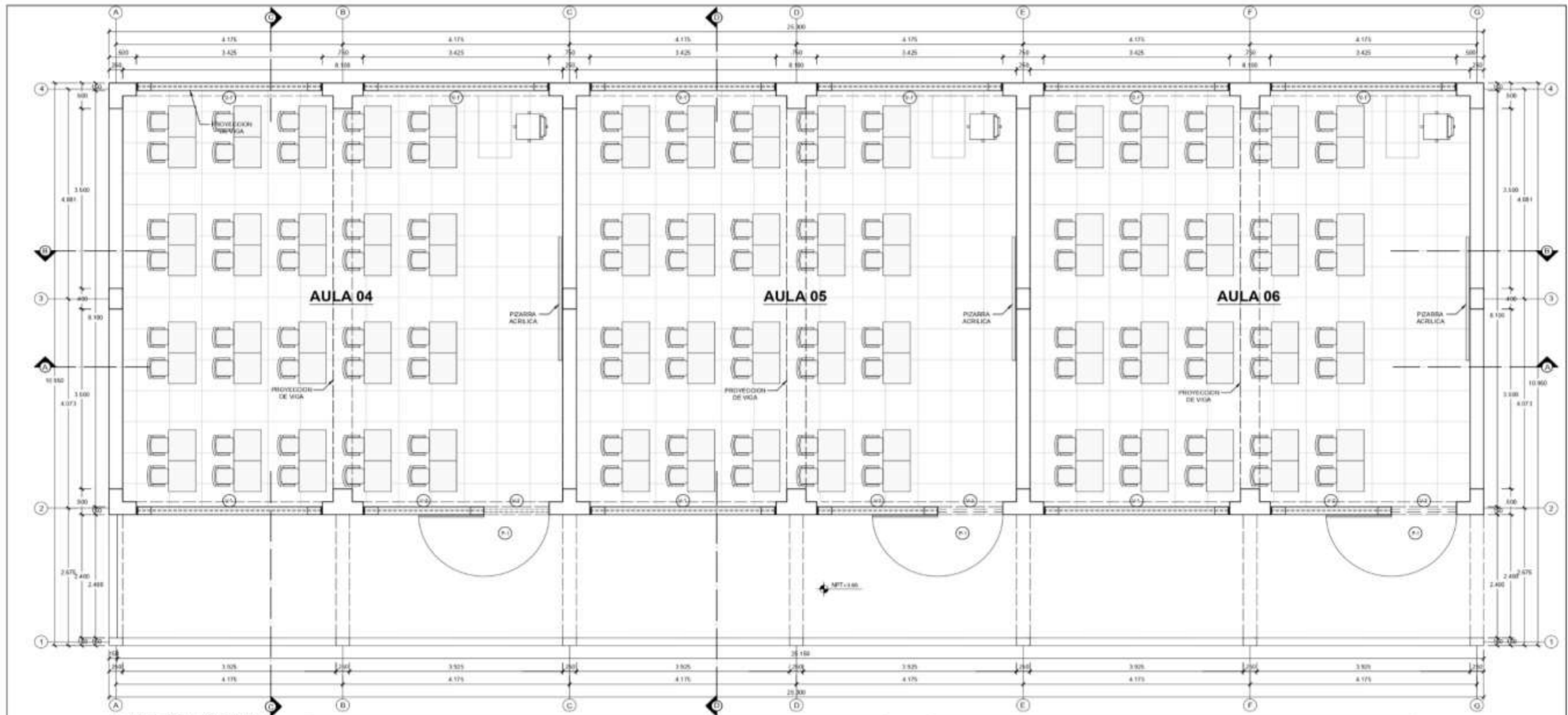
CUADRO DE VANOS - PUERTAS				
TIPO	ANCHO	ALTO	ALFEIZAR	MATERIAL
P-1	1.20	2.30	---	Madera cedro machihembrada

PLANTEAMIENTO ARQUITECTONICO

(SISTEMA DE CONCRETO ARMADO - ALBAÑILERIA)

-DISTRIBUCION DEL PRIMER PISO-

J. Y. Rivera
Josselyn Yvett Mitac Rivera
 Arquitecta
 Reg. CAP 24698



PLANTA GRAL. 2DO NIVEL
Esc. 1/125

CUADRO DE VANOS - VENTANAS				
TIPO	ANCHO	ALTO	ALFEIZAR	MATERIAL
V-1	3.42	2.10	1.80	Carpintería de aluminio y vidrio templado incoloro de 6 mm
V-2	2.22	2.10	1.80	Carpintería de aluminio y vidrio templado incoloro de 6 mm
V-3	1.20	0.60	2.30	Carpintería de aluminio y vidrio templado incoloro de 6 mm

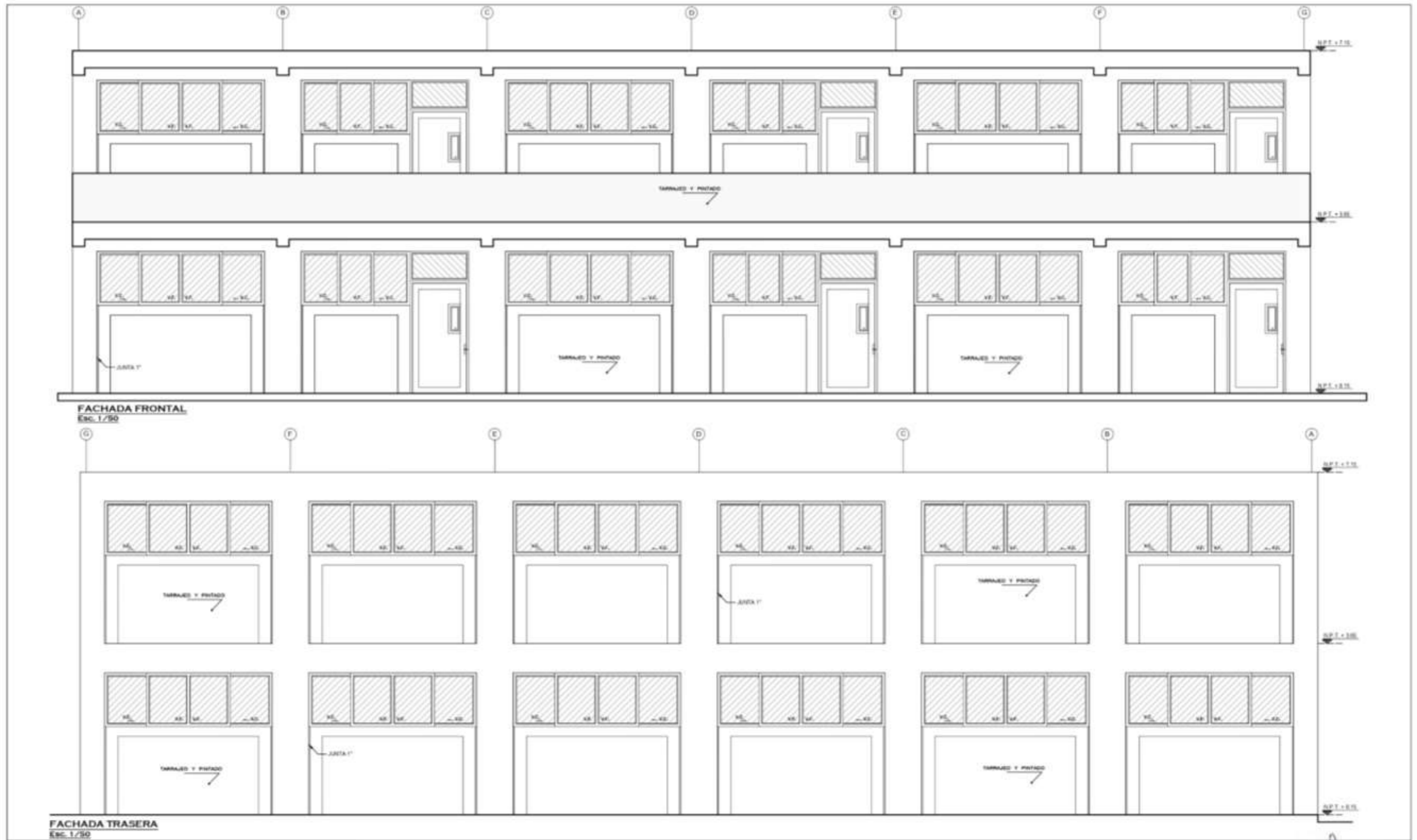
CUADRO DE VANOS - PUERTAS				
TIPO	ANCHO	ALTO	ALFEIZAR	MATERIAL
P-1	1.20	2.30	—	Madera cedro machihembrada

PLANTEAMIENTO ARQUITECTONICO

(SISTEMA DE CONCRETO ARMADO - ALBAÑILERIA)

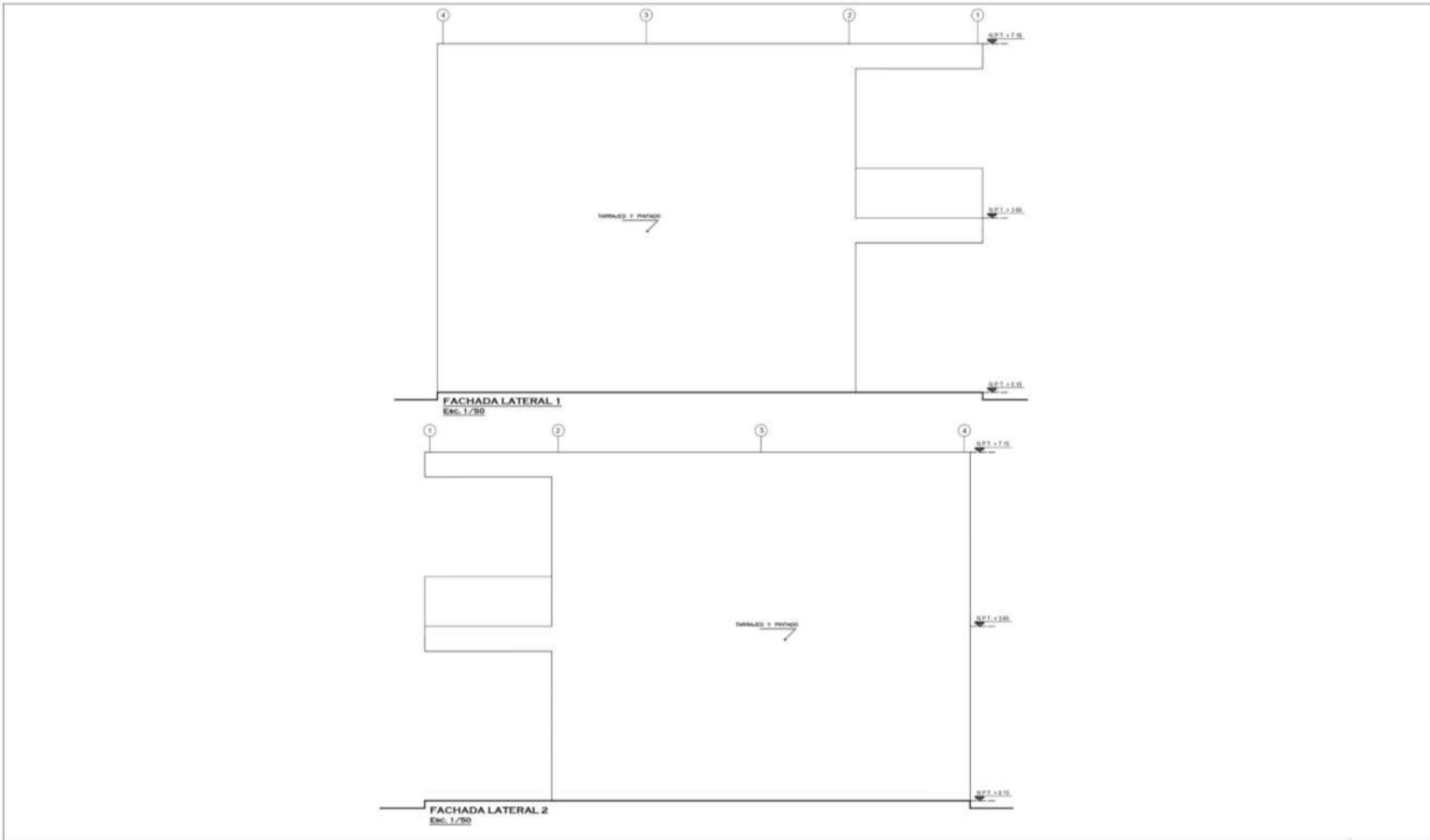
-DISTRIBUCION DEL SEGUNDO PISO-


 Josselyn Yveti Mitac Rivera
 Arquitecta
 Reg. CAP 24698



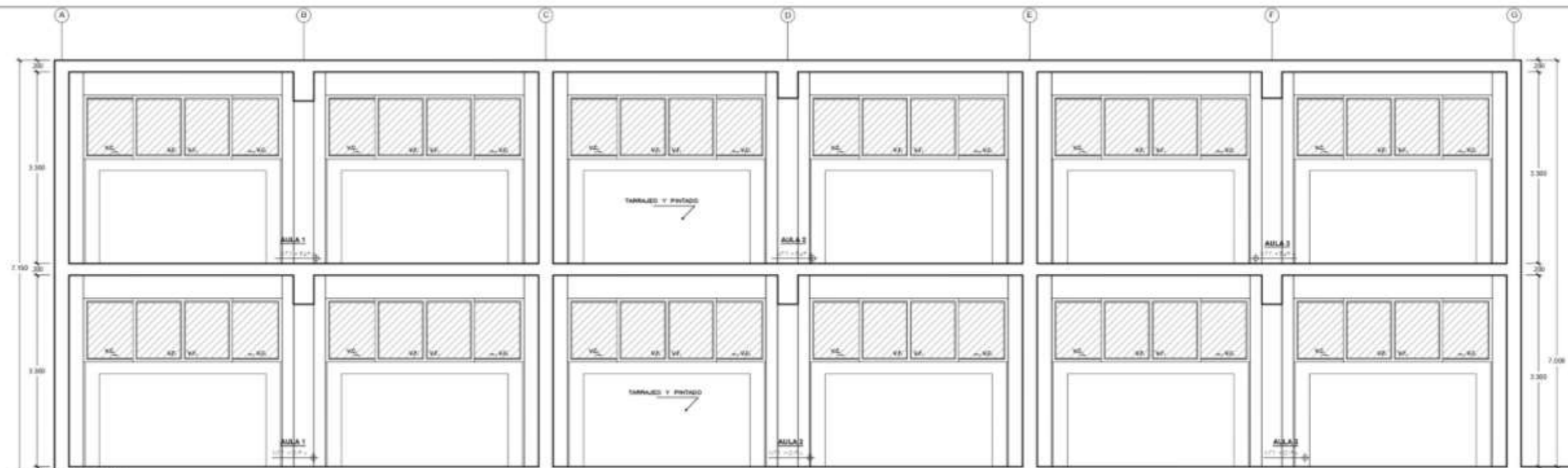
PLANTEAMIENTO ARQUITECTONICO
 (SISTEMA DE CONCRETO ARMADO - ALBAÑILERIA)
 -ELEVACIONES-


 Josselyn Yveti Mitac Rivera
 Arquitecta
 Reg. CAP 24698

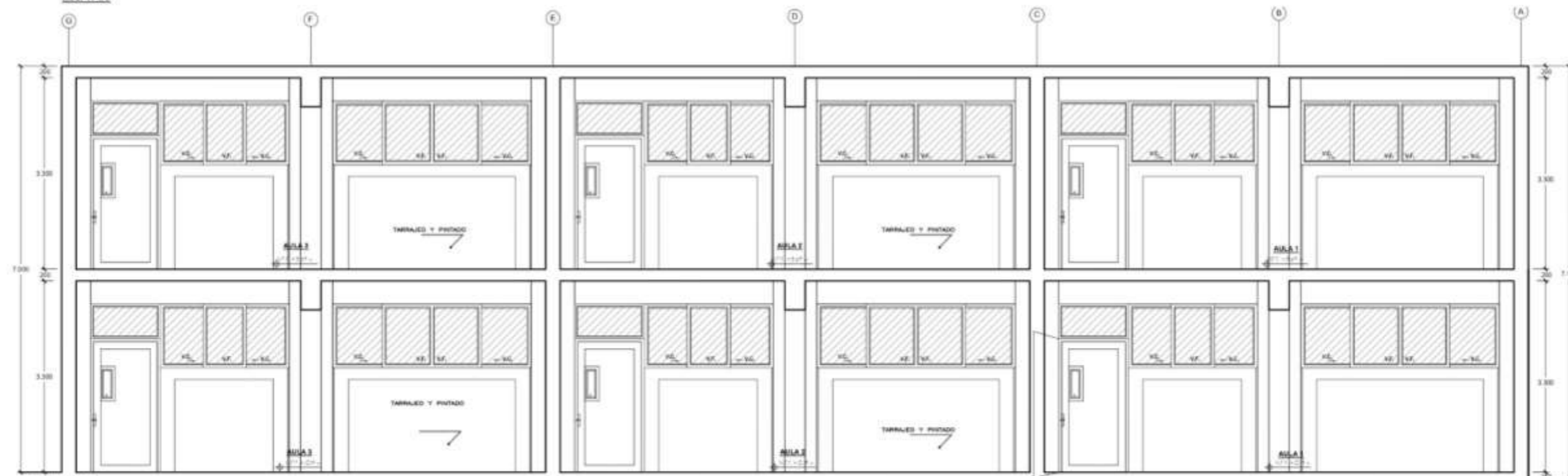


PLANTEAMIENTO ARQUITECTONICO
 (SISTEMA DE CONCRETO ARMADO - ALBAÑILERIA)
 -ELEVACIONES-

JYMR
 Josselyn Yvett Mitac Rivera
 Arquitecta
 Reg. CAP 24696



CORTE A-A
Esc. 1/50



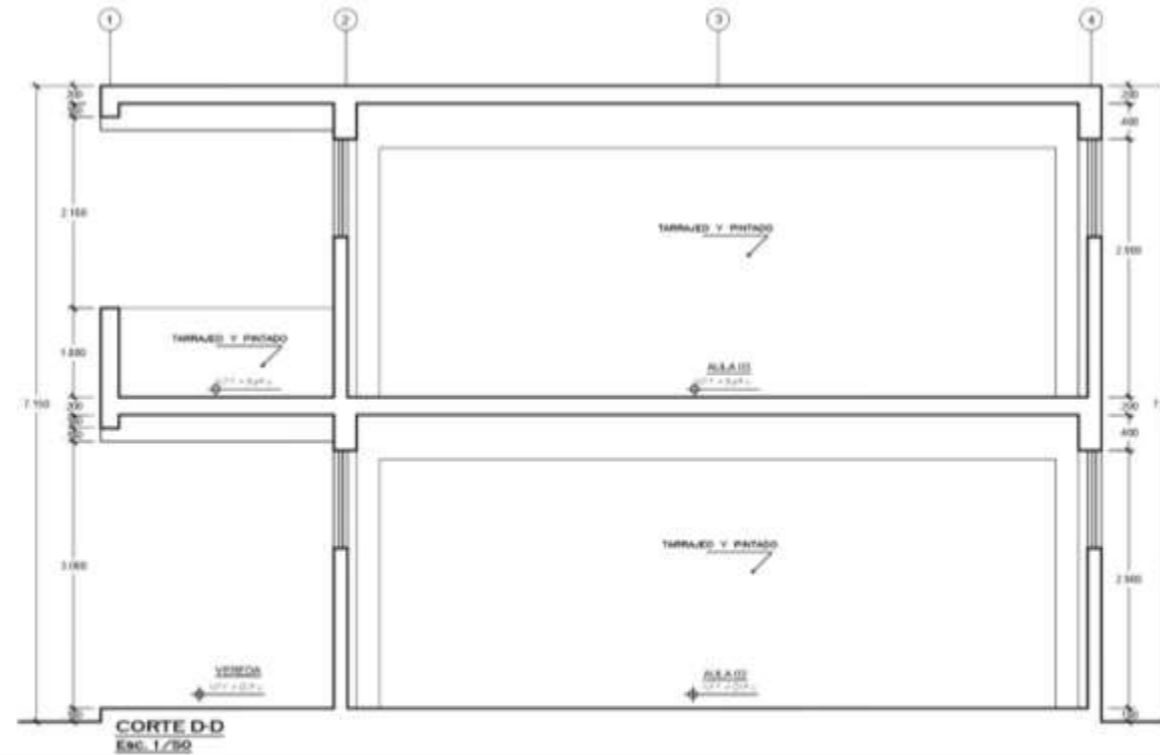
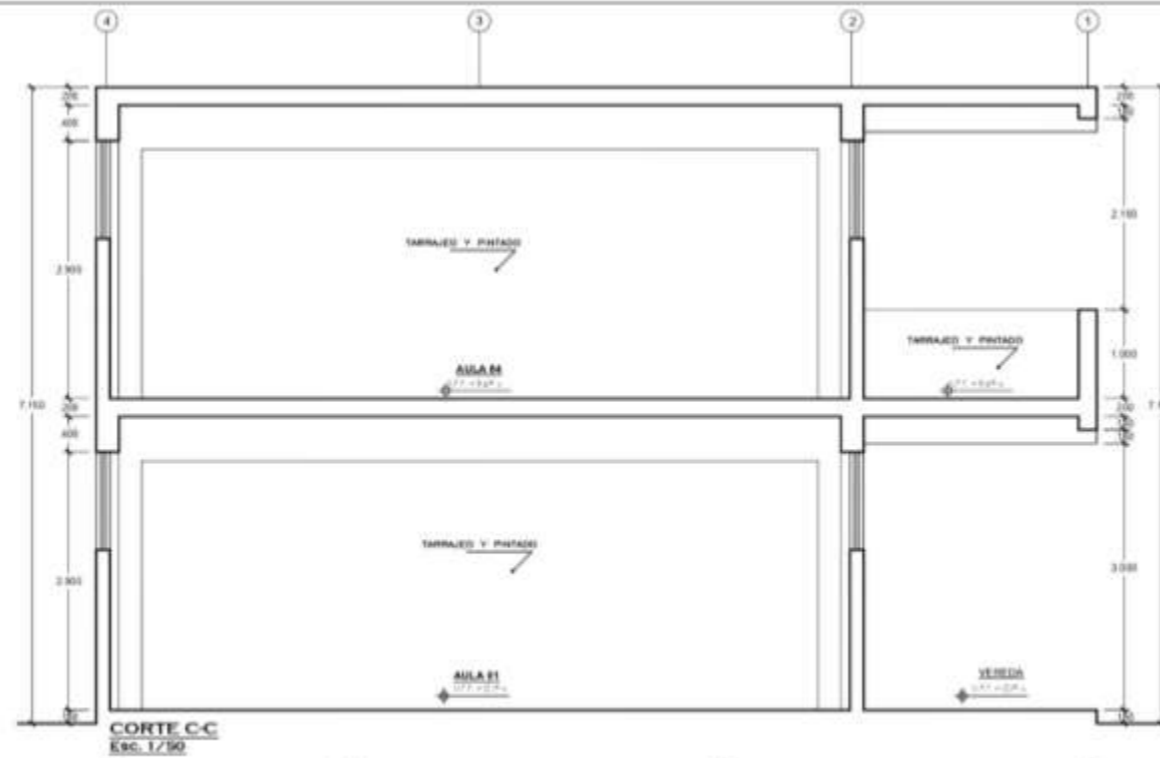
CORTE B-B
Esc. 1/50

PLANTEAMIENTO ARQUITECTONICO

(SISTEMA DE CONCRETO ARMADO - ALBAÑILERIA)

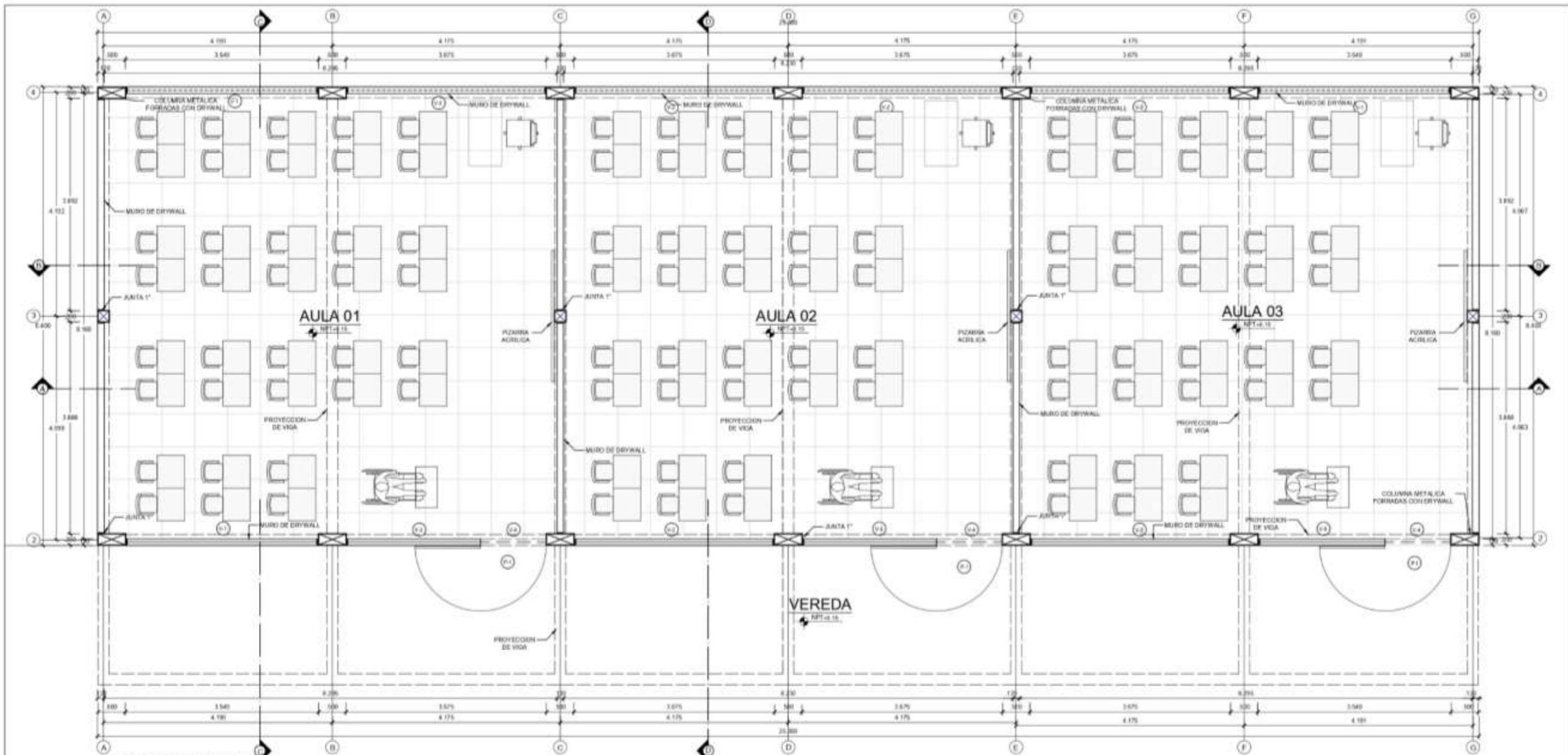
-CORTES-

J. Y. M.
 Josselyn Yvett Mitac Rivera
 Arquitecta
 Reg. CAP 24698



PLANTEAMIENTO ARQUITECTONICO
 (SISTEMA DE CONCRETO ARMADO - ALBAÑILERIA)
 -CORTES-

J. Rivera
 Josselyn Yvett Mitac Rivera
 Arquitecta
 Reg. CAP 24698



PLANTA GRAL. 1ER NIVEL
Esc. 1/50

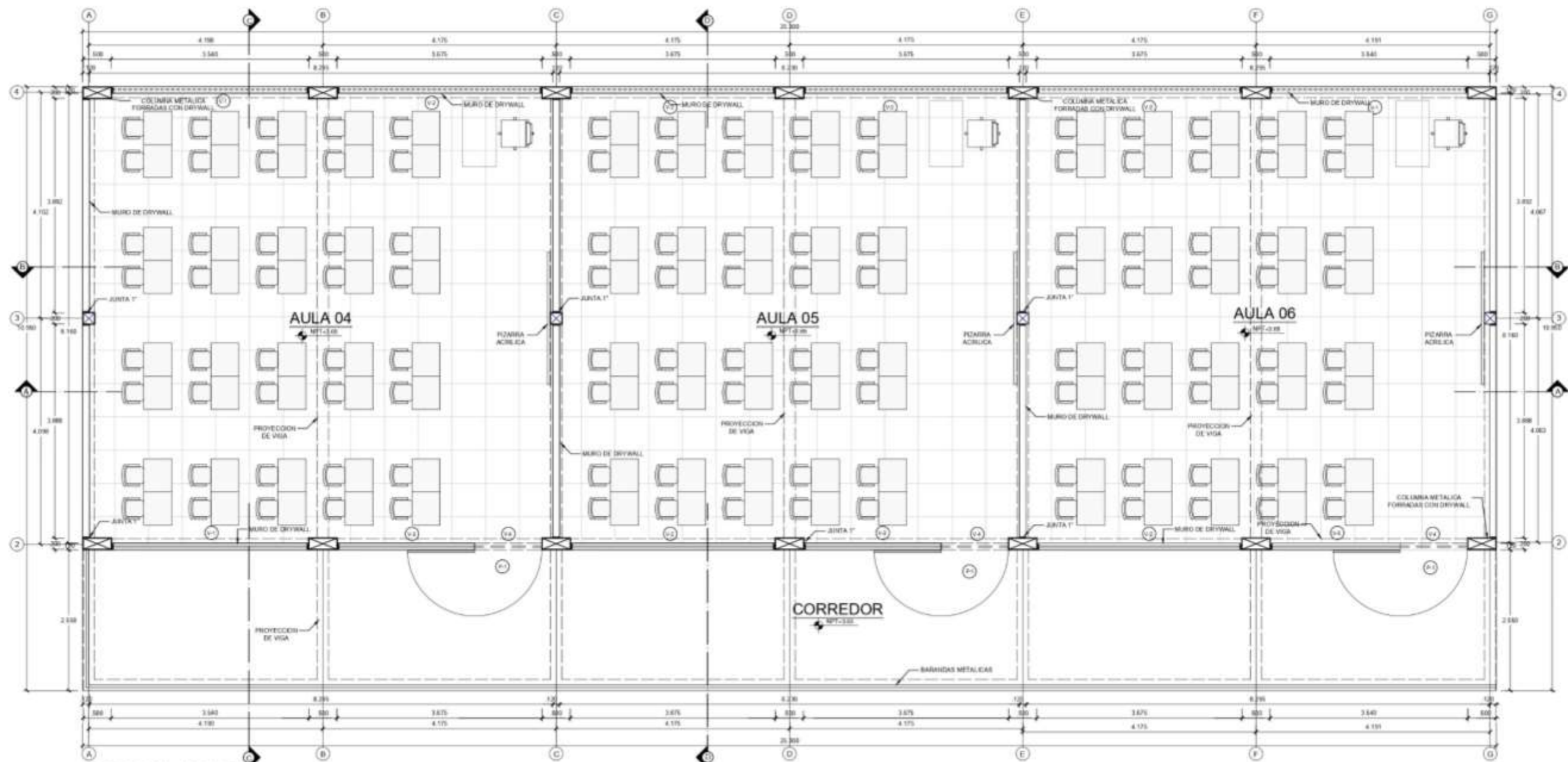
CUADRO DE VANOS - VENTANAS				
TIPO	ANCHO	ALTO	ALFEIZAR	MATERIAL
V-1	3.52	1.30	1.80	Carpintería de aluminio y vidrio templado incoloro de 6 mm
V-2	3.66	1.30	1.80	Carpintería de aluminio y vidrio templado incoloro de 6 mm
V-3	2.45	1.30	1.80	Carpintería de aluminio y vidrio templado incoloro de 6 mm
V-4	1.20	0.60	2.60	Carpintería de aluminio y vidrio templado incoloro de 6 mm
V-5	2.32	1.30	1.80	Carpintería de aluminio y vidrio templado incoloro de 6 mm

CUADRO DE VANOS - PUERTAS				
TIPO	ANCHO	ALTO	ALFEIZAR	MATERIAL
P-1	1.20	2.60	---	Madera cedro machihembrada

PLANTEAMIENTO ARQUITECTONICO

(SISTEMA DE ESTRUCTURA METALICA)
-DISTRIBUCION DEL PRIMER PISO-

J. Y. M. R.
Josselyn Yveti Mitac Rivera
Arquitecta
Reg. CAP 24696



PLANTA GRAL. 2DO NIVEL
Esc. 1/50

CUADRO DE VANOS - VENTANAS				
TIPO	ANCHO	ALTO	ALFEIZAR	MATERIAL
V-1	3.52	1.30	1.80	Carpintería de aluminio y vidrio templado incoloro de 6 mm
V-2	3.66	1.30	1.80	Carpintería de aluminio y vidrio templado incoloro de 6 mm
V-3	2.45	1.30	1.80	Carpintería de aluminio y vidrio templado incoloro de 6 mm
V-4	1.20	0.60	2.60	Carpintería de aluminio y vidrio templado incoloro de 6 mm
V-5	2.32	1.30	1.80	Carpintería de aluminio y vidrio templado incoloro de 6 mm

CUADRO DE VANOS - PUERTAS				
TIPO	ANCHO	ALTO	ALFEIZAR	MATERIAL
P-1	1.20	2.60	---	Madera cedro machihembrada

PLANTEAMIENTO ARQUITECTONICO

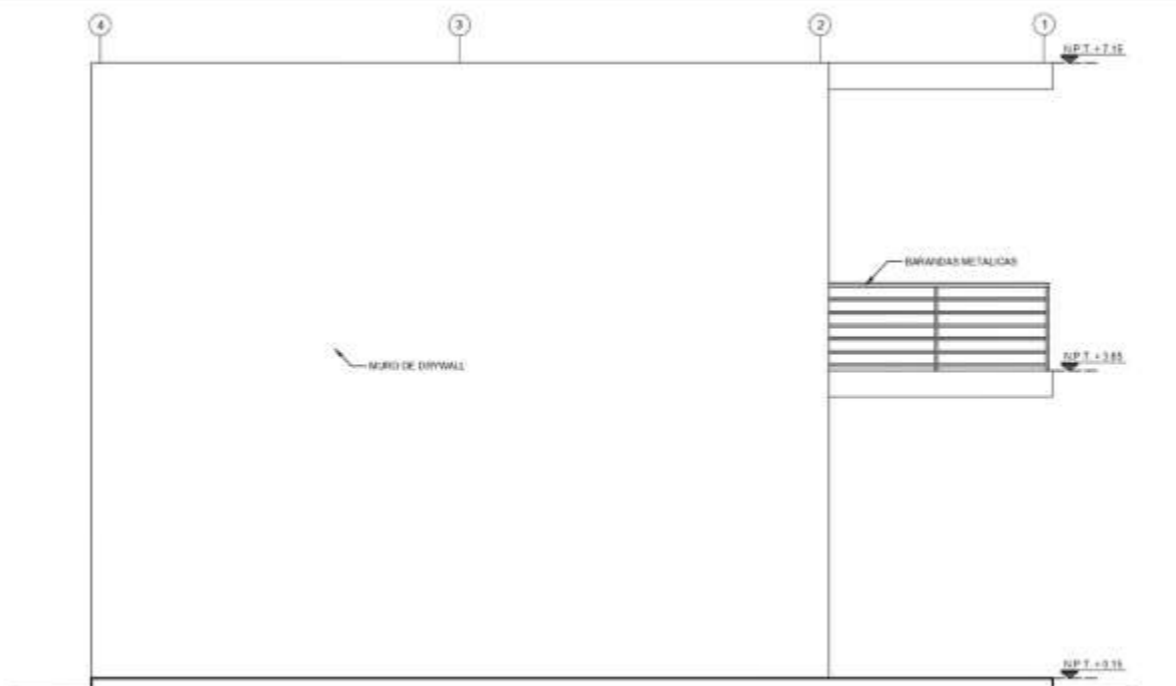
(SISTEMA DE ESTRUCTURA METALICA)
-DISTRIBUCION DEL PRIMER PISO-

J. Y. M. R.
Josselyn Yvett Mitac Rivera
Arquitecta
Reg. CAP 24698

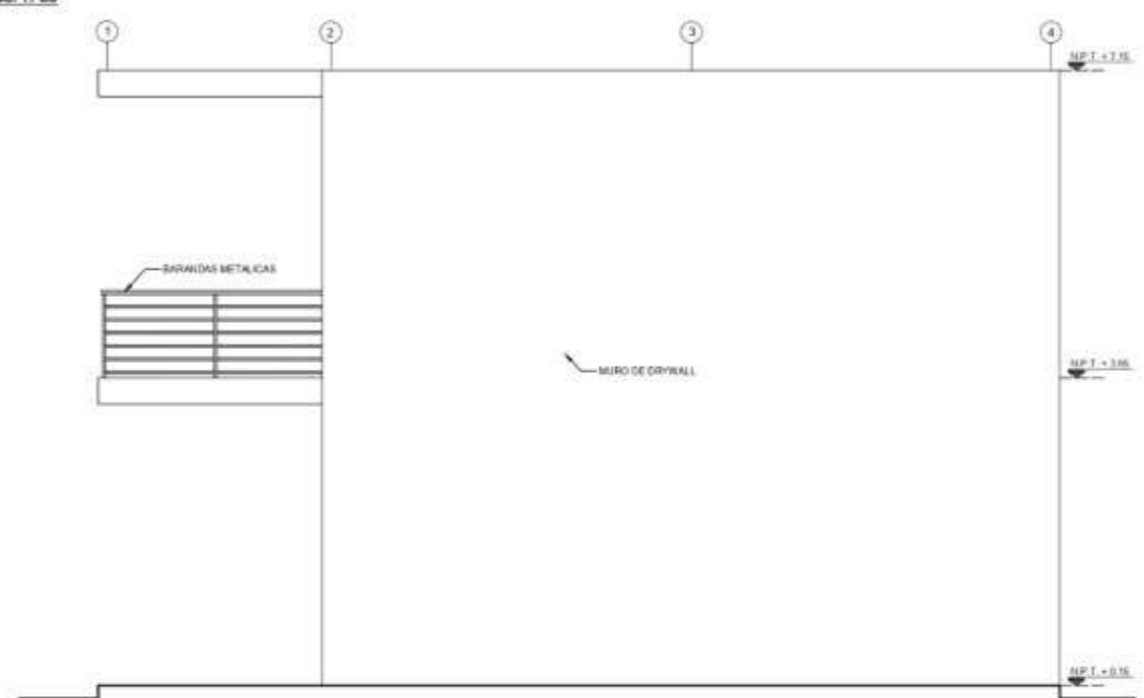


PLANTEAMIENTO ARQUITECTONICO
 (SISTEMA DE ESTRUCTURA METALICA)
 -ELEVACIONES-


 Josselyn Yvett Mitac Rivera
 Arquitecta
 Reg. CAP 24698



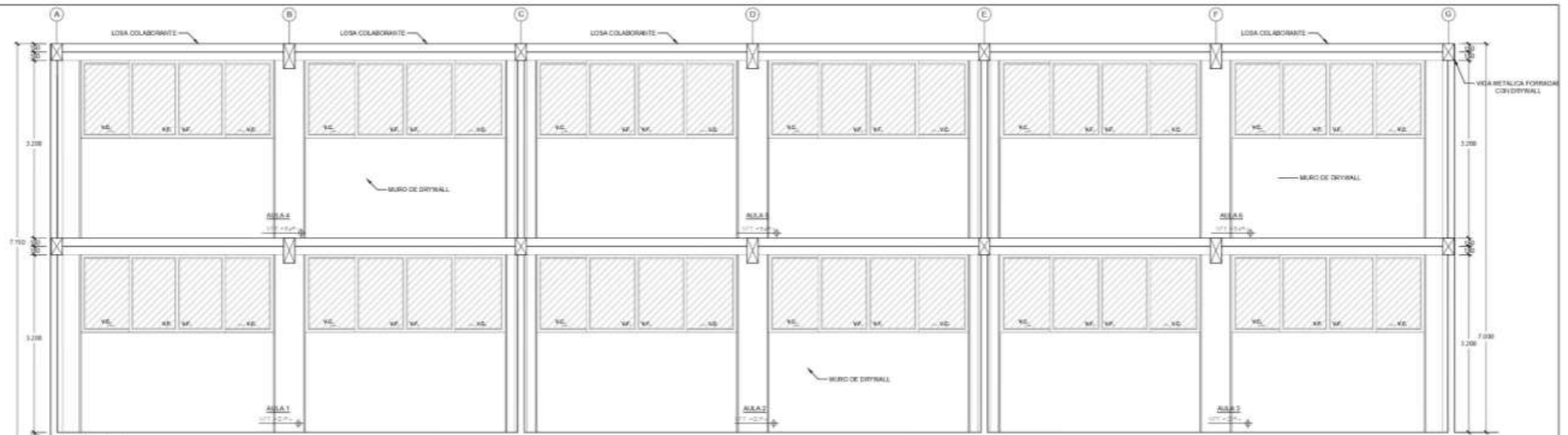
FACHADA LATERAL 1
Esc. 1/50



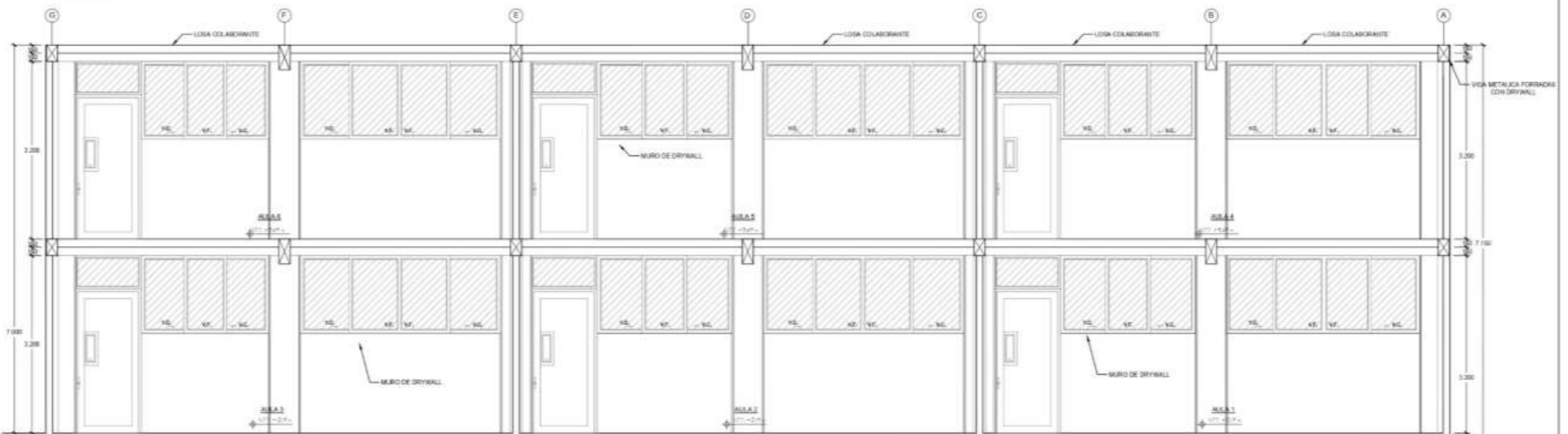
FACHADA LATERAL 2
Esc. 1/50

PLANTEAMIENTO ARQUITECTONICO
(SISTEMA DE ESTRUCTURA METALICA)
-ELEVACIONES-

JMR
Josselyn Yvett Mitac Rivera
Arquitecta
Reg. CAP 24698



CORTE A-A
Esc. 1/50



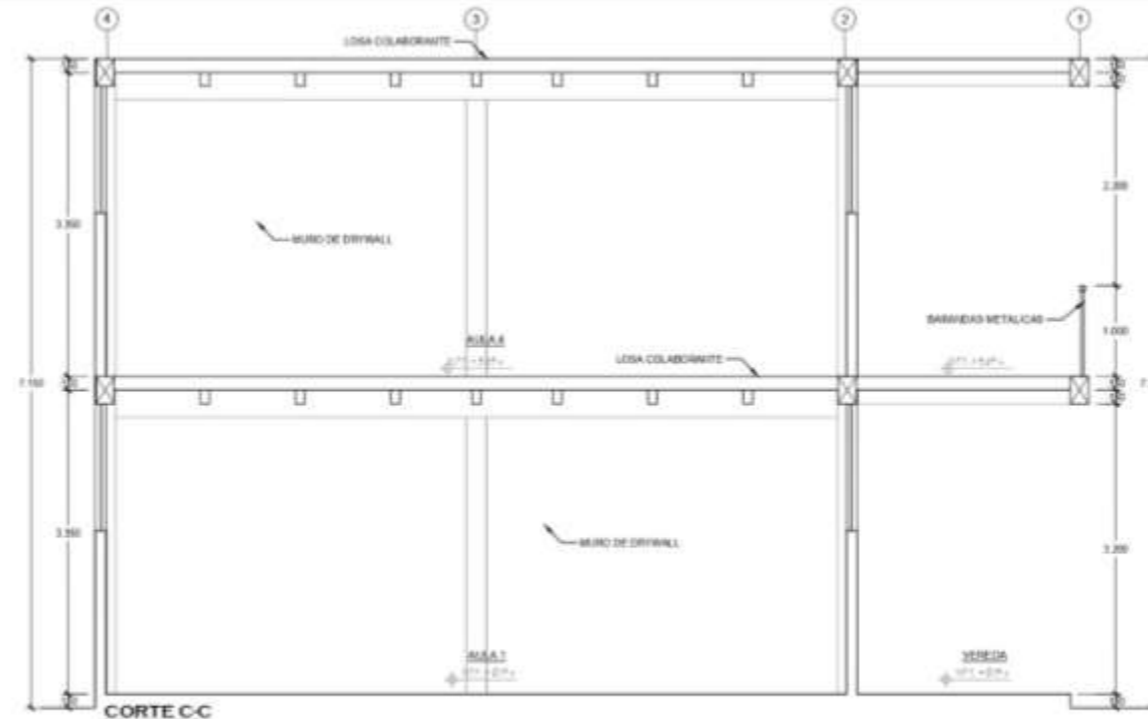
CORTE B-B
Esc. 1/50

PLANTEAMIENTO ARQUITECTONICO

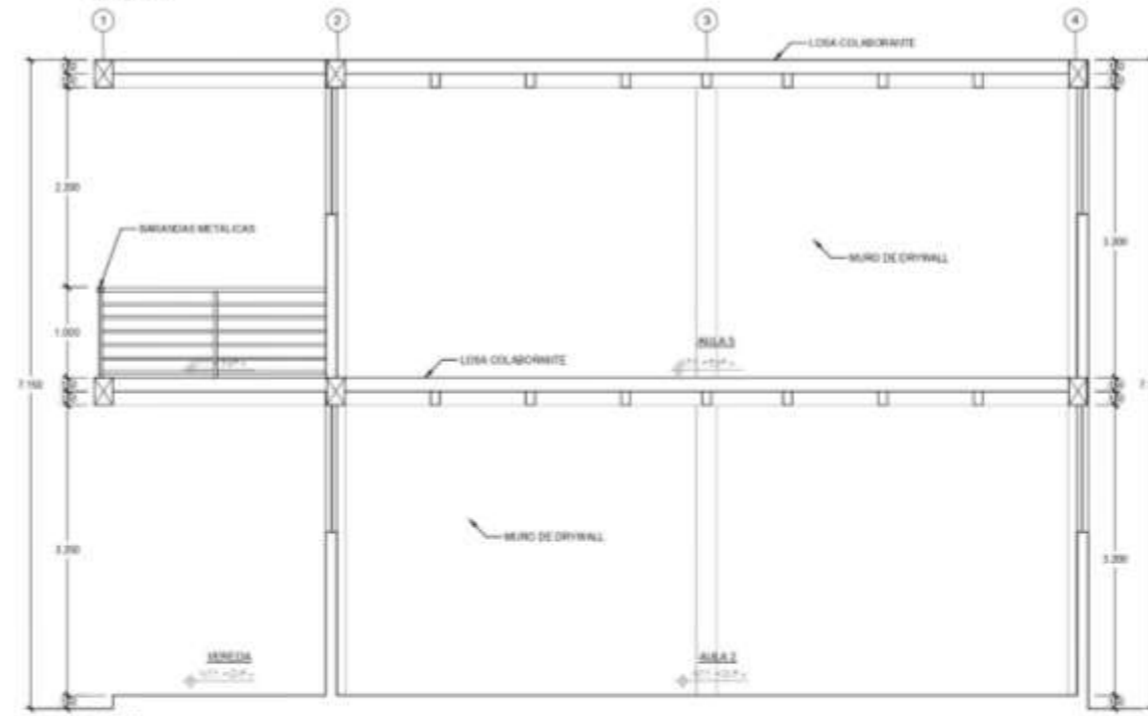
(SISTEMA DE ESTRUCTURA METALICA)

-CORTES-


 Josselyn Yvett Mitac Rivera
 Arquitecta
 Reg. CAP 24696



CORTE C-C
ENC. 1/50



CORTE D-D
ENC. 1/50

PLANTEAMIENTO ARQUITECTONICO
(SISTEMA DE ESTRUCTURA METALICA)
-CORTES-

JYR
Josselyn Yvett Mitac Rivera
Arquitecta
Reg. CAP 24696