

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL MÓDULO 01 DE LA I.E SECUNDARIA
“ANDRÉS AVELINO CÁCERES” DEL C.P MORÁN LIRIO, HUALGAYOC-
CAJAMARCA**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

BACH. JOEL ELKAR GIL ACUÑA

ASESOR:

ING. MARCOS MENDOZA LINARES

CAJAMARCA – PERÚ

2022

AGRADECIMIENTO

Al Ing. Marcos Mendoza Linares, asesor de la presente tesis, por su ayuda brindada constantemente y generosamente.

A todos mis familiares y amigos(as) por su constante ayuda brindado para culminar el estudio.

A las autoridades de la I. E “*Andrés Avelino Cáceres*” y a la UGEL Hualgayoc – Bambamarca por accederme permiso de realizar esta investigación en el módulo 01.

DEDICATORIA

A Dios, por brindarme día a día la sabiduría, fuerza, y paciencia para sobre salir frente a los obstáculos.

A mis padres Mariano y Brisalida que, con su cariño, enseñanzas, valores y confianza coadyuvaron a que logre una de mis metas que es mi formación profesional.

A mis abuelos, tíos, tías, primos, por su infinito apoyo durante cada momento.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO	1
DEDICATORIA	2
RESUMEN	13
ABSTRACT.....	14
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN	15
1.1 Planteamiento del problema.....	15
1.2 Formulación del problema	15
1.3 Hipótesis	15
1.4 Justificación de la investigación	15
1.5 Alcances o delimitaciones de la investigación.....	16
1.6 Limitaciones.....	16
1.7 Objetivos.....	17
1.7.1 Objetivo general.....	17
1.7.2 Objetivos específicos	17
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	18
2.1. Antecedentes Teóricos	18
2.1.1. Antecedentes Internacionales	18
2.1.2. Antecedentes Nacionales	19
2.1.3. Antecedentes Locales	20
2.2. Bases Teóricas	22
2.2.1. Definición de Estructura	22
2.2.2. Cargas Estructurales	22
2.2.3. Parámetros de Análisis Sismorresistente	22
2.2.4. Análisis Estructural.....	28
2.2.5. Diseño de elementos de concreto armado.....	32
2.2.6. Patología Estructurales en las Edificaciones	42
2.2.7. Causas de la Lesión	42
2.2.8. Clasificación de Patologías Según su Orden	44
2.2.9. Patologías en los elementos de concreto armado.....	46
2.2.10. Ensayo no destructivo con Esclerómetro.....	47
CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS	50
3.1. Ubicación Geográfica	50

3.2. Procedimiento	54
3.3. Análisis y presentación de datos	69
CAPITULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	99
4.1. Estudio Patológico	99
4.2. Modelamiento	99
4.2.1. Sistema Estructural	99
4.2.2. Distorsión de Derivas	99
4.2.3. Cortante Basal.....	100
4.2.4. Verificación de Elementos de Concreto Armado	100
4.2.5. Ensayo de Esclerometría.....	100
4.3. Contraste de la Hipótesis	100
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	101
Conclusiones.....	101
Recomendaciones	102
REFERENCIAS.....	103

Índice de tablas

Tabla 1.....	23
Factor de Zona "Z"	23
Tabla 2.....	24
<i>Clasificación de los Perfiles de Suelo</i>	<i>24</i>
Tabla 3.....	24
<i>Factor de suelo "S"</i>	<i>24</i>
Tabla 4.....	25
<i>Periodos "TP" Y "TL"</i>	<i>25</i>
Tabla 5.....	26
<i>Valores de "Ct"</i>	<i>26</i>
Tabla 6.....	27
<i>Sistemas Estructurales</i>	<i>27</i>
Tabla 7	32
<i>Límites para la Distorsión del entre Piso</i>	<i>32</i>
Tabla 8.....	43
<i>Causas Directas de lesiones</i>	<i>43</i>
Tabla 9.....	44
<i>Causas Indirectas de lesiones.....</i>	<i>44</i>
Tabla 10.....	47

<i>Clasificación de lesiones en componentes estructurales de concreto armado</i>	47
Tabla 11.....	56
<i>Resumen de lesiones registradas en el Módulo 01 de la I.E AAC- Moran Lirio</i>	56
Tabla 12.....	57
<i>Diagnóstico de lesiones de manera visual en el módulo 01 de la I.E A.A.C</i>	57
Tabla 13.....	66
<i>Espectro Seudo Aceleraciones X-X</i>	66
Tabla 14.....	68
<i>Espectro Seudo Aceleraciones Y-Y</i>	68
Tabla 15.....	74
<i>Verificación de sistema estructural</i>	74
Tabla 16.....	75
<i>Irregularidad Torsional en X</i>	75
Tabla 17.....	75
<i>Irregularidad Torsional en Y</i>	75
Tabla 18.....	76
<i>Irregularidad de Rigidez en X</i>	76
Tabla 19.....	76
<i>Irregularidad de Rigidez en Y</i>	76
Tabla 20.....	76

<i>Irregularidad de Resistencia</i>	76
Tabla 21.....	77
<i>Derivas en X</i>	77
Tabla 22.....	78
<i>Derivas en Y</i>	78
Tabla 23.....	78
<i>Derivas en X</i>	79
Tabla 24.....	79
<i>Derivas en Y</i>	79
Tabla 25.....	80
<i>Modos de vibración del módulo 01</i>	80
Tabla 26.....	81
<i>Periodos de vibración del módulo 01</i>	81
Tabla 27.....	82
<i>Parámetros sísmicos – NTP E.030 -2018 y 2003</i>	82
Tabla 28.....	82
<i>Cortante Estática en las direcciones X y Y</i>	82
Tabla 29.....	83
<i>Cortante Dinámico en las direcciones X y Y</i>	83
Tabla 30.....	83

<i>Verificación de cortante dinámica</i>	83
Tabla 31.....	84
<i>Cargas actuantes en la columna en X-X</i>	84
Tabla 32.....	84
<i>Cargas actuantes en la columna en Y-Y</i>	84
Tabla 33.....	85
<i>Combinaciones de diseño</i>	85
Tabla 34.....	86
<i>Cálculo de resistencia de diseño en las direcciones X y Y</i>	86
Tabla 35.....	87
<i>Cálculo de resistencia última respecto a combinaciones de diseño</i>	87
Tabla 36.....	87
<i>Verificación de diseño en X-X</i>	87
Tabla 37.....	87
<i>Verificación de diseño en Y-Y</i>	87
Tabla 38.....	88
<i>Cálculo de acero de columnas del Módulo 01</i>	88
Tabla 39.....	89
<i>Cálculo de área de acero para columnas del Módulo 01</i>	89
Tabla 40.....	90

<i>Cálculo de combinaciones de diseño</i>	90
Tabla 41.....	91
<i>Cálculo de momentos de diseño</i>	91
Tabla 42.....	92
<i>Combinaciones ultimas para cálculo de áreas</i>	92
Tabla 43.....	92
<i>Combinaciones con sismo para cálculo de áreas</i>	92
Tabla 44.....	93
<i>Combinaciones de cargas axiales</i>	93
Tabla 45.....	93
<i>Combinaciones de momentos</i>	93
Tabla 46.....	94
<i>Cálculo de cargas adicionales de Zapata</i>	94
Tabla 47.....	94
<i>Cálculo de presiones</i>	94
Tabla 48.....	97
<i>Cuadro De resumen de cálculo de acero de cimentaciones del módulo 01</i>	97
Tabla 49.....	98
<i>Resistencia promedio mediante Esclerómetro</i>	98

Índice de figuras

Figura 1.....	23
Zonas Sísmicas	23
Figura 2.....	32
<i>Sección de losa aligerada en una dirección</i>	32
Figura 4.....	48
<i>Partes de un esclerómetro</i>	48
Figura 5.....	50
<i>Ubicación del Departamento de Cajamarca</i>	50
Figura 6.....	51
<i>Provincia Hualgayoc</i>	51
Figura 7.....	52
<i>Distrito de Hualgayoc</i>	52
Figura 8.....	53
<i>Ubicación Geográfica del Centro Poblado de Moran Lirio</i>	53
Figura 9.....	58
<i>Consideraciones de concreto en programa ETABS para el diseño</i>	58
Figura 10.....	59
<i>Consideraciones de acero en programa ETABS para el diseño</i>	59

Figura 11	63
<i>Consideraciones para el peso sísmico</i>	<i>63</i>
Figura 12	64
<i>Definición de carga sísmica estática en X</i>	<i>64</i>
Figura 13	65
<i>Definición de carga sísmica estática en Y</i>	<i>65</i>
Figura 14	67
<i>Espectro Seudo Aceleraciones X-X programa ETABS</i>	<i>67</i>
Figura 15	69
<i>Espectro Seudo Aceleraciones Y-Y programa ETABS</i>	<i>69</i>
Figura 16	71
<i>Área a intervenir de la lesión física</i>	<i>71</i>
Figura 17	72
<i>Tratamiento de junta de dilatación entre escalera y Modulo 01</i>	<i>72</i>
Figura 18	73
<i>Área a intervenir de lesión química</i>	<i>73</i>
Figura 19	73
<i>Modelo estructural del Módulo 01 de la I.E Andrés Avelino Cáceres</i>	<i>73</i>
Figura 20	77
<i>Desplazamiento en el sismo estático en X</i>	<i>77</i>

Figura 21	78
<i>Desplazamiento en el sismo estático en Y.....</i>	<i>78</i>
Figura 22	79
<i>Desplazamiento en el sismo dinámico en X.....</i>	<i>79</i>
Figura 23	80
Desplazamiento en el sismo dinámico en Y	80
Figura 24	85
<i>Diagrama de iteración de la columna dirección X-X.....</i>	<i>85</i>
Figura 25	86
<i>Diagrama de iteración de la columna dirección Y-Y.....</i>	<i>86</i>

RESUMEN

En la investigación se ha evaluado el comportamiento estructural del módulo 01 de la I.E secundaria “Andrés Avelino Cáceres” - Moran Lirio, provincia de Hualgayoc; teniendo como base el expediente técnico, EMS, planos estructurales, adicionalmente la norma técnica E.030-2018, E.060- 2009, E.020 y E.070. El modelamiento se realizó en el programa ETABS v20.1.0, donde se obtuvieron resultados como modos y frecuencias, periodo fundamental de vibración, sistema estructural, derivas de entrepiso, cortante estático y dinámico en la base en ambas direcciones, de todo ello se determinó que el periodo fundamental es de 0.319 segundos, con pórticos en X correspondiendo un $R = 8$ y en Y albañilería confinada con un $R = 3$ de tal manera que, coincide como lo indica el expediente técnico, además las derivas de entrepiso en X es 0.004435 y en Y es de 0.0008567 son menores a las descritas en la norma técnica E.030 - 2018; en el diseño del área de acero de refuerzo tanto para vigas y columnas y cimentaciones cumple según lo especificado en el expediente técnico, también las lesiones presentadas en el análisis no afectan la resistencia estructural de la edificación, la resistencia de concreto con la prueba de esclerometría es más alta a lo especificado en los planos estructurales. En conclusión, cumple todo el análisis respecto al expediente técnico, pero según el artículo 17 de la norma técnica E.030-2018, el sistema estructural empleado no es adecuado para edificaciones esenciales, categoría A pertenecientes a la zona 2.

Palabras claves: Análisis estructural, Sistema Estructural, Derivas, Patologías.

ABSTRACT

In this research, the structural behavior of module 01 of the "Andrés Avelino Cáceres" secondary school - Moran Lirio, province of Hualgayoc was evaluated; based on the technical file, soil mechanics analysis, structural plans and additionally the technical standards E.030-2018, E.060-2009, E.020 and E.070. The modeling was performed in ETABS v20.1.0 software, where results were obtained as modes and frequencies, fundamental period of vibration, structural system, interstory drifts, static and dynamic shear at the base in both directions, from all this it was determined that the fundamental period is 0.319 seconds, with frames in X corresponding an $R = 8$ and in Y confined masonry with an $R = 3$ in such a way that, it coincides as indicated in the technical file, in addition the interstory drifts in X is 0.004435 and in Y is 0.0008567 are lower than those described in the technical standard E.030 -2018; in the design of the reinforcing steel area both for beams and columns and foundations complies as specified in the technical file, also the injuries presented in the analysis do not affect the structural resistance of the building, the concrete resistance with the sclerometry test is higher than specified in the structural plans. In conclusion, it complies with all the analysis regarding the technical file, but according to article 17 of technical standard E.030-2018, the structural system used is not suitable for essential buildings, category A belonging to zone 2.

Keywords: Structural analysis, Structural System, Drifts, Pathologies.

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 Planteamiento del problema

En el país, hay edificios construidos que, no se han desarrollado y diseñado adecuadamente, donde dichas edificaciones ocasionan que su comportamiento sea inoportunamente ante un sismo severo, que puede suceder en cualquier momento, es por ello que conlleva a realizar un análisis de los módulos para mejorar el comportamiento estructural.

La institución educativa Andrés Avelino Cáceres fue construida hace 7 años la cual se encuentra en centro poblado de Morán Lirio – Hualgayoc situada en Z-2 (zona sísmica) de acuerdo a la NTP E.030-2018, siendo una edificación esencial cuya función es de valer de amparo posteriormente a un desastre. De acuerdo a MINEDU, en los últimos años, la cuantía de educandos se ha incrementado ampliamente, por lo que, en la I.E antes mencionada la población estudiantil asciende a 256 alumnos, según el último censo 2021. Durante los últimos tiempos ha ocurrido una diversidad de sismos de grandes magnitudes en la región Cajamarca por tal motivo para avalar la seguridad y tranquilidad de decenas de alumnos que, asisten a esta institución, es primordial evaluar el comportamiento estructural del módulo 01 de la institución y verificar si cumple con la normatividad.

1.2 Formulación del problema

¿Cuál es el comportamiento estructural del Módulo 01 de la I.E “Andrés Avelino Cáceres” del C. P Morán Lirio, Provincia de Hualgayoc - Cajamarca, 2022?

1.3 Hipótesis

El comportamiento estructural del Módulo 01 de la I.E “Andrés Avelino Cáceres” es adecuada, cumpliendo con la norma técnica E.030-2018 (Sismorresistente) y E.060-2009.

1.4 Justificación de la investigación

Surge la prioridad de comprobar el comportamiento estructural de la institución Andrés Avelino Cáceres en el año 2022; basándose en las normas técnicas (E.030-2018, E.060-

2009), el cual presenta fisuras y grietas en sus instalaciones debido a los diferentes sismos presentados últimamente a nivel nacional.

Siendo un edificio de tipo esencial según la norma técnica E.030-2018, además de tener pocos años de ser construida, no debe presentar múltiples lesiones, esto puede ser un indicador que, ante cualquier evento sísmico de mayor intensidad, los daños de la estructura pueden ser mayores, por el cual puede causar la pérdida de muchas vidas humanas.

La información recolectada al realizar esta investigación permitirá que alumnos, docentes y autoridades de la I.E. aumenten su resiliencia frente a un evento sísmico, además servirá de base para posteriores estudios que se hagan de investigación.

1.5 Alcances o delimitaciones de la investigación

Se realiza en el módulo 01 de la Institución Andrés Avelino Cáceres de Morán Lirio ubicada en Hualgayoc pertenecientes a la región Cajamarca.

El periodo de investigación comprendió en el estudio realizado en el año 2022, realizando una evaluación del comportamiento estructural, utilizando la norma técnica E.030-2018 y E.060.

1.6 Limitaciones

No existen estudios realizado de evaluación estructural del módulo 01 del centro educativo en mención.

Para el ensayo de esclerometría en su inicio no hubo el permiso por parte de dirección y comité de apafa el cual impidió el avance de la investigación, posteriormente realizando la documentación adecuada a la UGEL Hualgayoc-Bambamarca se contó con el respectivo permiso.

Se tiene la información sobre las descripciones técnicas del Módulo 01, que, se tomaron del expediente técnico de la institución.

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivo general

Determinar el Comportamiento Estructural del Módulo 01 de la Institución Educativa Secundaria “Andrés Avelino Cáceres” del C.P Morán Lirio, provincia de Hualgayoc – Cajamarca.

1.7.2 Objetivos específicos

- Evaluar el comportamiento sísmico estático y dinámico del módulo 01 de la institución Andrés Avelino Cáceres según la norma técnica E.030-2018.
- Verificar el sistema estructural según la norma técnica E.030-2018 de la I.E Andrés Avelino Cáceres,2022.
- Determinar las derivas de entrepiso de acuerdo a la norma técnica E.030-2018 de la institución Andrés Avelino Cáceres,2022.
- Realizar la verificación del área de acero de elementos estructurales y cimentaciones del módulo 01 de la institución Andrés Avelino Cáceres.
- Determinar la resistencia de concreto de elementos estructurales por ensayo de esclerometría.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes Teóricos

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Alzáte Buitrago (2015), en la investigación *“Evaluación de la vulnerabilidad estructural para el sector educativo en el municipio de Dosquebradas”*; tiene por fin comprobar la vulnerabilidad sísmica de 12 I.E. públicas y sus módulos en el municipio de Dosquebradas. Utilizó el enfoque de tipo cualitativo-cuantitativo y el procedimiento se basó en los criterios NSR-10; concluyó que, el 50% de los edificios no cumplían los criterios NSR-10. Asimismo, el 50% de los edificios no se encontraban en un programa funcional para atender con eficacia y seguridad a los vecinos del área donde se encuentran los centros educativos. Por lo tanto, como resultado de estas condiciones, se encontró que, el estado de estos edificios (físico y funcional) indica un riesgo moderado de posibles catástrofes debido a su estado estructural y funcional.

Melo Martínez y Torres Sánchez (2015), en su investigación *“Análisis preliminar de la vulnerabilidad sísmica del bloque uno de la Universidad de Nariño sede Torobajo, San Juan de Pasto — Colombia”* tuvo como fin realizar la valoración de la vulnerabilidad sísmica y plantear un tipo de reforzamiento, de este modo se concluyó que, actualmente la edificación no mantiene un estado adecuado, no cumple los sobre esfuerzos e índices de flexibilidad que, señala la norma NSR-10 mostrando deterioro por parte de agentes patógenos.

Picón Vargas y Vargas Martínez (2011) estudiaron la *“Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de la sede principal del Colegio de Santander en Bucaramanga – Colombia”* tuvieron como fin analizar la I.E.S. Santander, para realizar la evaluación realizaron inspecciones visuales de la estructura conjuntamente con el software SAP2000; concluyeron que, en la edificación hay pórticos unidireccionales, a pesar de que, no está autorizado por la norma NSR-10 por la poca capacidad resistente ante acciones horizontales ante ello, plantean que, se debe diseñar el reforzamiento de la edificación para que, cumpla los requerimientos sismorresistentes llegando a cumplir con la NSR-10.

Véliz Indacochea (2018), en su tesis “*Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de Edificios de Hormigón Armado: Aplicación al Área Urbana del Centro Histórico de la Ciudad de Portoviejo*”; esta investigación pretende realizar la aplicación del análisis sísmico según modelos simplificados para edificaciones de concreto armado; donde se obtuvieron valores de índices de vulnerabilidad medios – bajos que generan daños estructurales moderados y severos en una gran parte de los edificios evaluados, ante eventos telúricos de intensidad mayor o igual a I (EMS)=VII, además si se presentara un sismo de intensidad en la dirección X presentaría un 28% riesgo de colapso, también el 90% de edificaciones evaluadas presentan piso blando logrando identificar una vulnerabilidad tipo A mediante aplicación de un refuerzo con Steel Bracing.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Gonzales Paliza (2018), en su estudio “*Evaluación estructural del hall de san jerónimo de la iglesia de la natividad de belén*”; realiza la evaluación con el análisis Pushover. La falta de contención en los cimientos de las columnas 1 y 2 se consideró una condición peligrosa que, afecta la rigidez estructural. El análisis estático de las cargas de funcionamiento mostró que, las tensiones en los muros y los pilares estaban muy por debajo de la resistencia de diseño. Determinaron que, debe prestarse interés al capitel C4, ya que, la máxima deformación en el modelamiento, coincide en esta región, con las hendeduras detectadas en el registro de daños. Por último, analizaron dos posibilidades de colapso, donde, se comprobó que, las estructuras se dañaban rápidamente cuando el asentamiento diferencial superaba los 3.5 mm.

Calle (2017), en su investigación “*Vulnerabilidad estructural de la I.E N° 10024 Nuestra Señora de Fátima*”; evaluó la vulnerabilidad estructural de los edificios I.E. No. 10024 construidos en 1950 y 2001; investigación preliminar basada en FEMA Rapid Visual Screening e investigación final basada en NTE Modal Spectral Dynamic Analysis E.030. Efectuó estudios básicos de resistencia diamantina y EMS, con lo que, determinó que, los edificios sísmicamente vulnerables son módulos construidos en 1950, en los que, el bajo rigor de los componentes frente a las fuerzas tangentes provoca una deformación excesiva, por lo que, se propone un refuerzo estructural, incorporando muros cortantes a la estructura para hacerla lo suficientemente rígida como para cumplir las normas de diseño sísmico actuales.

Orderique Pacharres (2019), en su tesis ***“Evaluación estructural aplicando el método de índices de vulnerabilidad en la I.E. Santa Lucía, Provincia Ferreñafe – Región Lambayeque”***; tiene por fin analizar el edificio de la Institución Educativa *“Santa Lucía”*; utilizó el software de modelamiento ETABS v2016 y la norma técnica E 030-2017; se concluye que, la calidad de concreto es aceptable en el pabellón 1, e inaceptable en los módulos 2,3,4,5, además los módulos del 1 al 5 tienen grado de vulnerabilidad intermedio, pero los módulos 6 y 7 alta, por lo que, también se determinó que la institución cuenta con distorsión estática y dinámica.

Ruiz Guanilo (2020), en su estudio ***“Análisis de vulnerabilidad sísmica para propuestas de reforzamiento estructural de la I.E Pedro Abel Labarthe Durand-Chiclayo”***; el autor pretende analizar la institución; tiene un estudio de tipo aplicativa- explicativa; el modelamiento se realizó a través del programa ETABS, los resultados que se obtuvieron es que los tres módulos del primer piso son vulnerables ante un evento sísmico, en el segundo piso se determinó que, el módulo A y B presentan un estado sísmico inseguro en la dirección X y seguro en el eje Y, a diferencia del módulo C que presenta inseguridad en ambas direcciones, además en el tercer piso se logró evaluar que las distorsiones en los módulos A y B dirección X no cumplen de acuerdo con la NTP E 030 y si cumplen en la dirección Y.

Campos Irigoín (2019), en su investigación ***“Riesgo sísmico del edificio del comedor universitario de la Universidad Nacional de Cajamarca”*** analizó el riesgo sísmico del comedor UNC, en base al peligro e índice de vulnerabilidad (IV) ; los métodos aplicados son el índice de vulnerabilidad sísmica y programa R-CRISIS V18.4.2; los resultados que, obtuvo fueron un IV de 67.6 (vulnerabilidad alta); así mismo, para una aceleración del suelo límite prevista de 0.27 g, con posibilidad de apartamiento de 10% en 5 décadas, concluyó que, el riesgo es alto en la edificación.

2.1.3. Antecedentes Locales

Guerrero Zavaleta (2021), en su investigación ***“Evaluación estructural del bloque “b1” de la I.E. Jaén de Bracamoros, de la ciudad de Jaén, 2019”***, el investigando pretende determinar la capacidad del módulo B1 de la “Universidad de Jaén de Bracamoros” frente a

eventos telúricos; su estudio pertenece a la categoría de diseño no experimental-transversal, descriptivo, correlacional y explicativo, el método utilizado fue la deducción hipotética y la modelización estructural se realizó mediante Etabs software, además, los resultados obtenidos en su estudio son: que, muros estructurales en Y, no una estructura doble, como se muestra en la documentación técnica, y que, el desplazamiento sigue siendo inferior al 50% del límite permisible. Por tanto, el bloque “B10” cumple con las directrices de la norma técnica E.030-2018, pero no con la E.060-2009, y finalmente, el comportamiento estructural en "B1" se considera inadecuado.

Ramos (2018), en su estudio *“Evaluación estructural del Bloque A1 de la I.E emblemática Jaén de Bracamoros, provincia de Jaén — Cajamarca”*; esta investigación tiene como propósito de comprobar la forma estructural del centro educativo de Jaén Bracamoros, con la normatividad peruana actual; el autor realiza una investigación de tipo descriptiva, en su investigación concluyó que, efectúan la norma E.030, la firmeza de los componentes cumple con la norma E.060; la firmeza de los muros resisten axialmente dada en la norma técnica E.070; y el acero estructural está sobre dimensionado con relación a la información que conto con planos del expediente técnico.

Marín Marín (2014), en su tesis *“Determinación de la vulnerabilidad sísmica de los pabellones 1 y 2 de la I.E estatal Ramón Castilla y Marquesado del distrito de Jaén — Cajamarca”*, tuvo por fin comprobar sísmicamente dos módulos de la I.E., con el propósito de diseñar alternativas que, aumenten su capacidad estructural mermando daños posteriores a un evento sísmico severo, entonces para ello, utilizó el modelo de Benedetti y Petrini; finalmente obtiene resultados que señalan al módulo 1 y 2 con alta y media vulnerabilidad, es por ello que, si se presentará un evento telúrico severo ambos fallarían por columna corta, y ello conllevará a que, sus tabiques colapsen, teniendo como efecto un posible colapso del pabellón 1 y 2 , consecuencia que, podría pasar en todos los módulo de la I.E. con similitud estructural.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Definición de Estructura

Uno o varios componentes tenaces de una edificación conectadas entre sí para soportar cargas externas, resistirlas internamente y transferirlas, para finalmente trasladar las cargas, al suelo. (R. C. Hibbeler, 2012)

2.2.2. Cargas Estructurales

A. Carga Muerta

Carga vertical debido a cargas gravitacionales de masa, entre ellas materiales, pavimentos, techos, gradas, equipos fijos que, son soportadas por la estructura conteniendo su propio peso (Argüello Rueda y Castellanos Salazar, 2015).

B. Carga Viva

Peso de todos los habitantes, dispositivos, materiales, u otros bienes muebles resistidos por el edificio. (Quispe Ledesma, 2015)

C. Cargas Sísmicas

Las cargas inerciales debidas al movimiento sísmico, que pueden calcularse según los rasgos mecánicos del suelo, la estructura (amortiguación de la masa y rigidez) y la aceleración prevista (Argüello Rueda y Castellanos Salazar, 2015).

2.2.3. Parámetros sísmicos de acuerdo a la Norma Técnica E.030-2018

a. Zonificación

Fragmentado en cuatro (4) zonas sísmicas, a las que, se les da un valor propio de factor Z (zonificación), la siendo la máxima celeridad horizontal que, puede darse en el suelo, de consistencia rígida por causas sísmicos las cuales se encuentran relacionadas

por un 10% de probabilidad de ser superada dentro de los últimos 50 años, estos valores son representados en la siguiente tabla. (Silva García y Del Águila Rojas, 2019).

Tabla 1

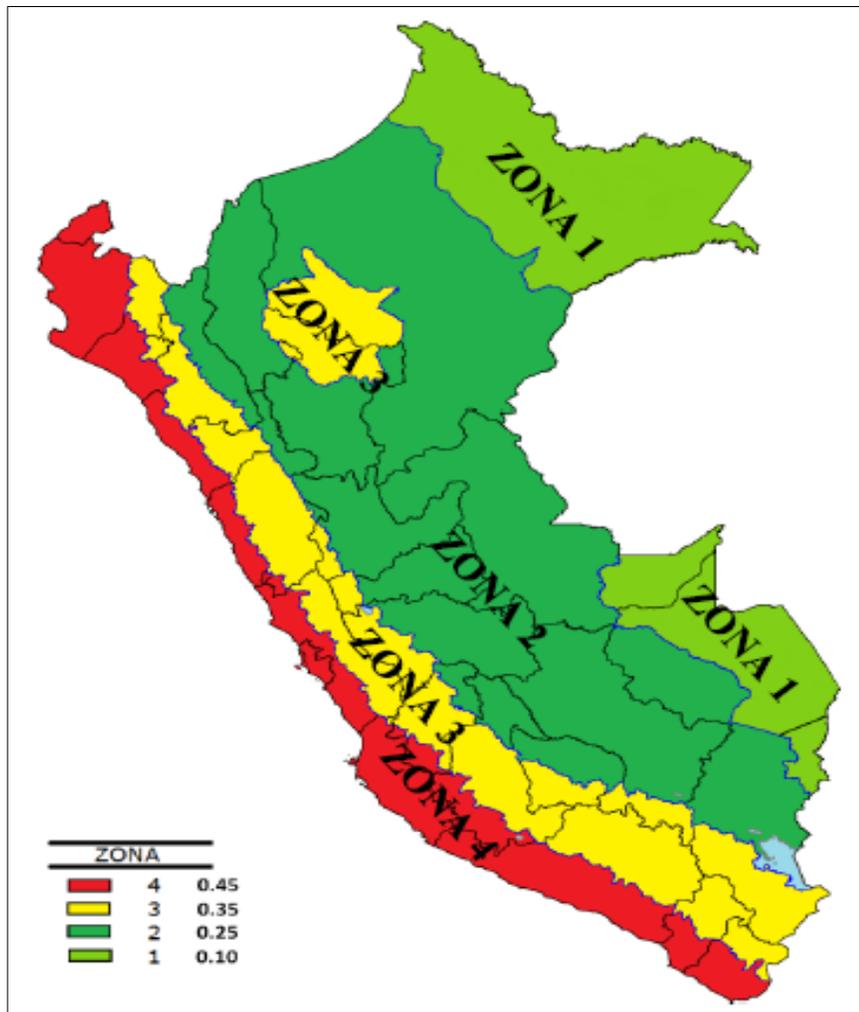
Factor “Z”

Zona	1	2	3	4
Z	0.10	0.25	0.35	0.45

Nota: Norma Técnica E.030 -2018.

Figura 1.

Zonas Sísmicas



Nota: NT E.030 -2018.

b. Perfil de suelo

Está enfocado en las condiciones que, presenta el suelo y los espesores de estratos, además estos son elaborados en función a la velocidad promedio en relación a la expansión de ondas de corte. (Silva García y Del Águila Rojas, 2019).

En la “NT E.030-2018” se categoriza en:

Tabla 2.

Perfiles de Suelo

Perfil	Suelos	V_s (m/s)	N_{60}	S_u (kPa)
S ₀	Roca dura	> 1500	-	-
S ₁	Muy rígidos	500 - 1500	> 50	> 100
S ₂	Intermedios	180 - 500	15 - 50	50 - 100
S ₃	Blandos	< 180	< 15	25 - 50
S ₄	Excepcionales	Según EMS		

Nota: Norma Técnica E.030-2018

c. Parámetros de Sitio (S, TP y TL)

Para la determinación de los parámetros se debe de considerar los tipos de perfiles que contribuyan a las descripciones de las condiciones locales, empleando factores S, y periodos TP y TL. (Canchaya Inga y Vargas Flores, 2017)

Tabla 3.

Factor de suelo “S”

ZONA	SUELO	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
Z ₄		0.8	1	1.05	1.1
Z ₃		0.8	1	1.05	1.2
Z ₂		0.8	1	1.05	1.4

Z_1	0.8	1	1.05	2
-------	-----	---	------	---

Nota: Norma Técnica E.030-2018.

Tabla 4.

Periodos “TP” Y “TL”

	S_0	S_1	S_2	S_3
T_P (S)	0.3	0.4	0.6	1
T_L (S)	3	2.5	2	1.6

Nota: Norma Técnica E.030 - 2018.

d. Factor de Amplificación Sísmica (C)

Lezama Romero (2017), argumenta que, se da porque, “la estructura amplifica la aceleración estructural que, absorbe la cimentación en relación al periodo fundamental de vibración según el espectro sísmico”.

Según la NT E.030-2018 es definido por el componente C, que está en función del periodo, el cual se calcula mediante:

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

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

$$T > T_L \quad C = 2.5 \times \left(\frac{T_P - T_L}{T^2}\right) \quad (3)$$

T : Periodo según la “NT E.030-2018”.

e. Periodo Fundamental de Vibración

Este parámetro es muy importante para diseñar una edificación; en el caso de edificaciones existentes este valor ayuda a comprobar el estado actual de seguridad estructural. (Peralta Gálvez et. al, 2014)

En la NT E.030, para cada dirección se calcula según la formula:

$$T = \frac{h_n}{C_t} \quad (4)$$

Así mismo, C_t tiene los valores:

Tabla 5.

" C_t "

$C_t=35$	Pórticos de concreto armado sin muros de corte.
	Pórticos dúctiles de acero sin arrostramiento.
$C_t=45$	Pórticos de concreto armado con muros en ascensores y escalera.
	Pórticos de acero arriostrado.
$C_t=60$	Para albañilería y concreto armado dual

Nota: NT E.030-2018.

f. Categoría y factor de uso (U) de la edificación

Las estructuras se clasifican en base a la categoría especificada en el art.15, Tabla N° 5 de la NT E.030-2018. y también de acuerdo al uso o importancia que tenga.

En la NT E.030, se menciona:

NOTA 1. Edificios con aisladores sísmicos se puede considerar $U=1$

NOTA 2. Los edificios nuevos categorizados como A1 tienen aisladores sísmicos en las zonas 4 y 3. En las zonas 1 y 2, el ente decide si utiliza o no aisladores sísmicos; si no se usa $U=1.5$.

g. Sistema estructural y Coeficiente Básico de Reducción de las Fuerzas Sísmicas (Ro)

Se catalogan en base al sistema estructural por dirección, estos están relacionados de acuerdo a la NT E 0.30-2018 en la tabla 06.

Tabla 6.

Sistemas Estructurales

Sistema Estructural	R₀
Concreto Armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De Muros Estructurales	6
Muros de Albañilería Limitada	4
Albañilería Armada o Confinada	3
Madera	7(**)

Nota: NT E.030-2018

Estos coeficientes, sólo se usan en las estructuras con elementos verticales y horizontales que, disipan la energía y mantienen la estabilidad estructural.

h. Regularidad Estructural

Las edificaciones pueden ser regulares e irregulares, estipulado en el art. 19 de la “NT E.030-2018” para poder realizar la determinación de los coeficientes de reducción sísmica. (Fustamante Ibazeta, 2018).

i. Estructuras Regulares

No presentan discontinuidades de forma significativa estas de representación vertical u horizontal referidas a las configuraciones de resistencia frente a cargas de manera lateral, siendo I_a e I_p 1 (Valdivia Chilón, 2019).

j. Estructuras Irregulares

Exhiben una o varias irregularidades, tanto para I_a e I_p , se establece el menor valor existente, especificadas en las tablas N° 8 y N° 9 de la NT E.030-2018 (Valdivia Chilón, 2019).

k. Coeficiente de Reducción de las fuerzas sísmicas (R)

La NT E.030-2018 en su art. 22, describe que, R es la multiplicación del factor básico R_0 e I_a , I_p obtenidos de acuerdo al artículo 20 de la NT E.030-2018; el cual se deduce con la siguiente fórmula:

$$R = R_0 * I_a * I_p \quad (5)$$

2.2.4. Análisis Estructural

a. Estimación de Peso

Según la NT E.030-2018, muestra referencias con respecto al peso las cuales indica que el cálculo del mismo se le debe de incorporar el peso permanente y la carga total del edificio, además de una proporción de la sobrecarga la cual es calculada de acuerdo a:

- Se deben de realizar la aplicación es de 50% de carga viva, para la determinación del edificio dentro de la categoría A y B.
- Se debe de tomar el 25% de la sobrecarga, para las categorías de los edificios comunes denominadas como categoría C.
- Se considera el 80% con respecto al peso total proyectado en el almacén para las zonas en las que se realizan los depósitos.
- Se adiciona el 25% con respecto a la sobrecarga enfocado en los techos y las azoteas.
- Se debe de tener como consideración 100%, enfocadas en las estructuras que se asemejan a los silos.

b. Análisis de Fuerzas Estáticas Equivalente

El método de carga sísmica estática equivalente modela las cargas sísmicas como fuerzas estáticas aplicadas externamente a lo largo de la altura y la anchura del edificio. (Salas Navarro y Hernández Hernández, 2021)

b.1 Fuerza Cortante en la Base

En la NT E.030-2018, la cortante total de las edificaciones, correspondientes a cada orientación se calcula con:

$$V = \frac{Z \times U \times C \times S}{R} \times P \quad (6)$$

Donde:

V : Fuerza cortante

Z : Factor de zona

U : Factor de uso

C : Factor de amplificación sísmica

S : Factor de amplificación suelo

R : Coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas

P : Peso procedente de la estructura

Además,

$$\frac{C}{R} \geq 0.11 \quad (7)$$

b.2 Distribución de Fuerzas Sísmicas

Según la NT E.030-2018 está referida a las fuerzas sísmicas encontradas de manera horizontal dentro de los niveles i de cada dirección, y se determinan por la aplicación de:

$$F_i = \alpha_i \times V \quad (8)$$

$$\alpha_i = \frac{P_i (h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j (h_j)^k} \quad (9)$$

Donde:

n : Cantidad de pisos de edificio

k : Exponente afín con (T), donde se deduce:

- Si $T \leq 0.5 \text{ s}$, $k = 1$
- Si $T > 0.5 \text{ s}$, $k = (0.75 + 0.5T) \leq 2$

b.3 Excentricidad accidental

En general, las normas de diseño sísmico consideran la excentricidad aleatoria, teniendo en cuenta la componente rotacional de los terremotos y las permutas en la distribución de la masa (Gómez Padilla, 2004).

Según la NT E.030-2018 para el análisis en cada orientación, se supuso que la excentricidad aleatoria de cada planta era de 0.05 del tamaño del edificio en la dirección vertical.

c. Análisis Dinámico Modal Espectral

“Considera el período del espectro de diseño y combina la respuesta de la forma modal para obtener la respuesta”. (Salas Navarro y Hernández Hernández, 2021)

Según la NT E.030-2018, los resultados del análisis dinámico de las combinaciones de modos espectrales pueden utilizarse para diseñar cualquier estructura.

c.1 Modos de Vibración

Son determinadas en base a las direcciones de los modos de las vibraciones, debe garantizarse que al menos el 90% de la calidad del modelo de análisis intervenga en cada capítulo de análisis considerado; se debe tomar como referencia tres modos como mínimo para a determinar las direcciones del análisis siendo los dos primero traslacionales y el tercero rotacional (Fustamante Izabeta, 2018).

c.2 Aceleración Espectral

Según la “NT E.030-2018”, por cada orientación horizontal analizada se usará un espectro inelástico de pseudo aceleraciones dado por:

$$S_a = \frac{Z \times U \times C \times S}{R} \times g \quad (10)$$

Para el análisis en orientación vertical se usa las dos terceras partes del espectro usado en orientación horizontal. Así mismo, C:

$$T < 0.2T_p \quad C = 1 + 7.5 \left(\frac{T}{T_p} \right) \quad (11)$$

c.3 *Fuerza cortante Mínima*

El desplazamiento entre las plantas bajas del edificio debe ser inferior al 80% del datos estimado en el análisis estático e inferior al 90% para edificaciones convencionales e irregulares (Canchaya Inga y Vargas Flores 2017).

c.4 *Excentricidad Accidental*

Se localiza en centro de masa por nivel, la excentricidad es 0.05 veces la medida en orientación perpendicular de la edificación en estudio (Canchaya Inga y Vargas Flores 2017).

d. *Desplazamientos Laterales*

En las edificaciones convencionales se obtienen multiplicando los resultados de un análisis elástico lineal con tensiones sísmicas reducidas por 0.75R (es decir, el análisis de base o el análisis de respuesta del espectro modal multiplicado por R). Para las estructuras irregulares, se obtiene multiplicando por el factor 0.85R (Fustamante Izabeta, 2018).

e. *Desplazamientos Laterales Relativos Admisibles*

“El desplazamiento relativo dividido por la altura del piso, denominado deflexión o desplazamiento, no deberá superar los límites especificados” (Fustamante Izabeta, 2018). Los límites se exponen en:

Tabla 7

Límites de Distorsión del entre Piso

Material Predominante	Δ_t/h_{ei}
Concreto armado con muros de ductilidad limitada	0.005
Acero	0.01
Madera	0.01
Concreto Armado	0.007
Albañilería	0.005

Nota: NT E.030-2018

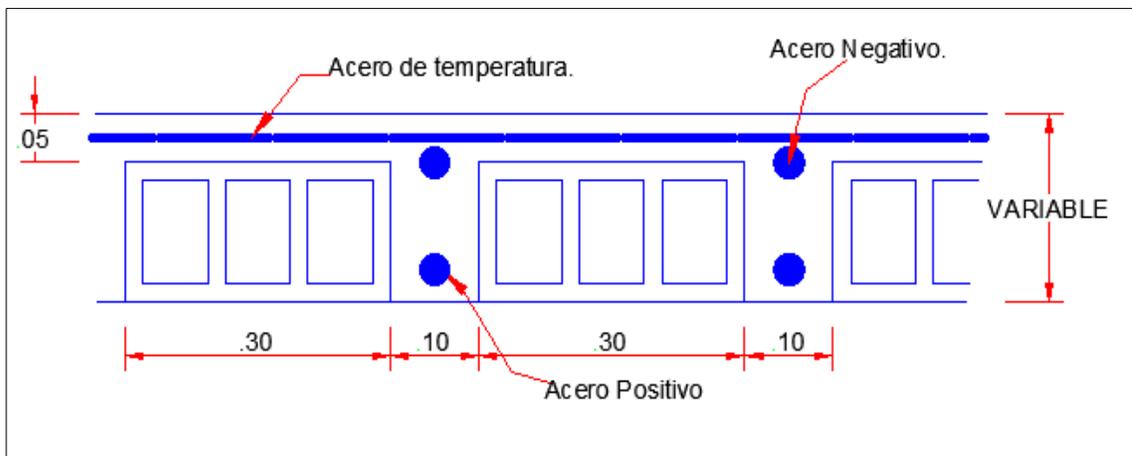
2.2.5. Diseño de elementos de concreto armado

a. Losas aligeradas en una dirección

Empleadas en las diferentes edificaciones tienen viguetas de 10 cm de medida, separadas 40 cm entre sí, y cubiertas por 5 cm de losa, las dimensiones de ladrillo que se fabrica en el Perú varían entre 12, 15, 20 y 25 cm de alto por lo que se tiene losas de 17, 20, 25 y 30 cm de altura (Guerrero Zavaleta, 2021).

Figura 2

Sección de losa aligerada en una dirección



La firmeza requerida se da en el art. 9.2.1 de la norma técnica E 0.60-2009 es:

$$U = 1.4CM + 1.7CV \quad (12)$$

Su diseño está conformado por cargas de gravedad tales como: CM y CV, cuyo valor penderá del uso de la edificación conveniente.

Diseño por flexión: Para la estimación de reforzamiento del acero a tracción de las losas aligeradas se usa la siguiente formula:

$$A_s = \frac{M_u}{\phi f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)} \quad (13)$$

Donde:

Mu = Momento último

As = Área de acero

ϕ = Factor de reducción de firmeza (0.9 para flexión)

a = Medida del bloque rectangular en compresión a la fibra más comprimida

f_y = Resistencia del acero

d = Peralte efectivo = h – 3 cm

Para calcular “a” se usa la premisa: (Oviedo Sarmiento ,2016)

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f_c b} \quad (14)$$

Se sugiere como primera aproximación que $a = d/5$ el que sigue un procedimiento iterativo hasta hallar valor del acero.

b= 40 cm (para momento +)

b= 10 cm (para momento -)

La cuantía mínima se estima brindada por la norma E.060-2009:

$$A_{Smin} = \frac{0.70\sqrt{f'_c}}{f_y} b_w d \quad (15)$$

Para deducir el área del acero máximo se usa la fórmula:

$$A_{Smax} = 0.75 \rho_b b_w d \quad (16)$$

Donde ρ_b es la cuantía balanceada, para su cálculo se utiliza las siguiente formula (Morales Morales,2006):

$$\rho_b = \frac{0.85*f'_c\beta_1}{f_y} \left(\frac{6000}{6000+f_y} \right) \quad (17)$$

$$\beta_1 = 0.85 \text{ para } f'_c \leq 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$\beta_1 = 0.65 \text{ para } f'_c \leq 560 \text{ kg/cm}^2$$

$$\beta_1 = 1.05 - 0.714 \left(\frac{f'_c}{1000} \right) \text{ para } 280 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \leq 560 \text{ kg/cm}^2$$

Diseño por corte: Se realiza según las fuerzas cortantes ultimas a la medida “d” de la cara de cada apoyo. Además, la norma técnica E.060 en el anexo II especifica la fórmula para estimar la cortante:

$$V_C = 0.53\sqrt{f'_c} b_w d \quad (18)$$

La norma técnica E.60 en su art. 8.11.8 admite incrementar un 10% el cortante calculado, además a la resistencia del concreto se debe duplicar por un factor de reajuste de firmeza $\phi = 0.85$ en cual se muestra en la ecuación:

$$1.1 * \phi * V_C = 1.1 * 0.85 * 0.53\sqrt{f'c} b_w d \quad (19)$$

Por lo tanto, el cortante calculada debe ser mayor o igual que la cortante ultima requerida, o en el caso que, sea menor asumirá que, aumente el peralte de la losa.

Refuerzo por cambios Volumétricos: Es el refuerzo que, impide la resquebrajadura por temperatura y contracción del concreto, el cual va vertical al acero principal.

La norma técnica E.060 en su art. 9.7.2 argumenta que, para aceros con firmeza 4200 kg/cm² tiene un valor de 0.0018 por lo que, para estimar el acero por temperatura se tiene la fórmula:

$$A_{Stemp} = 0.0018bh_f \quad (20)$$

Para:

$$h_f = 5 \text{ cm (Espesor de la losa)}$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

Las varillas se calcularán con la siguiente expresión;

$$N^{\circ} \text{ Varillas en } b = A_{Stemp} / A_{Svarilla} \quad (21)$$

Para el espaciamiento se utiliza la siguiente expresión:

$$S = B / N^{\circ}_{varillas \text{ en } b} \quad (22)$$

La norma técnica E.060 especifica que, el espaciamiento máximo es cinco veces el grosor de la losa, sin pasar los 40 cm.

b. Diseño de vigas

En la NT E.060-2009, las vigas son componentes estructurales que, soportan principalmente flexión y cortante, y su función es transferir las cargas de entrada al piso.

Diseño por flexión:

En el cálculo, hay que, saber primero que el daño ideal es el daño dúctil, cuando se producen grandes deformaciones en esta zona.

El acero se calcula mediante una simple iteración entre las dos ecuaciones siguientes (Morales Morales, 2006):

$$A_s = \frac{M_U}{\phi f_y \left(d - \frac{a}{2}\right)} \quad (23)$$

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} \quad (24)$$

Se sugiere como primera aproximación de "a" sea igual a "d/5" el cual tiene un procedimiento iterativo hasta hallar valor del acero.

La cuantía mínima se estima con la fórmula brindada por la norma E.060-2009.

$$A_{smin} = \frac{0.70 \sqrt{f'_c}}{f_y} b_w d \quad (25)$$

Oviedo Sarmiento (2019) describe que, para elementos que resisten movimientos sísmicos la cuantía máxima se estima con:

$$\rho_{máx} = 0.5 \rho_b \quad (26)$$

Morales Morales (2006) argumenta que, por lo que, el acero máximo se estima:

$$A_{Smax} = 0.50 \rho_b b_w d \quad (27)$$

Diseño por Corte:

Se realiza el cálculo tal como muestra la NT E.060-2009 en su art. 11.1.1

$$\phi V_n \geq V_u \quad (28)$$

Además $\phi = 0.85$ para diseño por cortante

ϕ = Factor de reducción de firmeza

V_n = Firmeza nominal al cortante

V_u = Fuerza cortante de diseño

De acuerdo con el numeral 21.4.3 (NT E.060-2009), la fuerza cortante de diseño viene determinada por la sumatoria de esfuerzos cortantes, debida a la generación del momento nominal y la fuerza cortante isotrópica determinada para la carga de gravedad entrante. Para ello, se utilizan las siguientes expresiones:

$$M_n = A_s \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2} \right) \quad (29)$$

$$W_u = 1.25 (wm - wv) \quad (30)$$

$$V_u = \frac{W_u \cdot Ln}{2} + \frac{M_{ni(-)} + M_{nd(+)}}{Ln} \quad (31)$$

Según la norma técnica E.060 la expresión dada para el cálculo de la firmeza nominal es:

$$V_n = V_c + V_s \quad (32)$$

V_c = Firmeza nominal del concreto

V_s = Firmeza nominal del refuerzo de cortante

Para estimar V_c se usa la expresión según la NT E.060

$$V_c = 0.53\sqrt{f'_c}b_wd \quad (33)$$

Reemplazando la ecuación (32) en la ecuación (28), obtenemos la expresión para cálculo del cortante del acero.

$$V_s = \frac{V_s}{\phi} - V_c \quad (34)$$

Para la norma técnica E.060 -2009, el refuerzo de cortante, cuando se utiliza vertical al eje del componente, el espaciamiento se calcula con la siguiente expresión:

$$S = \frac{A_v f_y d}{V_s} \quad (35)$$

A_v : Área de refuerzo

Espaciamiento del refuerzo cortante

De acuerdo a la NT E.060-2009 en el art. 11.5.5.1 enseña que, no excederá $d/2$, o 60 cm.

En el art. 11.5.5.3 de la NT E.060-2009 considera que, V_s no debe ser 2 veces mayor que V_c , las separaciones dadas en anterior apartado deben reducirse a la mitad, el cual se evalúa en las siguientes expresiones:

$$V_s \leq 2V_c \rightarrow s \leq \frac{d}{2}, s \leq 60 \text{ cm} \quad (36)$$

$$2V_c < V_s \leq 4V_c \rightarrow s \leq \frac{d}{4}, s \leq 30 \text{ cm} \quad (37)$$

De acuerdo a la NT E.060-2009 en el art. 11.5.7.9 considera que en ningún caso V_s no debe ser mayor 4 veces que V_c .

Refuerzo mínimo cortante:

De acuerdo a la NT E.060-2009, especifica que cuando V_u excede de $0.5\phi V_c$ se tiene que, situar una superficie nimia de refuerzo para cortante, por lo que se expresa con la siguiente expresión.

$$\frac{\phi V_c}{2} < V_u \leq \phi V_c \rightarrow A_{vmin} = 0.2 \sqrt{f'_c} \frac{b_w s}{f_y} \quad (38)$$

En tanto no debe ser menor que:

$$A_{vmin} = 3.5 \frac{b_w s}{f_y} \quad (39)$$

c. *Diseño de Columnas*

“Deben estar diseñadas para cargas axiales y flexión. Cuando una columna se dobla por empuje, se generan cargas a compresión en un lado y esfuerzos de tracción en el otro” (Oviedo Sarmiento, 2019).

“Los diagramas iteración es donde se da la combinación de momentos de flexión (M) y cargas axiales (P), además de crear un diagrama iterativo con los mismos supuestos básicos que, para un análisis de sección de flexión simple” (Oviedo Sarmiento, 2019).

Según la norma técnica E.060-2009 numeral 10.3.6.2, especifica que la firmeza de diseño ϕP_n de componentes a compresión con estribos no puede ser más alto que, el valor estimado en la expresión:

$$\phi P_{n \max} = 0.80 \times \phi \times [0.85 \times f'_c \times (A_g - A_{st}) + f_y \times A_{st}] \quad (40)$$

Donde:

A_g = Superficie de la sección bruta de concreto

A_{st} = Superficie del refuerzo de la sección

En el art. 9.3.2.2 de la NT E.060-2009 para columnas con estribos especifica que el factor de reducción de firmeza es $\phi = 0.7$, además la misma norma en su artículo 21.4.5.1 detalla que entre 1% y 6% será la cuantía de refuerzo longitudinal en columnas.

Diseño por flexocompresión:

Luna Jacobs y García Casanova (2017). Señala que “la sección (columna) seleccionada, se estima primero una distribución de refuerzo para ser colocado adecuadamente en la sección en análisis. Con los parámetros anteriores estimados construimos el bosquejo de interacción ($\phi P_n, \phi M_n$)”, por último, para el diagrama de diseño se debe colocar los puntos correspondientes y las cargas actuantes últimas o resistencias requeridas (Luna Jacobs y García Casanova, 2017).

Harmsen (2017) describe que, para el diagrama de iteración hay dos formas de simbolización de los puntos que se describen a continuación: Cuando los puntos se encuentran intrínsecamente en el diagrama, simbolizan combinaciones de carga axial-momento flector, y cuando los puntos se encuentran fuera del diagrama, causan la falla.

Diseño por Corte:

La NT E.060-2019 en su numeral 21.4.3 especifica que, los elementos analizados en los bordes de luz libre a flexo-compresión serán entrelazados a la fuerza axial P_u obteniendo el momento nominal más alto. Siendo así, la cortante última de diseño V_u se calcula con:

$$V_u = \frac{M_{ni} + M_{ns}}{h_n} \quad (41)$$

Además, la norma técnica E.060 en el art. 11.2.1.2. alude que, para componentes con carga axial, la firmeza nominal del concreto V_c se deduce con la ecuación:

$$V_c = 0.53 \sqrt{f'_c} \left(1 + \frac{N_u}{140A_g}\right) b_w d \quad (42)$$

N_u = Carga axial última en kgf

A_g = Superficie de la sección en cm^2

Así mismo se tiene la siguiente comparación;

$$\text{Si } \phi V_c \leq V_u$$

Entonces el momento del refuerzo transversal V_s se calcula:

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c \quad (43)$$

Para estimar el espaciamiento de refuerzo por cortante, la NT E.060-2009 en el art. 11.5.7.2 indica la siguiente ecuación:

$$S = \frac{A_s f_y d}{V_s} \quad (44)$$

Donde:

A_v = Superficie de refuerzo por cortante

A_s = Cortante del acero

El espaciamiento para una longitud L_o no puede ser mayor al mínimo de los siguientes valores especificado en la norma técnica en su numeral 21.4.5.3:

$s_o \leq 8d_b$, d_b = nimio ϕ de la barra longitudinalmente confinada.

$s_o \leq \frac{a}{2}$, a es el mínimo espesor de la sección transversal

$s_o \leq 10 \text{ cm}$

Para el área de confinamiento la longitud L_o no puede ser más alto que, los valores descritos a continuación:

$L_o \geq \frac{h_n}{6}$, h_n = luz libre del componente

$L_o \geq b$, b = más longitud del área transversal

$L_o \geq 50 \text{ cm}$

La NT E.060 en el ítem 7.10 y 11.5.5.1 donde especifica que, S fuera del confinamiento será”:

$$s \leq 30 \text{ cm}$$

$$s \leq 16d_b, d_b = \varnothing \text{ barra longitudinal}$$

$$s \leq 48d_{bst}, d_{bst} = \varnothing \text{ barra de estribos}$$

$$s \leq a, a = \text{longitud mínima del área transversal}$$

$$s \leq \frac{d}{2}, d = \text{peralte efectivo}$$

El distanciamiento de estribos no puede ser más alta a la calculada por fuerza cortante en todos los elementos.

2.2.6. Patología Estructurales en las Edificaciones

Se define como, el análisis de los males en las edificaciones. En la edificación la patología se refiere a las afecciones tanto físicas, químicas y mecánicas. (Broto Comerma, 2012).

Es una erudición que, realiza estudios de las edificaciones, en ingeniería las patologías estudian todos los orígenes, formas, consecuencias y cualquier mecanismo que ocurra de fallas o daños en la estructura. (Campiño Sánchez, 2018).

2.2.7. Causas de la Lesión

Se clasifican de la siguiente manera:

- a. *Directas*: Son las que producen en poco tiempo procesos patológicos y actúan directamente en los materiales como esfuerzo mecánico, agentes atmosféricos contaminación. (Broto Comerma, 2012).

Tabla 8

Causas Directas de lesiones

TIPOS	CLASIFICACIÓN
MECÁNICAS	Fuerzas mecánicas (cargas y sobrecargas)
	Empujes
	Impactos
	Razonamiento
FÍSICAS	Condiciones atmosféricas (precipitaciones, ventorales, contaminación, elevada o baja temperatura, etc.)
QUÍMICAS	Contaminación Ambiental
	Humedad
	Sales solubles
	Organismo
LESIONES PREVIAS	Humedad
	Desproporciones
	Grietas y fisuras
	Rompimientos
	Corrosiones

Nota: Monjo (1997)

- b. *Indirectas:* Son las causantes en obra, tanto en diseño o ejecución de la estructura (Broto Comerma, 2012).

Tabla 9

Causas Indirectas de lesiones

TIPOS DE CAUSA	CLASIFICACIÓN
DE PROYECTO	ELECCIÓN:
	· Del material
	· De la técnica y el sistema constructivo
	DISEÑO:
	Diseño constructivo
DEL MATERIAL	Pliegos de circunstancias
	Defecto de Producción
	Permuta del material
DE MANTENIMIENTO	Uso erróneo
	Falta de conservación
DE EJECUCIÓN	

Nota: Monjo (1997).

2.2.8. Clasificación de Patologías Según su Orden

Las patologías se pueden clasificar según su orden en:

a. *Lesión es Físicas*

Según (Broto Comerma, 2012), se produce por la acción agentes climáticos como heladas, condensaciones, lluvias, viento rayos ultra violetas, etc. Y habitualmente su progreso penderá todavía de los parámetros usuales:

- a.1 *Humedad:* Se ocasiona si el material o componente constructivo tiene alto volumen de agua, el cual se clasifica en: de obra, capilar y condensación (Villanueva Alcalde, 2018)
- a.2 *Erosión:* Merma de material producida por situaciones climáticas, estos pueden ser agua, viento y sol. (Villanueva Alcalde, 2018).
- ❖ Erosión Atmosférica
- a.3 *Suciedad:* Es el almacenamiento de partículas sobre las fachadas de la infraestructura, se clasifican en: ensuciamiento por depósito y lavado (Broto Comerma, 2012).

b. Lesiones Mecánicas

Según (Broto Comerma, 2012), son causadas por factores mecánicos, provocando movimientos, desgastes, aberturas o separación de materiales, en tanto se divide en:

a.4 *Deformaciones:* Son producidas por fuerzas externa o internas que afectan a una estructura por consecuencias de procesos mecánicos. (Villanueva Alcalde, 2018).

- ❖ Flechas
- ❖ Pandeos
- ❖ Desplomes
- ❖ Alabeos

b.1 *Grietas:* Son las que alcanzan la rotura de todo el espesor de elementos estructurales tales como muros, tabiques, etc. (Villanueva Alcalde, 2018).

b.2 *Fisuras:* Son hendiduras prolongadas que, perturban el acabado de las estructuras. (Villanueva Alcalde, 2018).

b.3 *Desprendimiento:* Es el desviamiento de materiales de acabado y el soporte al que, está conectado, se da debido a la poca adhesión, son producidos por otras lesiones.

b.4 *Erosiones Mecánicas:* Merma de material superficial, por fuerzas mecánicas, como golpes o rozaduras.

c. Lesiones Químicas

“Son todas aquellas que, se generan mediante un proceso de carácter químico, se inician por sales, ácidos o álcalis que, reaccionan descomponiendo al material y asimismo reduciendo su perpetuación”. (Guerrero Zavaleta,2021)

Resultan de la exposición de los elementos a sustancias corrosivas que, proceden del interior o exterior (Campaño Sánchez, 2018). Se subdivide en:

c.1 *Eflorescencia:* Se produce por la excesiva humedad, donde los materiales contienen sales solubles que aparecen de tono blanco tanto en las superficies de ladrillos, concreto, etc. (Villanueva Alcalde, 2018).

c.2 *Oxidación:* Metamorfosis de los metales en óxido, al estar en unión con el oxígeno.

c.3 *Corrosión:* Merma creciente de partículas del, material metálico.

Según (Campiño Sánchez, 2018) se clasifica en:

- ❖ **Química:** renuencia de metales con gases.
- ❖ **Electroquímica:** desgaste del metal por electrolítico.
- ❖ **Metálica:** metales en contacto con agua.
- ❖ **Por erosión:** es el deterioro en la sección de los metales.
- ❖ **Por incrustación:** por degradación de sarro y barro.
- ❖ **General:** detrimento por acción del entorno.

c.4 *Erosiones:* Hacen reacciones con otras sustancias por el cual producen transformaciones en la superficie y perdida de progresiva hasta llegar a la destrucción total del mismo. (Broto Comerma, 2012).

2.2.9. Lesiones en componentes de concreto armado

En los edificios existen disímiles componentes estructurales de concreto armado, los cuales pueden sufrir diferentes lesiones desfavorables tanto en su resistencia mecánica, estabilidad y durabilidad. (Cruz Herrera y Pérez, 2017).

Tabla 10

Clasificación de lesiones en componentes estructurales de concreto armado

Lesiones Físicas	Erosión Física
	Manchas de Humedad
Lesiones Mecánicas	Fisuras por esfuerzos a tracción de vigas
	Fisuras por esfuerzos a compresión de vigas
	Fisuras debido a esfuerzos cortantes
	Fisuras por flexión compuesta
	Fisura por compresión simple
	fisuración por retracción
	Columna corta
	Piso Blando
	Golpeteo
	Fallas conexión viga columna
Lesiones Químicas	Fisuración por ataque químico arido-alkali
	Fisuración por ataque químico de sulfato
	Oxidación de las armaduras
	Corrosión de las armaduras

Nota: López Rodríguez et al. (2004)

2.2.10. Ensayo no destructivo con Esclerómetro

Buscan evaluar las propiedades de los materiales sin dañar el elemento en estudio. (Aldana Cutipa y Pilco Mamani, 2020).

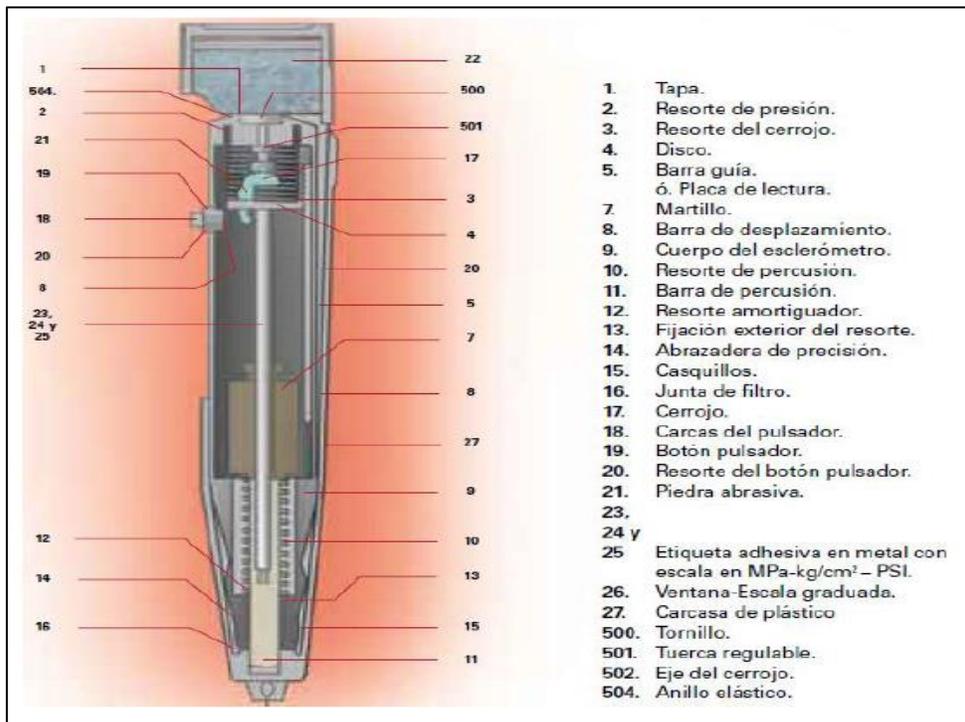
El ensayo no destructivo se realiza en base a la norma NTG 41017 h11 (ASTM C805), el cual menciona contar con los siguientes materiales:

a. *Materiales*

Martillo de rebote (Esclerómetro): Este martillo está hecho de acero y se impulsa mediante un resorte en un área de estudio a una velocidad constante, cada rebote que realiza se registra a través de un ábaco presente en el instrumento. (Arias López y Castañeda Flores, 2019).

Figura 4

Partes de un esclerómetro



Nota: USS (2014).

Piedra Abrasiva: Está compuesto de partículas medianas de carburo de silicio. (Arias López y Castañeda Flores, 2019).

b. *Procedimiento*

Según la Norma NTG 41017 h11 (ASTM C805), se ubica el esclerómetro perpendicular a la superficie plana a evaluar, luego se aplica ligera presión, la necesaria para que, el émbolo se libere y amplíe hasta lograr su máximo lo que deja al martillo sin presión. Posteriormente se

realiza el mismo proceso en toda la zona en estudio. A continuación, se lee en la escala graduada oprimiendo el botón pulsador, se registra el índice de rebote con un rango entre 10 y 100.

c. *Consideraciones*

- ❖ Para seleccionar la superficie de ensayo, se debe tener en cuenta que sea plana, lisa, seca y en gran parte constante, si es necesario, retirar el tarrajeo.
- ❖ Se delimita una superficie de concreto cuadrada, que debe medir más de 100 mm de espesor y 200 mm mínimos de cada lado.
- ❖ Todos los ensayos deben ser hechos utilizando el mismo martillo, siempre en posición perpendicular; sin embargo, las medidas que se realicen deben ser corregidas según lo que indique el fabricante.
- ❖ Según el Ing. Delibes del laboratorio INTEMAC, estima que el error al medir la resistencia del concreto no puede sobrepasar el 20%.
- ❖ Al realizar el ensayo se presiona el martillo hasta que impacte, después de cada impacto verificar que no se haya generado daños en la superficie, si o hubiese eliminar esta medida y realizar otra, se realiza una y otra vez procedimiento hasta registrar 10 medidas.

CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación Geográfica

La institución de educación Andrés Avelino Cáceres, se sitúa en la comunidad de Morán Lirio, Distrito, Provincia de Hualgayoc y Región de Cajamarca.

Figura 5

Ubicación del Departamento de Cajamarca



Figura 6

Provincia Hualgayoc

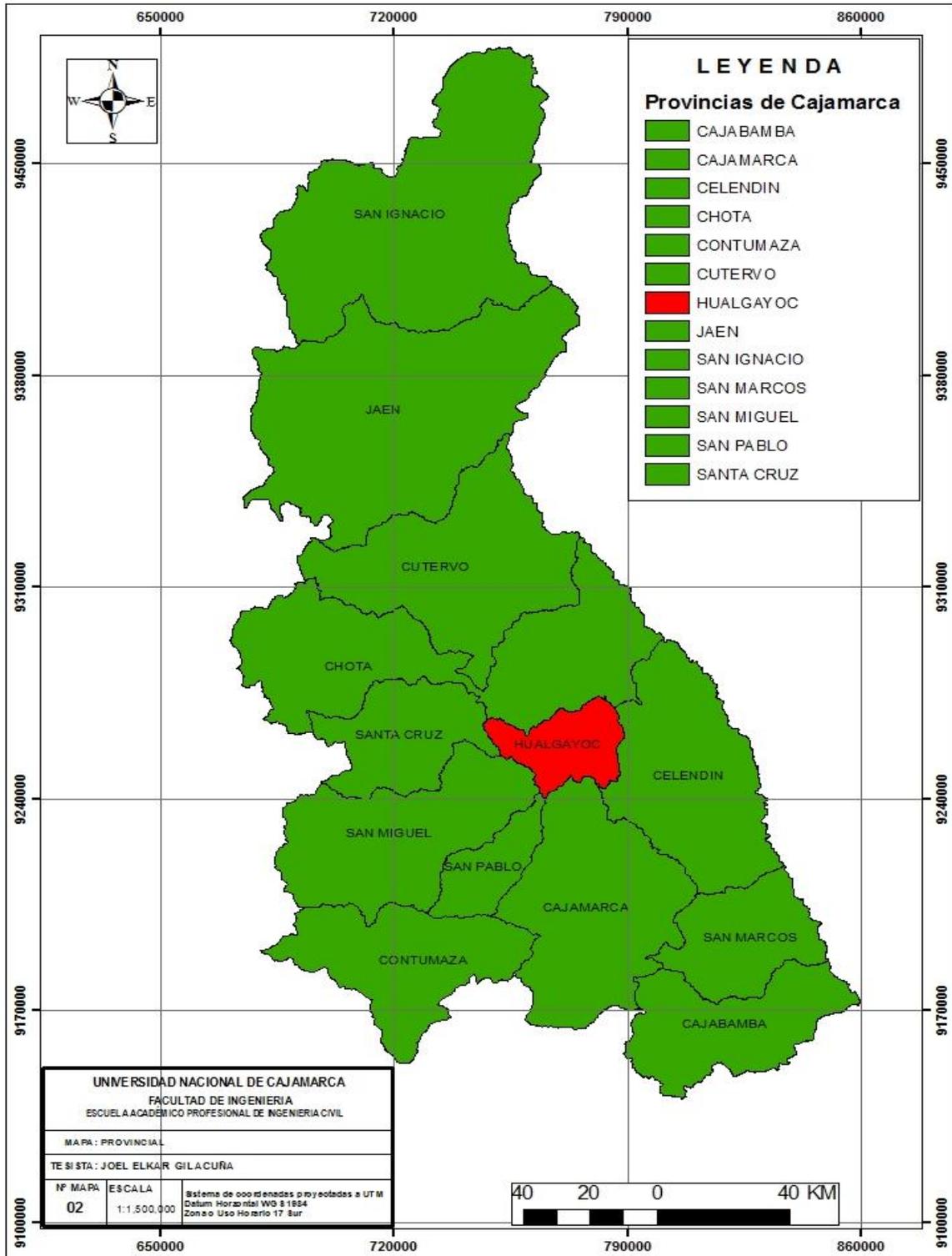


Figura 7

Distrito de Hualgayoc

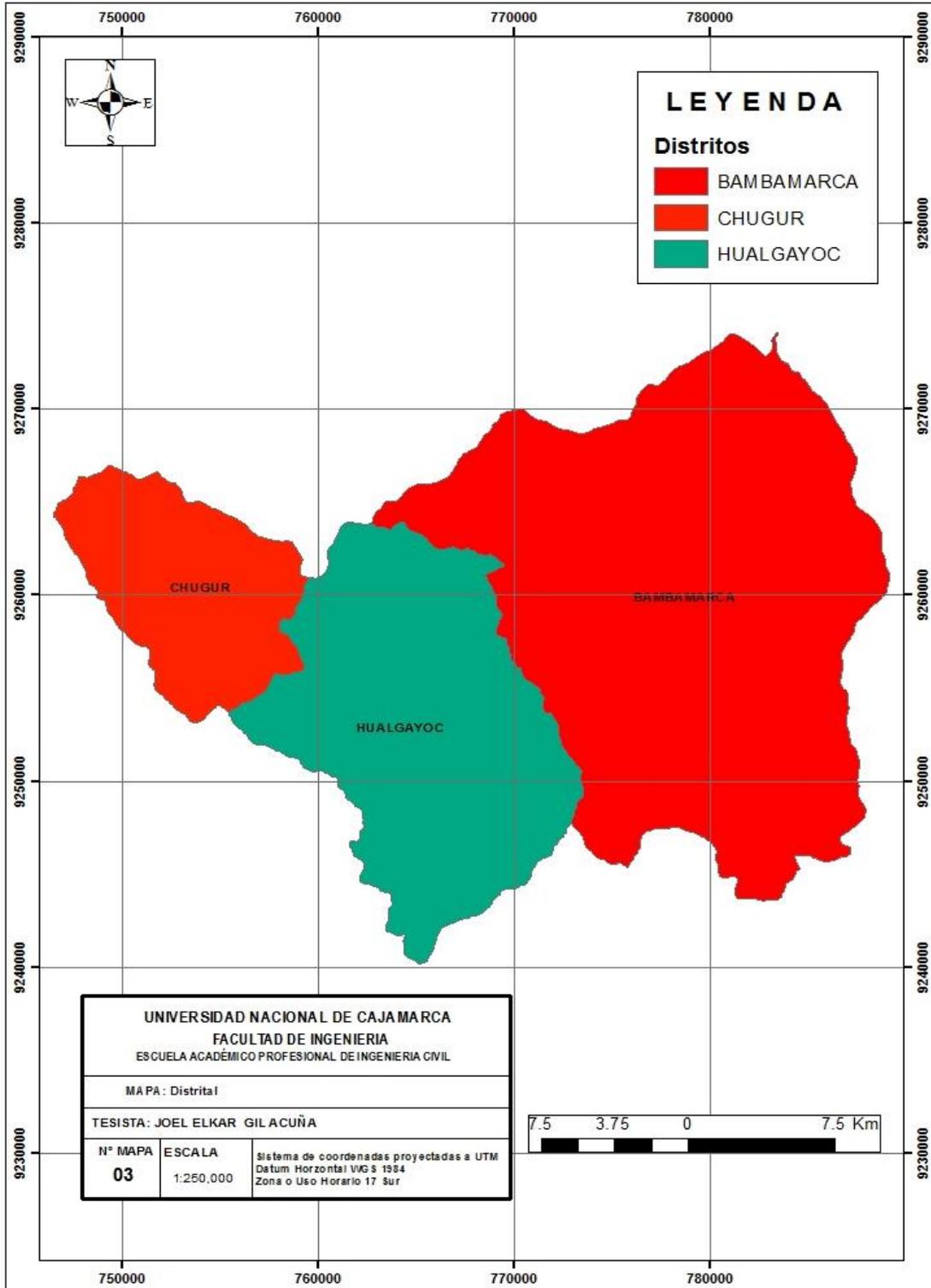
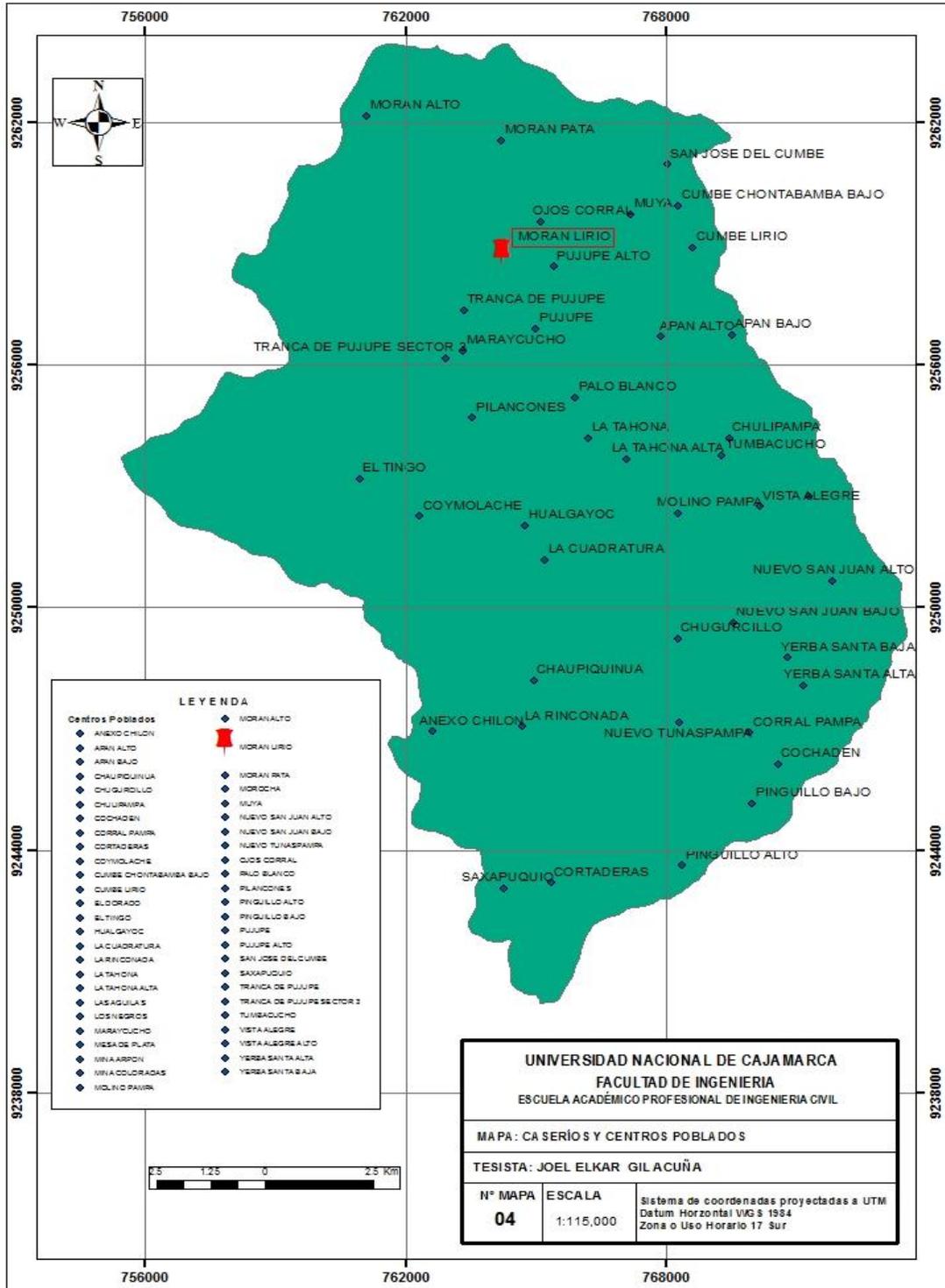


Figura 8

Ubicación Geográfica del Centro Poblado de Moran Lirio



3.2. Procedimiento

El procedo ejecutado en el estudio es el siguiente:

- ❖ Compilación y análisis de información del módulo 01
- ❖ Reconocimiento e inspección visual del módulo 01
- ❖ Calidad del Concreto usado en los diferentes componentes del módulo 01
- ❖ Estudio Patológico del módulo 01
- ❖ Modelamiento estructural del módulo 01

3.2.1 *Compilación y análisis de información del módulo 01 de la IE AAC-Moran Lirio*

Durante la recopilación de datos del módulo 01 de la I.E AAC de Moran Lirio se logró obtener el expediente técnico (ET), EMS, planos, descripción. Estos datos facilitaron identificar de una manera más rápida ejes, dimensiones, geometría, las propiedades de los materiales, normas empleadas y parámetros.

Sistema estructural: En “X” pórticos, en “Y” Muros de albañilería Confinada, el espesor de la losa para aulas y pasadizos según los planos existentes es de 0.20 m.

Propiedades de los Materiales del Módulo 01 de la I.E AAC – Moran Lirio según el expediente técnico:

Concreto: $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$; peso específico= 2400 kg/cm^2

Albañilería: $f'm = 45 \text{ kg/cm}^2$; peso específico = 1800 kg/cm^3

Peso específico del acero: 4200 kg/cm^2

Normas aplicadas en el módulo 01 de la I.E A.A.C – Moran Lirio según el expediente técnico:

“Concreto armado” NT E.060-2009

“Sismorresistente” NT E.030-2003

“Albañilería” NT E.070

“Cargas” NT E.020

Especificaciones del ACI 318-14

Parámetros sísmicos del módulo 01 de la I.E A.A.C – Moran Lirio tomado del expediente

Técnico.

$Z = 0.4$ (zona 3)

$U = 1.5$ (Edificio Importante) – Categoría B

$C = 2.5$

$S = 1.2$ (suelo tipo 2)

$R_x = 8$ (Pórticos de concreto armado)

$R_y = 3$ (Albañilería Confinada)

Cargas vivas y pesos adicionales empleados en el módulo 01 de la I.E AAC – Morán Lirio tomado del expediente técnico

La carga viva utilizada para centros educativos es: 300 kg/m^2

Tabiquería móvil: 120 kg/cm^2

Acabados: 100 kg/cm^2

Resistencia del suelo

Debido a que el estrato de suelo para la cimentación es un material de mediana capacidad portante se tendrá que realizar la eliminación del material hasta llegar al nivel de -1.50 m . obteniendo una firmeza del suelo de 1.07 Kg/cm^2 dato tomado del expediente técnico.

Planos referenciales del módulo 01 de la I.E AAC – Moran Lirio tomado del Expediente Técnico.

Los planos se muestran en el anexo 05.

3.2.2 Registro visual del módulo I de la IE AAC- Moran Lirio

Se hace el respectivo reconocimiento e inspección visual del módulo 01 para conocer su estado actual y algunas patologías que, tienen los elementos.

Se resumen las patologías verificadas en el examen realizado en campo:

Tabla 11

Resumen de lesiones registradas en el Módulo 01 de la I.E AAC- Moran Lirio

Patología	Elemento afectado	Localización
Fisura en acabado	Muro	eje A -1er Nivel
Erosión mecánica y deterioro en junta de dilatación	Muro	Eje Y-5
Hongos	Muros	EJE X -C primer nivel
Desprendimiento de pintura	Voladizo y columna	Eje Y-8 1er nivel
Grieta	Acabado-columna	Eje Y-6

Son diversas las lesiones encontradas durante el la inspección que se realizó en los diferentes componentes, por tal motivo en el anexo 01 se muestra un panel fotográfico.

3.2.3 Calidad del Concreto usado en los diferentes elementos estructurales del módulo 01

Para verificar la calidad de concreto usado en la edificación se hará mediante el ensayo no destructivo de esclerometría, en el que, se cuenta el número de rebotes en el área de concreto usando un esclerómetro, para lo cual se hace uso de un ábaco para comprobar la resistencia actual de todos los componentes estructurales.

El procedimiento para realizar el ensayo de esclerometría es el siguiente:

- ❖ Seleccionar la zona de ensayo
- ❖ Preparar la zona (retirar acabado)
- ❖ Realizar el ensayo con el esclerómetro perpendicularmente a la zona preparada y tomar nota el número de rebotes
- ❖ Procesar datos en gabinete

En el anexo 03 se muestra la realización del ensayo en las columnas de concreto armado del módulo 01.

3.2.4 Estudio Patológico del módulo 01 de la IE AAC- Moran Lirio

El estudio patológico se realizó de acuerdo a las lesiones presentadas en el ítem 3.2.2 el cual se inspecciono de manera visual para lograr las causas y su origen. Por lo que los resultados del diagnóstico se muestran en el ítem 3.3.8.A

Tabla 12

Diagnóstico de lesiones de manera visual en el módulo 01 de la I.E A.A.C

Clasificación de Lesiones	Tipo de Lesión	Causas
Lesiones Físicas	Erosión Física	Lluvia, viento, sol, helada
	Humedad	Hay Agua
	Desprendimiento de pintura	Humedad
Lesiones Mecánicas	Erosión Mecánica	Impacto
	Grietas	Eventos telúricos
	Fisuras	Eventos telúricos
Lesiones Químicas	Hongos	Humedad

3.2.5 Modelamiento estructural

Se emplea el programa computacional ETABS, donde la geometría y los rasgos de los materiales empleados son de acuerdo al expediente técnico, además los parámetros sísmicos se utilizarán los proporcionados en la NT E 030 -2018, obteniendo datos que, serán comparados los valores indicados en el expediente técnico.

A Criterios para la modelación estructural

Las secciones de elementos estructurales ingresados en software ETABS descritos en el Anexo 05. Los datos a ingresar al programa tanto de la firmeza a compresión de elementos estructurales se tomaron del expediente técnico.

Concreto: (tomados del expediente técnico)

- $f'_c = 210 \text{ kgf/cm}^2 = 2100 \text{ tonf/m}^2$
- $E_c = 15000 \sqrt{f'_c} = 217370.65 \text{ kgf/cm}^2 = 2173706.51 \text{ tonf/m}^2$
- $\mu_c = 0.15$
- Peso unitario = $2400 \text{ kgf/m}^3 = 2.4 \text{ tonf/m}^3$

Figura 9

Consideraciones de concreto para el diseño

The image shows a screenshot of the 'Material Properties' dialog box in ETABS software, specifically for a concrete material. The dialog is organized into several sections:

- General Data:** Material Name is 'fc=210kgf/cm2', Material Type is 'Concrete', Directional Symmetry Type is 'Isotropic', and there are buttons for 'Change...' and 'Modify/Show Notes...'.
- Material Weight and Mass:** 'Specify Weight Density' is selected. Weight per Unit Volume is 2.4 tonf/m³, and Mass per Unit Volume is 0.244732 tonf-s²/m⁴.
- Mechanical Property Data:** Modulus of Elasticity, E is 2173706.51 tonf/m²; Poisson's Ratio, U is 0.15; Coefficient of Thermal Expansion, A is 0.0000099 1/C; Shear Modulus, G is 945089.79 tonf/m².
- Design Property Data:** A button labeled 'Modify/Show Material Property Design Data...'.
- Advanced Material Property Data:** Buttons for 'Nonlinear Material Data...', 'Material Damping Properties...', and 'Time Dependent Properties...'.
- Modulus of Rupture for Cracked Deflections:** 'Program Default (Based on Concrete Slab Design Code)' is selected.

At the bottom, there are 'OK' and 'Cancel' buttons.

Nota: ETABS v20.1.0

Acero: (Tomados del expediente técnico)

$$f_y = 4200 \text{ kgf/cm}^2 = 42000 \text{ tonf/m}^2$$

$$E_c = 2000000 \text{ kgf/cm}^2 = 20000000 \text{ tonf/m}^2$$

$$\text{Peso unitario} = 7850 \text{ kgf/m}^3 = 7.85 \text{ tonf/m}^3$$

Figura 10

Consideraciones de acero $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ en programa ETABS para el diseño

E Material Property Data

General Data

Material Name:

Material Type:

Directional Symmetry Type:

Material Display Color:

Material Notes:

Material Weight and Mass

Specify Weight Density Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: tonf/m³

Mass per Unit Volume: tonf-s²/m⁴

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E: tonf/m²

Coefficient of Thermal Expansion, A: 1/C

Design Property Data

Advanced Material Property Data

Nota: ETABS v20.1.0

B Parámetros sísmicos - Norma Técnica E 0.30-2018

Según la NT E.030 da los siguientes parámetros:

Factor Zona (Z): el edificio en estudio está en el C.P. de Morán Lirio, distrito y provincia de Hualgayoc, pertenecientes a Z 2, el cual según la tabla N.º 1 toma el valor de: 0.25

Perfil de Suelo: De acuerdo, a lo especificado en el ET se tiene S2

Parámetros de Sitio: obtenemos de la tabla N° 3 el factor suelo $S = 1.2$. Así mismo, los periodos T_P y T_L en la tabla N° 4 toman los valores de: **0.60 y 2.0**.

Factor de Amplificación sísmica (C): Para hallar el valor C, se debe, saber el valor del periodo fundamental de vibración (T) para el que, se emplea la fórmula N° 4.

DIRECCION X

$$T = \frac{h_n}{C_t}$$

$$h_n = 7.88 \text{ m} \quad \text{Altura de la edificación}$$

$$C_t = 35 \quad \text{Con pórticos de concreto armado}$$

$$T_x = \frac{h_n}{35} = 0.225s$$

DIRECCIÓN Y

$$T = \frac{h_n}{C_t}$$

$$h_n = 7.88 \text{ m} \quad \text{Altura de la edificación}$$

$$C_t = 60 \quad \text{De albañilería}$$

$$T_y = \frac{h_n}{60} = 0.131s$$

C se encuentra aplicando las fórmulas (1,2,3)

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

$$T_P < T < T_L \quad C = 2.5 \left(\frac{T_P}{T} \right)$$

$$T > T_L \quad C = 2.5 \left(\frac{T_P - T_L}{T^2} \right)$$

Tenemos que $T < T_P$, por el cual

$$C = 2.5$$

Factor de Uso (U): En la NT E.030-2018 para un centro educativo clasifica en:

Categoría A (Edificaciones Esenciales) por lo que la edificación en estudio tomaría un factor de: 1.50.

Sistema estructural: De acuerdo al expediente técnico menciona que:

DIRECCIÓN X: Pórticos de concreto armado

DIRECCIÓN Y: Albañilería confinada

Coefficiente básico de reducción (R₀): De acuerdo a la tabla N° 6 se hallará el R₀ en ambas direcciones:

DIRECCIÓN X

$$R_X = 8$$

DIRECCIÓN Y

$$R_Y = 3$$

Factor de Irregularidad (I_a y I_p): Al inicio se considera que es una estructura regular el cual tendrá un valor igual a 1. Estos valores serán verificados posteriormente

según la tabla N°8 y N°9 de la NT E.030-2018. Si la estructura fuese irregular, para el análisis se realizaría una corrección en el programa de modelamiento ETABS.

Coefficiente de reducción de Fuerzas sísmicas (R): Se deduce con la expresión de la ecuación N°5.

$$R = R_0 * I_a * I_p$$

DIRECCIÓN X

$$R_X = 8 * 1 * 1 = 8$$

DIRECCIÓN Y

$$R_Y = 3 * 1 * 1 = 3$$

C Análisis estático

Para el desarrollo se calculará la fuerza cortante en la base y posteriormente la fuerza sísmica en altura.

Fuerza cortante en la base:

La fuerza cortante en la base, se calculará en ambas direcciones con la ecuación N.º 6 especificada en la norma técnica E.030-2018:

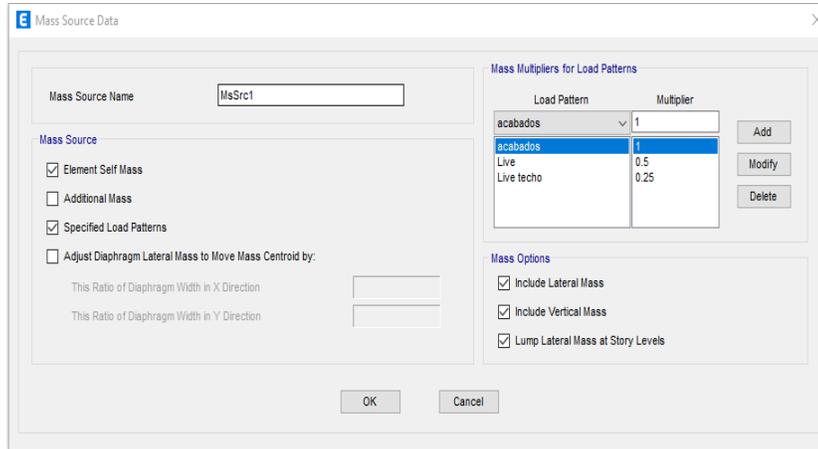
$$V = \frac{Z.U.C.S}{R} \cdot P$$

De acuerdo a la formula los parámetros sísmicos ya fueron calculados en los ítems anteriores, faltaría calcular el peso sísmico donde la NT E.030-2018 especifica que, es la *Carga permanente + 0.25 CV + 0.25 Carga techo* de acuerdo a la categoría de las edificaciones ya que, el edificio en análisis corresponde a la categoría A.

Se configura en el programa ETABS v20.1.0 para estimar el peso sísmico en base a la NT E.030-2018.

Figura 11

Consideraciones para determinar el peso sísmico



Nota: ETABS v20.1.0

Para todo ello debe cumplir que el valor de C/R no debe ser menos que 0.11.

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

Dirección X

$$\frac{C_x}{R_x} \geq 0.11 \quad \rightarrow \quad \frac{2.5}{8} = 0.313 \geq 0.11 \quad \dots \text{ok}$$

Dirección Y

$$\frac{C_x}{R_x} \geq 0.11 \quad \rightarrow \quad \frac{2.5}{3} = 0.833 \geq 0.11 \quad \dots \text{ok}$$

El coeficiente basal a ingresar en el programa ETABS v20.1.0 se realizará en las direcciones X y Y.

Dirección X

$$C_{\text{basal}} = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} = \frac{0.25 \cdot 1.5 \cdot 2.5 \cdot 1.2}{8} = 0.1406$$

Exponente afín con el periodo (T). Se estima de acuerdo a:

$$T \leq 0.5 \rightarrow k = 1$$

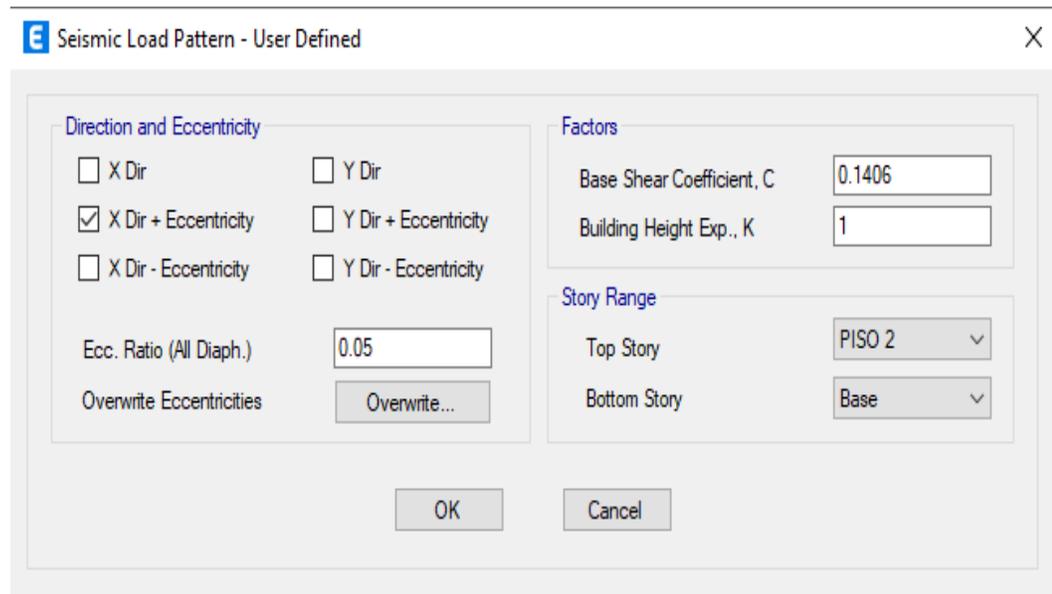
$$T > 0.5 \rightarrow k = (0.75 + 0.5T) \leq 2$$

En los cálculos anteriores el T_x es menor a 0.5, por lo tanto: $k = 1$.

La excentricidad en la orientación X es de 5% en cada nivel, este valor se programará en el ETABS v20.1.0.

Figura 12

Carga estática en X



Nota: ETABS v20.1.0

Dirección Y

$$C_{\text{basal}} = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} = \frac{0.25 \cdot 1.5 \cdot 2.5 \cdot 1.2}{3} = 0.375$$

Exponente afín con el periodo (T). Se estima de acuerdo a:

$$T \leq 0.5 \rightarrow k = 1$$

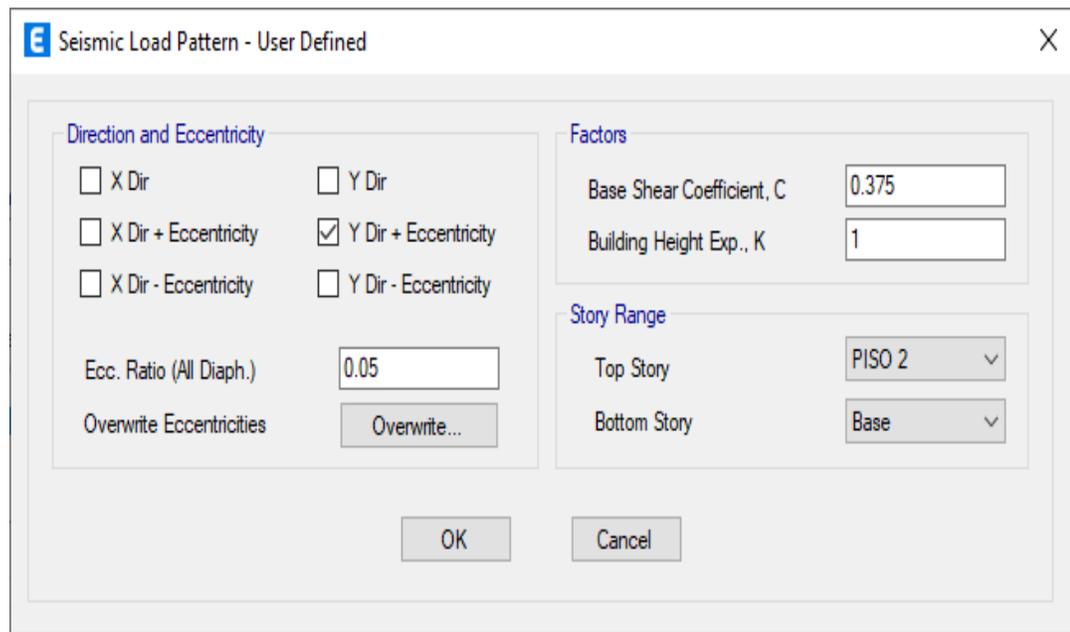
$$T > 0.5 \rightarrow k = (0.75 + 0.5T) \leq 2$$

En los cálculos anteriores el $T_y < 0.5$, $k = 1$

La excentricidad en Y es 5% en cada nivel, este valor se programará en el ETABS v20.1.0.

Figura 13

Carga estática en Y



Nota: ETABS v20.1.0

D Análisis dinámico

Se utiliza para diseñar edificaciones según la NT E.030-218.

Aceleración Espectral: Se calcula en ambas direcciones según la NT E.030-2018, el cual para su cálculo se emplea la ecuación N.º 10.

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

g : es la gravedad equivalente a 9.82 m/s^2

Para el análisis vertical, se utiliza un valor espectral correspondiente a las dos terceras partes del espectro usado en la orientación horizontal y se tiene en cuenta C.

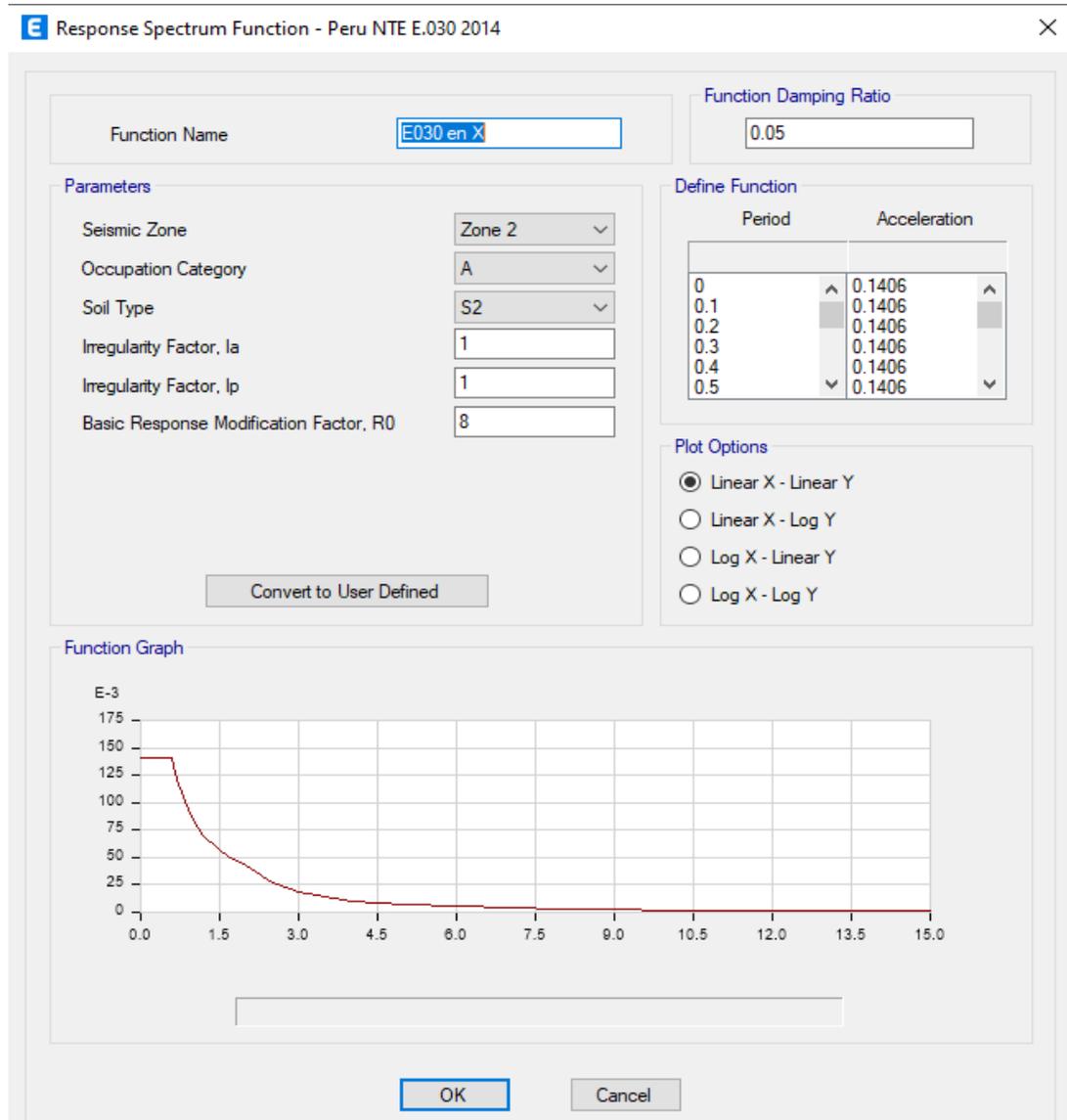
$$T < 0.2T_p \quad C = 1 + 7.5 \left(\frac{T}{T_p} \right)$$

Tabla 13

Espectro Seudo Aceleraciones X-X

C	T	Sa R=8	C	T	Sa R=8
2.5	0	0.1406	1.7	0.9	0.0938
2.5	0.02	0.1406	1.6	0.95	0.0888
2.5	0.04	0.1406	1.4	1.05	0.0804
2.5	0.06	0.1406	1.4	1.1	0.0767
2.5	0.08	0.1406	1.3	1.2	0.0703
2.5	0.1	0.1406	1.2	1.3	0.0649
2.5	0.12	0.1406	1.1	1.4	0.0603
2.5	0.14	0.1406	1	1.5	0.0563
2.5	0.16	0.1406	0.9	1.6	0.0527
2.5	0.18	0.1406	0.9	1.7	0.0496
2.5	0.2	0.1406	0.8	1.8	0.0469
2.5	0.25	0.1406	0.8	1.9	0.0444
2.5	0.32	0.1406	0.8	2	0.0422
2.5	0.35	0.1406	0.6	2.25	0.0333
2.5	0.4	0.1406	0.5	2.5	0.027
2.5	0.45	0.1406	0.4	2.75	0.0223
2.5	0.5	0.1406	0.3	3	0.0188
2.5	0.55	0.1406	0.2	4	0.0105
2.5	0.6	0.1406	0.1	5	0.0068
2.4	0.62	0.1361	0.1	6	0.0047
2.1	0.7	0.1205	0.1	7	0.0034
2	0.75	0.1125	0	8	0.0026
1.9	0.8	0.1055	0	9	0.0021
1.8	0.85	0.0993	0	10	0.0023

Figura 14

Espectro Seudo Aceleraciones X-X programa ETABS

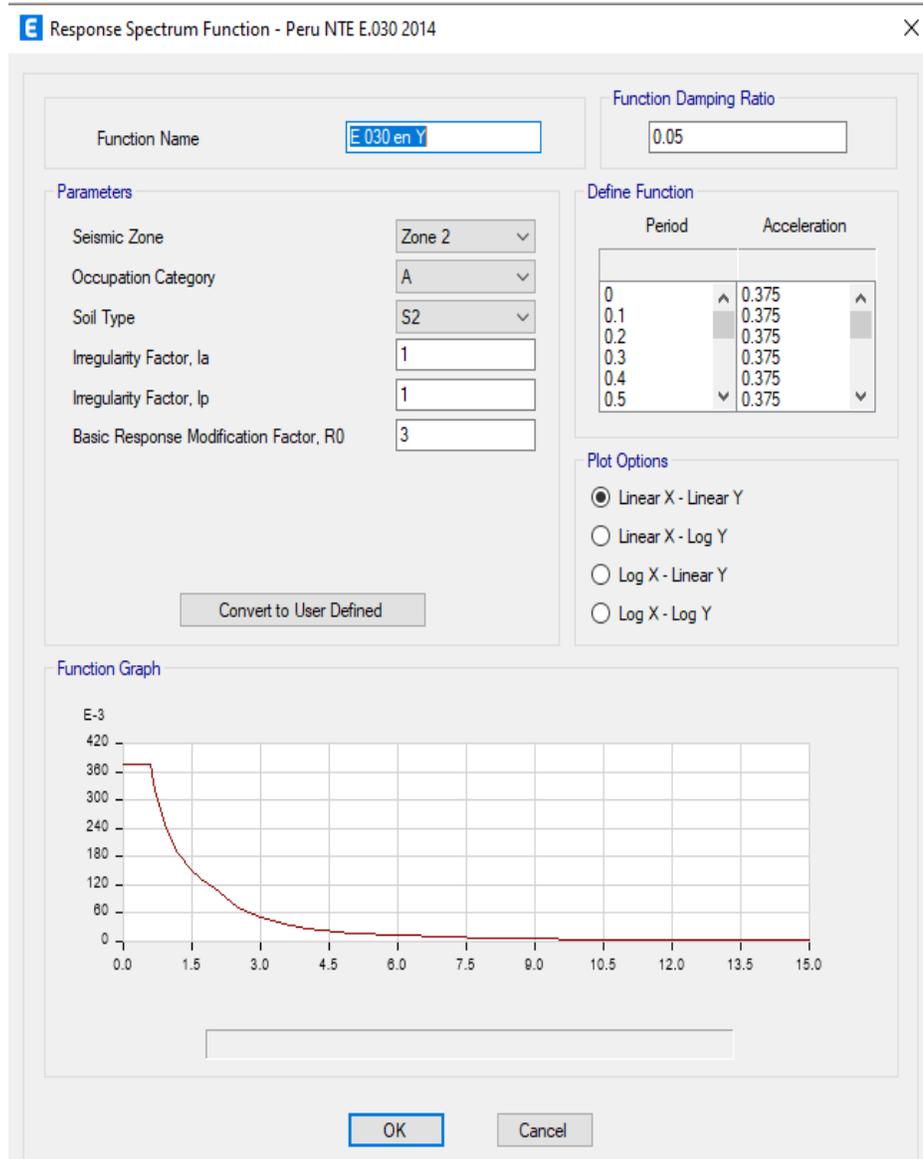
Nota: ETABS v20.1.0

Tabla 14

Espectro Seudo Aceleraciones Y-Y

C	T	Sa R=3	C	T	Sa R=3
2.5	0	0.375	1.67	0.9	0.25
2.5	0.02	0.375	1.58	0.95	0.2368
2.5	0.04	0.375	1.43	1.05	0.2145
2.5	0.06	0.375	1.36	1.1	0.2045
2.5	0.08	0.375	1.25	1.2	0.1875
2.5	0.1	0.375	1.15	1.3	0.1731
2.5	0.12	0.375	1.07	1.4	0.1607
2.5	0.14	0.375	1	1.5	0.15
2.5	0.16	0.375	0.94	1.6	0.1406
2.5	0.18	0.375	0.88	1.7	0.1324
2.5	0.2	0.375	0.83	1.8	0.125
2.5	0.25	0.375	0.79	1.9	0.1184
2.5	0.32	0.375	0.75	2	0.1125
2.5	0.35	0.375	0.59	2.25	0.0889
2.5	0.4	0.375	0.48	2.5	0.072
2.5	0.45	0.375	0.4	2.75	0.0595
2.5	0.5	0.375	0.33	3	0.05
2.5	0.55	0.375	0.19	4	0.0281
2.5	0.6	0.375	0.12	5	0.018
2.42	0.62	0.3629	0.08	6	0.0125
2.14	0.7	0.3214	0.06	7	0.0092
2	0.75	0.3	0.05	8	0.007
1.88	0.8	0.2813	0.04	9	0.0056
1.76	0.85	0.2647	0.04	10	0.006

Figura 15

Espectro Seudo Aceleraciones Y-Y programa ETABS

Nota: ETABS v20.1.0

3.3. Análisis y presentación de datos

3.3.1 Tipo de investigación

Es de tipo descriptiva

3.3.2 *Nivel de investigación*

Correlacional

3.3.3 *Diseño de investigación*

No experimental – transversal - descriptiva

3.3.4 *Método de investigación*

Hipotético Deductivo

3.3.5 *Población*

Constituido por dos módulos dentro de la I.E. AAC – Moran Lirio.

3.3.6 *Muestra*

Módulo 01 de la I.E AAC- Moran Lirio

3.3.7 *Técnicas e instrumentos de recolección de datos*

Técnicas:

Son las siguientes: **Observación** (se vio la condición actual del módulo I; **Mediciones** (se hizo la medida respectiva de algunos elementos estructurales para luego comparar con los planos); **Análisis documental** (se consultó los planos y expediente técnico): **Ensayo no destructivo** (esclerometría para verificar la firmeza de los componentes).

Instrumentos:

Para el modelamiento de modulo 01 se utilizó: los planos y Expediente técnico, programa ETABS.

Para el ensayo no destructivo se utilizó: Esclerómetro, Wincha, Meladora, lija, libreta de campo.

3.3.8 *Presentación de Resultados*

A. Resultados de Estudio Patológico

El estudio patológico se realizó en el Módulo 01 de la I.E AAC – Moran Lirio, durante la evaluación se encontraron lesiones tanto físicas, mecánicas y químicas las cuales deben ser intervenidas de manera urgente para optimar el aspecto del edificio.

Lesiones Físicas: Estas lesiones son producto de agentes atmosféricos como (lluvia, sol, viento, helada, etc.). El control de estas lesiones es sustituir las zonas dañadas, en el caso de desprendimiento de pintura se retirará la superficie causada luego se limará y finalmente se pintará la zona en mal estado.

En la siguiente figura se evidencia una lesión física detallada.

Figura 16

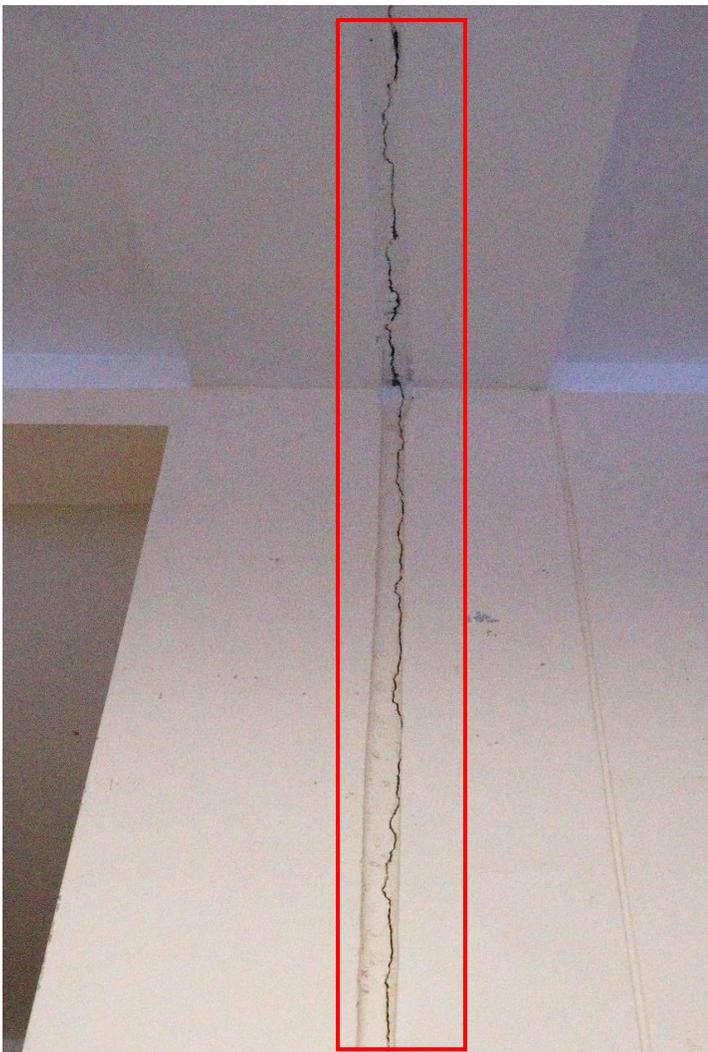
Área a intervenir de la lesión física



Lesiones Mecánicas: Estas lesiones son producto de sismos ocasionando fisuras o grietas ocasionados en los diversos elementos, por otro lado, son ocasionados por la mala construcción de las juntas, se puede intervenir picando y retirando el material luego sellar con nuevo material apropiado para que tenga una mejor funcionalidad cada elemento.

Figura 17

Tratamiento de junta de dilatación entre escalera y Modulo 01



Lesiones Químicas: En estas lesiones tenemos los hongos producto de la humedad, la cual se puede solucionar haciendo un mantenimiento periódico (limpiando la superficie, lijándola y volver a pintar), como lesión encontrada se muestra la siguiente imagen.

Figura 18

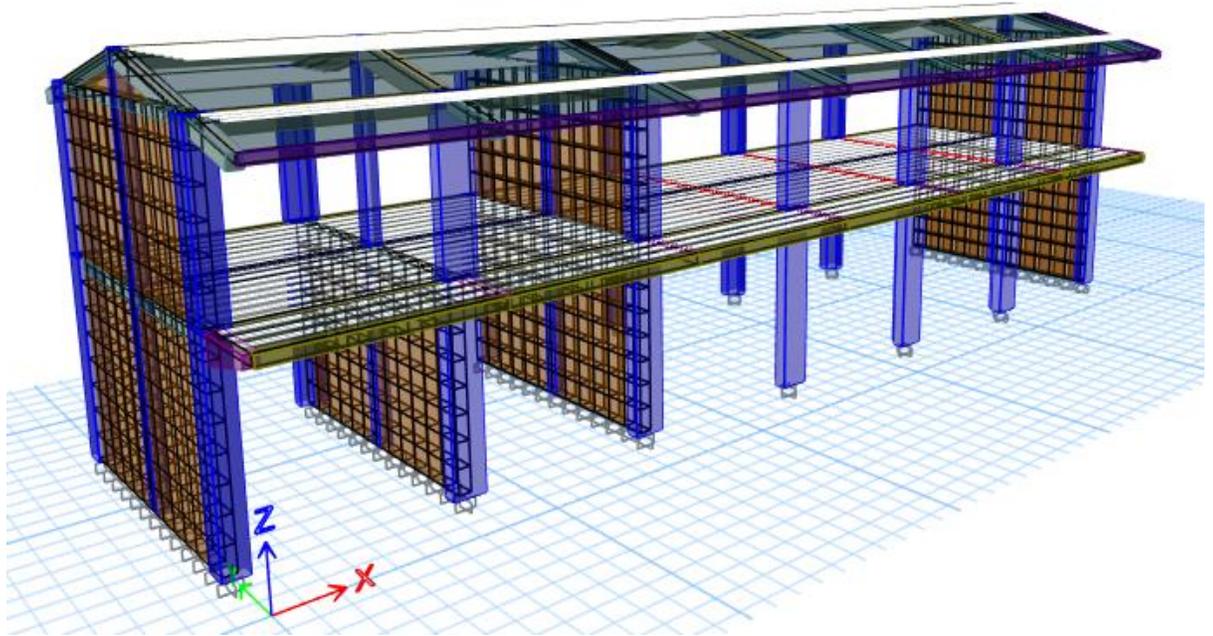
Área a intervenir de lesión química



B. Resultados del modelamiento estructural

Figura 19

Modelo estructural del Módulo 01 de la I.E Andrés Avelino Cáceres



Nota: ETABS v20.1.0

B.1. Verificación del sistema estructural

En la tabla 15 se analiza según la norma técnica E.030 datos obtenidos de ETABS v20.1.0

Tabla 15

Verificación de sistema estructural

CORTANTE BASAL				SISTEMAS ESTRUCTURALES				
Story	Pier	Load Case/ Combo	Location	SEX X SE Y Y		CORT. BAS. ABS.	70%	20%
				V2X tonf	V2Y tonf			
PISO 01	muros xx	SEX-X	Bottom	0		0.00%	Aporticado	
PISO 01	muros yy	SEY-Y	Bottom		109.13	71.70%	Albañilería Confinada	

B.2. Verificación de Irregularidades

Irregularidad en Planta:

Torsional y Torsional extrema

Como la deriva máxima es menos de la mitad de la deriva permisible, no será necesario verificar la irregularidad torsional. De todas formas, en X, sí se ha calculado la irregularidad torsional, y para verificar también se ha realizado en la orientación Y.

Tabla 16

Irregularidad Torsional en X

DIST. DE ENTREPISO	DRIFT XX	SEGÚN E.030		IRREGULARIDAD TORSIONAL		I. TORSIONAL EXTREMA	
m	m	C °A m (D/Hi)		(Driffxx/Driff) (CM) > 1.3	(Driffxx max) > 0.0035	(Driffxx/Driff) (CM) > 1.5	(Driffxx max) > 0.0035
0.00066667	0.00051	0.005	OK	1.119	OK	1.119	OK
0.00086667	0.00068	0.005	OK	1.086	OK	1.086	OK
	0.0005	0.0035					

Tabla 17

Irregularidad Torsional en Y

DIST. DE ENTREPISO	DRIFT XX	SEGÚN E.030		IRREGULARIDAD TORSIONAL		I. TORSIONAL EXTREMA	
m	m	C °A m (D/Hi)		(Driffxx/Driff) (CM) > 1.3	(Driffxx max) > 0.0035	(Driffxx/Driff) (CM) > 1.5	(Driffxx max) > 0.0035
0.00031111	0.00025	0.005	OK	1.029	OK	1.029	OK
0.00044444	0.00039	0.005	OK	1	OK	1	OK
	0.0003	0.004					

Debido a la geometría de la edificación, tampoco se tiene las irregularidades de: sistemas no paralelos, discontinuidad de diafragma, y esquinas entrantes

Irregularidad en Altura:**De rigidez**

Se evaluará respecto a X e Y.

Tabla 18

Irregularidad de Rigidez en X

PISO	DRIFF XX	V _x	K _x	IRREGULARIDAD RIGIDEZ PISO BLANDO X-X E-030 2018			I. EXTREMA RIGIDEZ X-X	
				K _x /D _x (<0.70)	< 0.80	< 0.60	< 0.70	
	m	tonf	tonf/m					
2	0.00222	23.0181	10351.572					
1	0.00292	48.9007	16753.477	1.62	OK	1.8	OK	OK

Tabla 19

Irregularidad de Rigidez en Y

PISO	DRIFF XX	V _x	K _x	IRREGULARIDAD			I. EXTREMA RIGIDEZ	
				K _x /D _x (<0.70)	< 0.80	< 0.60	< 0.70	
	m	tonf	tonf/m					
2	0.0009	61.3924	68389.971					
1	0.00106	130.425	123051.31	1.8	OK	1.8	OK	OK

Tabla 20

Irregularidad de Resistencia

Story	Load Case	K x- Stiffness X	< 0.8 P. DEBIL X-X		Ky -Stiffness Y	< 0.8 P. DÉBIL Y-Y		I. EXTREMA DE RESISTENCIA	
								EN XX < 0.65	EN YY < 0.65
		tonf/m			tonf/m				
PISO 2	SEXX, YY	10352.7168			68389.971				
PISO 1	SEXX, YY	16751.9812	1.62	OK	123051.31	1.8	OK	1.62	OK

Por la continuidad de los elementos estructurales, no existen irregularidades. Irregularidades geométricas verticales, discontinuidades de fuerza, discontinuidades de fuerza extremas.

B.3. Verificación de Derivas

Derivas en el sismo estático:

Tabla 21

Verificación de derivas en el eje X

DESPLAZAMIENTO X-X								
PISO	R	DESP. elástico	DESP. real	DESP. RELATIVOS (D)	Hi	DIST. DE ENTREPISO (DERIVA-C.M)	DESP SEGÚN E.030	
		m		m	m	m	C °A m (D/Hi)	
2	8	0.005152	0.03091	0.01339	3.9357	0.0034027	0.007	OK
1	8	0.00292	0.01752	0.01752	3.95	0.0044 3544	0.007	OK

Figura 20

Desplazamiento en el sismo estático en X

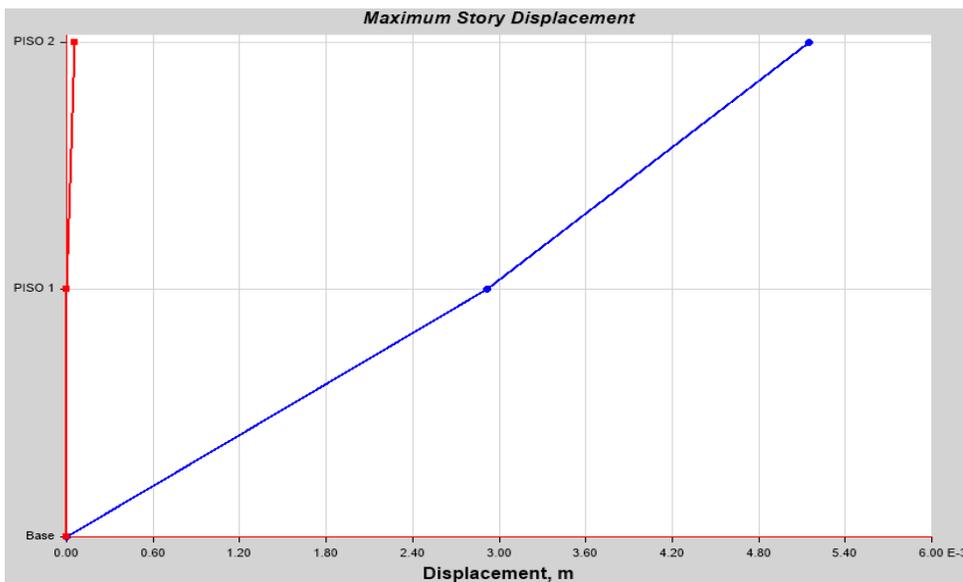


Tabla 22

Derivas en el eje Y

DESPLAZAMIENTO Y-Y								
PISO	R	DESP. elástico	DESP. real	DESP. RELATIVOS (D)	H _i	DIST. DE ENTREPISO (DERIVA- C.M)	DESP SEGÚN E.030	
		m		m	m	m		C °A m (D/H _i)
2	3	0.002511	0.00565	0.00227	3.9357	0.00057569	0.005	OK
1	3	0.001504	0.00338	0.00338	3.95	0.00085671	0.005	OK

Figura 21

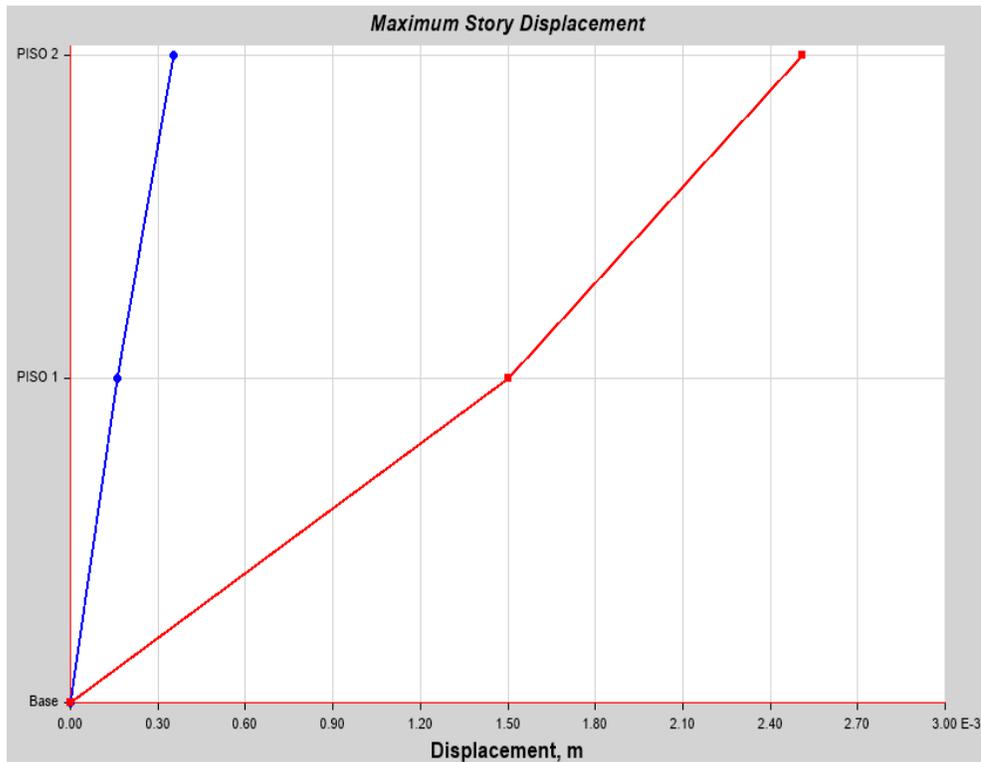
Desplazamiento en el sismo estático en Y**Derivas en el sismo dinámico:**

Tabla 23

Verificación de derivas en el eje X

DESPLAZAMIENTO X-X								
PISO	R	DESP. Elástico	Desp. Real	DESP. RELATIVOS (D)	Hi	DIST. DE ENTREPISO (DERIVA- C.M)	DESP SEGÚN E.030	
		m		m	m	m		C °A m (D/Hi)
2	8	0.005152	0.03091	0.01339	3.9357	0.0034027	0.007	OK
1	8	0.00292	0.01752	0.01752	3.95	0.00443544	0.007	OK

Figura 22

Desplazamiento en el sismo dinámico en X

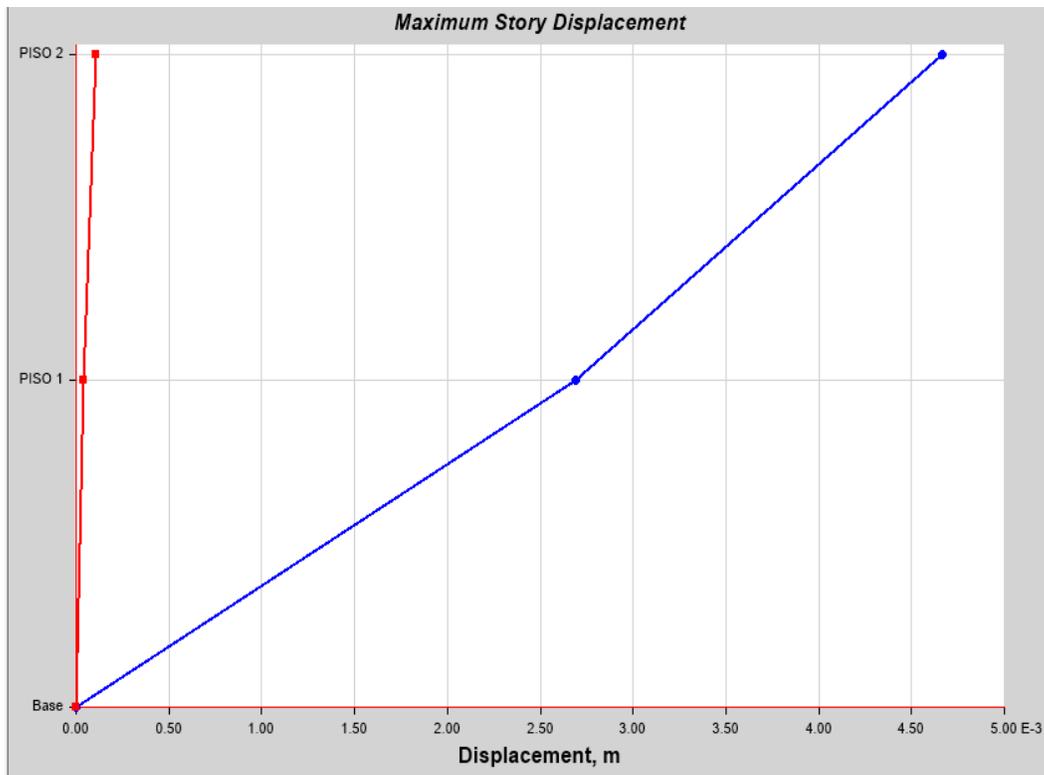


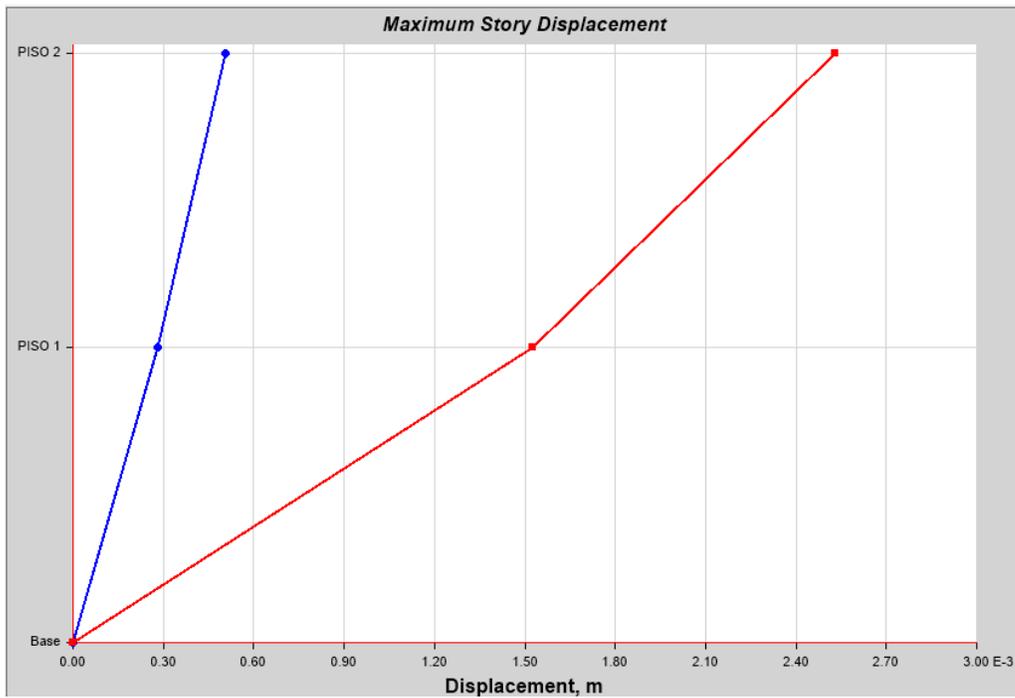
Tabla 24

Derivas en el eje Y

DESPLAZAMIENTO Y-Y							
PISO	R	DESP. Elástico	DESP. Real	DESP. RELATIVOS (D)	Hi	DIST. DE ENTREPISO	DESP. SEGUN E.030
		m		m	m	m	
2	3	0.002532	0.0057	0.00226	3.9357	0.00057398	0.005 OK
1	3	0.001528	0.00344	0.00344	3.95	0.00087038	0.005 OK

Figura 23

Desplazamiento en el sismo dinámico en Y



B.4. Modos de vibración

Tabla 25

Modos de vibración del módulo 01

Análisis de modos y frecuencias								
Caso	Modo	Periodo (s)	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY	Sum UZ
Modo	1	0.319	0.9283	6.357E-07	0	0.9283	6.36E-07	0
Modo	2	0.127	0.0001	0.7039	0.0018	0.9284	0.7039	0.0018
Modo	3	0.103	0.0005	0.0029	0.0194	0.9289	0.7068	0.0212
Modo	4	0.102	0.0686	0.0075	4.26E-06	0.9975	0.7144	0.0212
Modo	5	0.099	0.001	0.0001	0.0035	0.9985	0.7145	0.0247
Modo	6	0.096	0.0001	0.0089	0	0.9986	0.7234	0.0247
Modo	7	0.095	4.17E-05	0.0002	0.0018	0.9987	0.7236	0.0265
Modo	8	0.091	0.001	0.1126	0.0009	0.9997	0.8361	0.0274
Modo	9	0.090	4.23E-06	0.0005	0.0014	0.9997	0.8366	0.0289
Modo	10	0.088	0.0001	0.0102	0.0007	0.9998	0.8469	0.0295
Modo	11	0.086	9.02E-06	0.0003	0.0763	0.9998	0.8472	0.1059
Modo	12	0.083	1.06E-06	0.0003	0.0194	0.9998	0.8474	0.1253

Se puede corroborar que la suma de los porcentajes de masa participante, en X superan el 90% mínimo requerido para validar el análisis dinámico. Sin embargo, en la dirección Y se llega solo al 84.74%, no superando el 90% mínimo requerido por la normativa E.030-2018. Sí se puede apreciar que el aporte del modo fundamental para X e Y son porcentajes significativos que superan el 70%, pero no se tienen los aportes de los modos superiores. Como la edificación ya está actualmente construida, se continuará con el cálculo de resultados.

Tabla 26

Periodos de vibración del módulo 01

DIRECCION DE ANALISIS	Periodo (s)
RX	0.319
RY	0.127
RZ	0.086

De acuerdo al análisis que se hace, el periodo de vibración es un poco elevado, teniendo la consideración de que la edificación es de solo 2 niveles, el periodo en X es 0.319 s. Siendo que, en esta orientación el sistema estructural es aporticado que es un poco más flexible.

Tabla 27

Parámetros de la NTP E.030 -2018 y 2003

Parámetro/ Norma	E. 030-2018	E. 030-2003
Z	0.25	0.4
U	1.5	1.5
S	1.2	1.4
T _p	0.6	0.9
T _L	2	
C	2.5	2.5
R	R _X = 8	R _X = 8
	R _Y = 3	R _Y = 3

En la tabla N° 27 se exhiben los parámetros usados en el estudio de acuerdo a la NT E.030-18, como además los parámetros que, se especifican en el ET de acuerdo a la NT E.030-2003.

B.5. Análisis sísmico estático

Tabla 28

Cortante Estática en las direcciones X y Y.

Nivel	Cortante en X (tonf)	Cortante en Y (tonf)
1	48.9	130.425

Comprobación de analogía entre cortante estático - dinámico

Tabla 29

Cortante Dinámico en las direcciones X e Y.

Nivel	Cortante en X (tonf)	Cortante en Y (tonf)
1	45.55	95.14

El cortante dinámico será al menos el 80% del cortante estático según la norma técnica E.030 -2018, para estructuras regulares:

Tabla 30

Verificación de cortante dinámica

Cortante	80%*V _E	V _{DINAMICO}	V _D >80%*V _E	Factor de Escala
V _x (tonf)	39.12	45.55	SI	No
V _y (tonf)	104.34	95.15	NO	1.10

C. Verificación de diseño en elementos estructurales

C.1. Columnas

Para la Columna 25x65, se ha considerado dicha columna que se encuentra en el eje Y-5 por ser la crítica para el cual se efectúa el siguiente procedimiento:

DISEÑO POR FLEJO COMPRESIÓN

❖ Datos de diseño

$$b = 25 \text{ cm}$$

$$d = 65 \text{ cm}$$

Factor: 0.85

$$h = 3.18 \text{ cm}$$

$$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$$

Tabla 31

Cargas actuantes en la columna en X-X

En X-X		
P c m	9.3942	tn
P c v	0.9617	tn
P c s	0.3723	tn
M c m	0.0948	tn - m
M c v	0.0226	tn - m
M c s	2.9462	tn - m
V c m	2.3175	tn
V c v	1.042	tn
V c s	0.0878	tn

Tabla 32

Cargas actuantes en la columna en la dirección Y-Y

En Y-Y		
P c m	9.3942	tn
P c v	0.9617	tn
P c s	8.6799	tn
M c m	1.4584	tn - m
M c v	0.6284	tn - m

M c s	0.3858	tn - m
V c m	0.0703	tn
V c v	0.021	tn
V c s	0.2598	tn

Tabla 33

Combinaciones de diseño

Combinaciones de diseño	En X-X			En Y-Y		
	Puz (tn)	Muz (tn - m)	Vuz (tn)	Puy (tn)	Muy (tn - m)	Vuy (tn)
1.4 c m +1.7 c v	14.79	0.17	5.02	14.79	3.11	0.13
1.25 (cm+cv)+cs	13.32	3.09	4.29	21.63	2.99	0.37
1.25 (cm+cv)- cs	12.57	-2.8	4.11	4.26	2.22	-0.15
0.9cm+cs	8.83	3.03	2.17	17.13	1.7	0.32
0.9cm-cs	8.08	2.86	2	-0.15	0.93	-0.2

Figura 24

Esquema de iteración de la columna en X-X

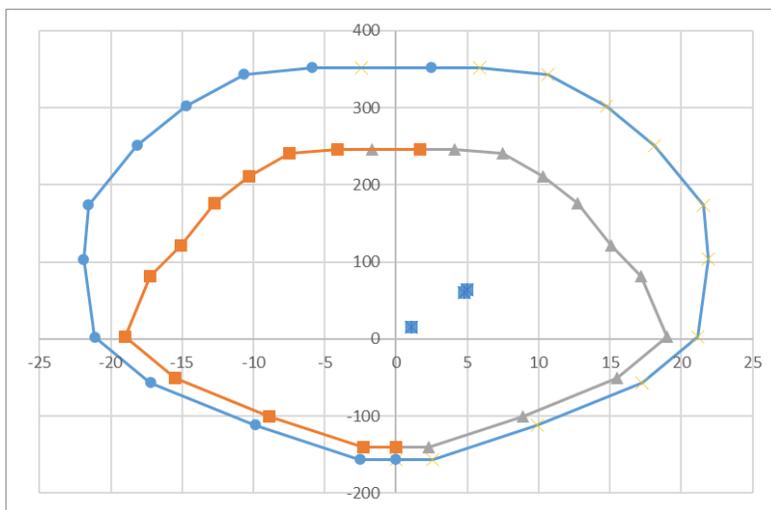
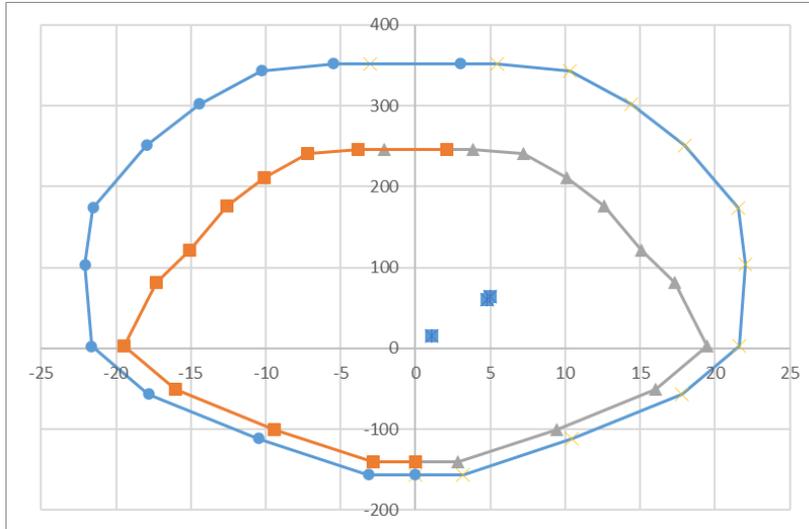


Figura 25

Esquema de iteración de la columna en Y-Y



Como se puede apreciar en la figura 24 y 25 todas las cargas están dentro de la capacidad última de la columna.

DISEÑO POR FLEJO COMPRESIÓN BIAxIAL

Se calcula de acuerdo a las combinaciones de diseño y de las cargas axiales en cada dirección.

Tabla 34

Cálculo de resistencia de diseño en las direcciones X y Y.

Combinaciones de diseño	En X-X			En Y-Y		
	Puz (tn)	Muz (tn - m)	Vuz (tn)	Puy (tn)	Muy (tn - m)	Vuy (tn)
1.4 c m +1.7 c v	14.79	0.17	5.02	14.79	3.11	0.13
1.25 (cm+cv)+cs	13.32	3.09	4.29	21.63	2.99	0.37
1.25 (cm+cv)-cs	12.57	-2.8	4.11	4.26	2.22	-0.15
0.9cm+cs	8.83	3.03	2.17	17.13	1.7	0.32
0.9cm-cs	8.08	2.86	2	-0.15	0.93	-0.2

Tabla 35

Cálculo de resistencia ultima respecto a combinaciones de diseño

Combinaciones de diseño	Pu (tn)	Pnx (tn)	Pny (tn)	Pno (tn)	1/Pu (1 / tn)	<>	Suma (1 / tn)	Estado
1.4 cm +1.7 cv	10.4	-7.39	5.98	198.5	0.096	>	0.027	ok
1.25 (c m + c v) + c s	9.32	-3.46	5.4	198.5	0.107	>	-0.109	ok
1.25 (c m + c v) - c s	8.8	0	0	198.5	0.114	>	0	ok
0.9 cm + c s	6.18	-2.59	5.29	198.5	0.162	>	-0.203	ok
0.9cm-cs	5.66	0	0	198.5	0.177	>	0	ok

Tabla 36

Comprobación de diseño en X-X

Combinaciones de diseño	Pu (tn)	Nu/Ag (kg/cm2)	<>	F'c/20 (kg/cm2)	Vc (tn)	Vu max (tn)	<>	Vux (tn)	Cond.
1.4 c m +1.7 c v	14.8	9.1	<	10.5	13.29	12.36	>	5.02	ok
1.25(c m + c v)+c s	13.3	8.2	<	10.5	13.21	12.36	>	4.29	ok
1.25 (c m + c v)- cs	12.6	7.74	<	10.5	13.17	12.36	>	4.11	ok
0.9cm+cs	8.83	5.43	<	10.5	12.96	12.36	>	2.17	ok
0.9cm-cs	8.08	4.97	<	10.5	12.92	12.36	>	2	ok

Tabla 37

Comprobación de diseño en Y-Y

Combinaciones de diseño	Pu (tn)	Nu/Ag (kg/cm2)	<>	F'c/20 (kg/cm2)	Vc (tn)	Vu max (tn)	<>	Vux (tn)	Cond.
1.4 cm +1.7 cv	14.8	9.1	<	10.5	13.29	12.36	>	0.13	ok
1.25 (c m + c v)+cs	21.6	13.31	>	10.5	13.67	12.36	>	0.37	ok
1.25 (c m + c v)-cs	4.26	2.62	<	10.5	12.71	12.36	>	0.15	ok
0.9cm+cs	17.1	10.54	>	10.5	13.42	12.36	>	0.32	ok
0.9cm-cs	-0.23	-0.14	<	10.5	12.47	12.36	>	0.2	ok

Tabla 38

Cálculo de acero de columnas del Módulo 01

Columna	Dimensiones (Cm)	Superficie de Acero Calculado cm ²	Superficie de Acero Exp. Técnico cm ²
C1	25 x 30	7.84	7.96
C2	25 x 60	15.35	15.92
C3	25 x 45 x 45	15.18	15.92
C4	25 x 65 x 40	10.97 + 11.03	11.36 + 11.94
Ca	15 x 20	2.81	2.84

El acero calculado es parecido a lo ya detallado en el “expediente técnico”, además en los planos se exhiben los detalles de cada columna.

C.2. Vigas

Se realizó la estimación del acero de refuerzo de la viga más reforzada de 25 cm x 50 cm ubicada en el primer nivel eje Y- 6:

DISEÑO POR FLEXION:

CALCULO DE MOMENTOS

Se ha obtenido los Momentos tanto (+) y (-) del programa ETABS v20.1.0

Momento Negativo lado Izquierdo

M (-) Izq = 13887.66 kg-m

Momento Positivo central

M (+) Cen = 11051.52 kg-m

Momento Negativo lado Derecho

M (-) Der = 11219.57 kg-m

CÁLCULOS PREVIOS

Área de acero Mínima

As min = 3.94cm²

Cuantía Balanceada

$\rho_b = 0.021418$

Cuantía Máxima

$0.75 * \rho_b = 0.021418$

CALCULO DE LAS ÁREAS DE ACERO REQUERIDO

Tabla 39

Cálculo de área de acero para columnas del Módulo 01

Vigas	Dimensiones (Cm)	Superficie de Acero Calculado cm ²	Superficie de Acero Exp. Técnico cm ²
V-10B	30 x 20	7.61	7.74
V-10A	25 x 40	9.97	10.54
V-106	25 x 50	16.11	16.76

El cálculo de acero es parecido a los del expediente técnico, además en anexo N° 04 se muestra los detalles de cada una de las vigas.

DISEÑO POR CORTANTE

Cortante Última: según ETABS v20.1.0

$V_u = 15307.28 \text{ kgf/cm}^2$

Separación Máxima de estribos

$$S = 17.61 \text{ cm}$$

Distribución final de estribos

Estribos de $\phi 3/8''$: 1@0.05m; 5@0.10m; 3@0.15m; Rto. @0.15m

C.3. Zapatas

CALCULO DEL AREA DE LA ZAPATA

Cargas Actuantes

Cm: 9.4937 tonf

Cv: 2.3631 tonf

SEx: -0.2226 tonf

SEy: -6.1544 tonf

Mcm: 0.020 tonf

Mcv: 0.021 tonf

Msx: -9.731 tonf

Msy: 0.349 tonf

Tabla 40

Cálculo de combinaciones de diseño

C1	Cm + Cv	11.86 tonf
C2	Cm + Cv + 0.8 SEx	11.68 tonf
C3	Cm + Cv - 0.8 SEx	12.04 tonf
C4	Cm + Cv + 0.8 Sey	6.93 tonf

C5	$C_m + C_v - 0.8 S_{ey}$	16.78 tonf
----	--------------------------	------------

Tabla 41

Cálculo de momentos de diseño

M1	$C_m + C_v$	0.04 tonf
M2	$C_m + C_v + 0.8 S_{Ex}$	-7.74 tonf
M3	$C_m + C_v - 0.8 S_{Ex}$	7.83 tonf
M4	$C_m + C_v + 0.8 S_{ey}$	0.32 tonf
M5	$C_m + C_v - 0.8 S_{ey}$	-0.24 tonf

Cálculo de Peso Adicional

$$\gamma_s = 2.15 \text{ tonf/ m}^3$$

$$\gamma_c = 2.40 \text{ tonf/ m}^3$$

$$h_r = 0.7 \text{ m}$$

$$S_c = 0.3 \text{ tonf/ m}^2$$

$$P_r = h_r * \gamma_s = 1.505 \text{ Tonf/m}^2$$

Datos

$$q_{adm} = 1.07 \text{ kgf/ cm}^2$$

$$h_z = 0.55 \text{ m}$$

$$D_f = h_r + h_z = 1.25 \text{ m}$$

$$B = 1.80 \text{ m}$$

$$T = 1.5 \text{ m}$$

$$A = B * T = 2.7 \text{ m}^2$$

$$c = B/2 = 0.9 \text{ m}$$

$$I = T * B^3/12 = 0.729 \text{ m}^4$$

Cálculo del peso adicional

$$Pad = hz * \gamma_c * A + Pr * A + Sc * A = 8.438 \text{ Tonf}$$

Tabla 42

Combinaciones ultimas para cálculo de áreas

C1s	C1 + Pad	20.29 tonf
C2s	C2 + Pad	20.12 tonf
C3s	C3 + Pad	20.47 tonf
C4s	C4 + Pad	15.38 tonf
C5s	C4 + Pad	25.22 tonf

Cálculo del esfuerzo actuante

Combinación Gravitacional:

$$q1a = \frac{C1s}{A} + M1 * \frac{c}{I} = 0.757 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$q2a = \frac{C1s}{A} - M1 * \frac{c}{I} = 0.747 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Combinación con sismo: $1.3 * 1.07 (qadm) = 1.391 \text{ kg/cm}^2$

Se calcula mediante la formula $\frac{Cis}{A} + Mi * \frac{c}{I}$

Tabla 43

Combinaciones con sismo para cálculo de áreas

q2a	-0.211 kgf/cm ²
q3a	1.724 kgf/cm ²
q2b	1.701 kgf/cm ²
q3b	-0.208 kgf/cm ²
q4a	0.609 kgf/cm ²
q5a	0.905 kgf/cm ²
q4a	0.53 kgf/cm ²
q5a	0.963 kgf/cm ²

Luego para el cálculo de presiones, se tiene que hacer las combinaciones de servicio tanto de cargas axiales como de momentos.

Tabla 44

Combinaciones de cargas axiales

C1	1.4CM + 1.7 CV	17.31 tonf
C2	1.25 (CM+CV) + SEx	14.60 tonf
C3	1.25 (CM+CV) -SEx	15.04 tonf
C4	1.25 (CM+CV) + Sey	8.67 tonf
C5	1.25 (CM+CV) -Sey	20.98 tonf
C6	0.9Cm + SEx	8.32 tonf
C7	0.9Cm - SEx	8.77 tonf
C8	0.9Cm + SEy	2.39 tonf
C9	0.9Cm - SEy	14.70 tonf

Tabla 45

Combinaciones de momentos

M1	1.4CM + 1.7 CV	0.06 tonf.m
M2	1.25 (CM+CV) + SEx	-9.68 tonf.m
M3	1.25 (CM+CV) -SEx	9.78 tonf.m
M4	1.25 (CM+CV) + Sey	0.40 tonf.m
M5	1.25 (CM+CV) -Sey	-298.00 tonf.m
M6	0.9Cm + SEx	-9.71 tonf.m

M7	0.9Cm - SEx	9.75 tonf.m
M8	0.9Cm + SEy	0.37 tonf.m
M9	0.9Cm - SEy	-0.33 tonf.m

Además, se debe de calcular las cargas adicionales que actúan en la zapata:

Tabla 46

Cálculo de cargas adicionales de Zapata

C1	17.31 tonf
C2	14.60 tonf
C3	15.04 tonf
C4	8.67 tonf
C5	20.98 tonf
C6	8.32 tonf
C7	8.77 tonf
C8	2.39 tonf
C9	14.70 tonf

Cálculo de las presiones

Tabla 47

Cálculo de presiones

σ_{1a}	6.449 tonf/m ²
σ_{1b}	6.332 tonf/m ²
σ_{2a}	-6.543 tonf/m ²
σ_{2b}	17.357 tonf/m ²
σ_{3a}	17.649 tonf/m ²
σ_{3b}	-6.505 tonf/m ²
σ_{4a}	3.704 tonf/m ²
σ_{4b}	2.716 tonf/m ²
σ_{5a}	7.401 tonf/m ²
σ_{5b}	8.136 tonf/m ²

Diseño por flexión

$$b = 0.65 \text{ m}$$

$$t = 0.45 \text{ m}$$

$$m = \frac{(B-b)}{2} = 0.575 \text{ m}$$

$$db = \frac{5}{8} * 2.54 \text{ cm} = 0.016 \text{ m}$$

$$d = hz - re - db = 0.459 \text{ m}$$

$$f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$$

$$fy = 4200 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\phi f = 0.90$$

Cálculo de momento ultimo

$$Mu = T * \frac{\sigma \text{ diseño}}{2} = 4.376 \text{ tonf.m}$$

$$\omega = 0.85 - \sqrt{0.7225 - 1.7 * \frac{Mu}{\phi f * f'c * B * d^2}} = 0.006$$

$$\rho = \omega * \frac{f'c}{fy} = 3.063 * 10^{-4}$$

$$As = \rho * B * d = 2.531 \text{ cm}^2$$

Cálculo de área de acero Vertical

$$As_{min y} = \rho_{min} * B * hz = 11.88 \text{ cm}^2$$

Utilizando $\phi 1/2''$

$$N = \frac{As_{min y}}{1.29} = 9.209$$

$$S = \frac{(B - re * 2)}{9} = 0.183m$$

$\emptyset 1/2'' @ 18cm$

Cálculo de área de acero Horizontal

$$As_{min x} = \rho_{min} * T * h_z = 9.9 \text{ cm}^2$$

Utilizando $\emptyset 1/2''$

$$N = \frac{As_{min y}}{1.29} = 7.674$$

$$S = \frac{(B - re * 2)}{9} = 0.236m$$

$\emptyset 1/2'' @ 20cm$

Cortante en 1 dirección

Luego, se tiene que repartir el acero por el cual calculamos la cortante

$$V_u = (m - d) * B * \sigma_{diseño} = 3.682 \text{ tonf}$$

$$\emptyset_c = 0.85$$

$$V_{ur} = \emptyset_c * 0.53 * \sqrt{f'c} * B * d = 53.949 \text{ tonf}$$

Cortante en 2 dirección

$$A_p = \left(b + \frac{d}{2}\right) * \left(t + \frac{d}{2}\right) = 0.598 \text{ m}^2$$

$$\alpha = 30$$

$$b_o = (b + d + t + d) = 2.018 \text{ m}$$

$$\beta = \frac{t}{b} = 0.692$$

$$A_c = A - A_p = 2.102 \text{ m}^2$$

$$V_{ua} = A_c * \sigma_{\text{diseño}} = 37.103 \text{ tonf}$$

Luego el cortante se tiene que comparar con los 3 cortantes resistentes:

$$\beta = \frac{t}{b} = 0.692$$

$$b_o = 2 * (b + d) + 2(t + d) = 4.036 \text{ m}$$

$$\phi_v = 0.85$$

$$V_{c1} = \phi_v * 0.53 \left(1 + \frac{2}{\beta}\right) * \sqrt{f'_c} * b_o * d = 470.469 \text{ tonf} \quad \text{ok}$$

$$V_{c2} = \phi_v * 0.27 \left(\frac{\alpha * d}{b_o} + 2\right) * \sqrt{f'_c} * b_o * d = 333.555 \text{ tonf} \quad \text{ok}$$

$$V_{c3} = \phi_v * 1.06 * \sqrt{f'_c} * b_o * d = 241.956 \text{ tonf} \quad \text{ok}$$

Se realizo el mismo procedimiento para las demás zapatas. En la Tabla 48 se exhibe la síntesis del cálculo de acero:

Tabla 48

Cuadro De resumen de cálculo de acero de cimentaciones del módulo 01

Dimensiones de zapata		Eje	Acero Vertical		Acero Horizontal	
B	T		(Φ 1/2")	@ cm	(Φ 1/2")	@ cm
1.45 m	1.45 m	X-C; Y-9	8	18	8	18
1.80 m	1.50 m	X-C; Y-8	9	18	8	20
1.80 m	1.50 m	X-C; Y-7	9	18	8	20
1.80 m	1.50 m	X-C; Y-6	9	18	8	20
1.80 m	1.50 m	X-C; Y-5	9	18	8	20
1.80 m	1.50 m	X-C; Y-4	9	18	8	20

1.45 m	1.45 m	X-C; Y-3	8	18	8	18
1.20 m	1.30 m	X-B; Y-3	6	17.5	7	17.5
1.30 m	1.40 m	X-B; Y-4	7	18	7	18
1.30 m	1.40 m	X-B; Y-5	7	18	7	18
1.20 m	1.30 m	X-B; Y-9	6	17.5	7	17.5
1.60 m	1.60 m	X-A; Y-3	8	18	8	18
1.90 m	1.60 m	X-A; Y-4	10	18	9	20
1.90 m	1.60 m	X-A; Y-5	10	18	8	20
1.90 m	1.80 m	X-A; Y-6	10	18	9	20
1.90 m	1.80 m	X-A; Y-7	10	18	9	20
1.90 m	1.80 m	X-A; Y-8	10	18	9	20
1.60 m	1.60 m	X-A; Y-9	8	18	8	18

Resultados de Ensayo no destructivo Esclerómetro

El ensayo realizando en 6 columnas del Módulo 01 de la I.E A.A.C- Moran Lirio mediante el esclerómetro se obtuvo los siguientes resultados en comparación a la firmeza de diseño tomado del expediente técnico.

Tabla 49

Resistencia promedio mediante Esclerómetro

Columna	Nivel	Eje	Resistencia promedio kg/cm ²	Resistencia de diseño kg/cm ²
C2	1	"X-A" - "Y-5"	275.6	210
C3	1	"X-A" - "Y-3"	280.7	210
C4	1	"X-A" - "Y-6"	300.6	210
C4	2	"X-C" - "Y-8"	259.1	210
C3	2	"X-C" - "Y-9"	260.7	210
C4	2	"X-C" - "Y-4"	270.8	210

Los datos de registro de ensayo - esclerómetro en campo se muestra en el anexo N° 03.

CAPITULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Estudio Patológico

Según 3.2.2 tabla N.º 11 las lesiones registradas durante la investigación son leves a la vez reparables, sin embargo, deben ser atendidas de una manera urgente para que dichos elementos estén en un buen estado ya que no demanda de mucho tiempo y costo, especialmente en el eje X-C primer nivel y en el eje Y- 6.

4.2. Modelamiento

4.2.1. Sistema Estructural

El sistema estructural según el expediente técnico en X es pórticos de concreto armado mientras en Y es albañilería confinada el cual fue analizado según la NT E.030 -2006, verificando con el modelamiento en ETABS v20.1.0 y haciendo el análisis con la NT E.030-2018 nos sale el mismo sistema estructural en X e Y, por lo que, R en $X = 8$ y $Y=3$.

En la tabla N° 15 en el eje X se ha obtenido el sistema aporticado donde muestra que diestramente el 100% de la cortante esta resistida por las columnas el cual cumple según la norma técnica E.030-2018 especifica que al menos debe ser el 80% de la cortante en la base; además en Y se tiene ejes con pórticos y albañilería el cual se ha considerado el más crítico que es la albañilería confinada el cual absorbe un 71.7% de la cortante basal.

4.2.2. Distorsión de Derivas

Las derivas para un sismo estático con $R= 8$ en la tabla N.º 21 en la dirección X es 0.00443544; en la tabla N.º 22 Para la dirección Y es 0.00085671 para un $R=3$, en tanto las derivas para un sismo dinámico, en la tabla N.º 23, para la dirección X es 0.00443544 para un $R=8$ y en la tabla N.º 24 para la dirección Y es 0.00087038 para un $R=3$, por lo que cumple con la NT E.030-2018.

4.2.3. Cortante Basal

De acuerdo, a la NT E.030-2018; la cortante basal dinámico debe ser mayor a un porcentaje de la cortante basal estática, el cual depende si el módulo es considerado “Regular” o “Irregular”. En este caso al ser la estructura regular, se debe considerar que:

$$Cortante\ dinámico > 0.80\ Cortante\ estático$$

En la tabla N° 30 se muestra que el cortante basal dinámico fue escalado en Y, el factor de escala es 1.1.

4.2.4. Verificación de Elementos de Concreto Armado

Vigas: Se efectuó la comprobación de diferentes vigas por flexión y cortante mostrando comportamiento adecuado, además de cumplir con lo mencionado en el “expediente técnico”.

Columnas: Se hizo la verificación por flexo compresion y por cortante consumando con el ET NTP E.060-2009.

Zapatas: Se ha realizado el análisis en 18 zapatas de diferentes dimensiones que se muestra en la Tabla N° 48, de acuerdo a los cálculos obtenidos el área de acero mínimo tiene relación respecto a los planos del expediente técnico.

4.2.5. Ensayo de Esclerometría

Según el expediente técnico la firmeza del concreto para columnas es $f'_c = 210\text{ kg/cm}^2$, realizado el ensayo de esclerómetro en 6 columnas del módulo 01 de la I.E AAC- Moran Lirio se ha obtenido como $f'_c = 275.6, 280., 280.7, 300.6, 259.1, 260.7, \text{ y } 270.8\text{ kg/cm}^2$ los cuales los valores calculados son mayores a la resistencia de diseño.

4.3. Contraste de la Hipótesis

Se realizo la comprobación estructural del módulo 01 de la institución Andrés Avelino Cáceres el cual cumple con la NT E.030 - 2018, además el análisis de área de acero de los componentes estructurales y cimentaciones cumplen respecto a la norma E.060.

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Se efectuó el análisis estructural del módulo 01 de la institución “Andrés Avelino Cáceres” - Moran Lirio el cual se soporta convenientemente ante un análisis estático y dinámico en X e Y, por lo que. cumple con la NT E.030-2018.

Se verifico el sistema estructural obteniendo en X pórticos de concreto armado correspondiente a un $R= 8$ el cual absorbe más del 80% de la cortante basal tal como lo especifica la NT E.030 -2018, Además en Y los muros absorben 71.7% de la cortante en la base, por lo que, se considera, un sistema estructural de albañilería confinada correspondiente a un $R=3$, pero según el artículo 17, tabla N° 06 de la NT E.030 -2018 no es adecuado el sistema estructural empleado para edificaciones esenciales, categoría A pertenecientes a la zona 2.

Las derivas, en X es de 0.004435 e Y es 0.0008567, las cuales cumplen según la NT E.030-2018 según los parámetros que, brinda para pórticos de concreto armado y albañilería confinada.

El área de acero de refuerzo según expediente técnico para los componentes estructurales tanto vigas y columnas cumple con la norma técnica E.060 – 2009.

El área de acero mínimo de las cimentaciones tiene relación con el “expediente técnico” además en los ejes: XC-Y6; XC-Y4; XA-Y6 y XA-Y4 no cumplen con su respectiva área debido a que los esfuerzos calculados son mayores al esfuerzo admisible.

Según el estudio patológico realizado en la I.E Andrés Avelino Cáceres -Moran Lirio se obtuvo que las lesiones se producen mayormente en los acabados el cual no afectara a ninguno elemento estructural tanto en su resistencia ni rigidez.

En el ensayo de esclerometría realizado en 6 elementos estructurales (Columnas), la resistencia mínima obtenida en una de ellas es de 259.1 kg/cm² por lo que esta sobre la resistencia de diseño según el expediente técnico que es $f'_c = 210$ kg/cm².

Recomendaciones

Se recomienda evaluar el desempeño sísmico y daño del módulo 01 de la I.E AAC-Moran Lirio mediante curvas de fragilidad.

Para utilizar un adecuado sistema estructural, en este caso para instituciones educativas según la zona donde se encuentre ya que son estructuras de categoría esencial.

Desacoplar los tabiques que están adheridos a las columnas ya que son elementos estructurales que pueden sufrir daño frente a un suceso telúrico según la NT E 0.30-2018.

Se recomienda intervenir las lesiones actuales tanto (físicas, mecánicas y químicas) en el módulo 01 de la IE Andrés Avelino Cáceres -Moran Lirio por el cual deben realizarse procesos de mantenimiento habitual, por el mismo hecho seguirá un deterioro progresivo.

Para obtener datos más exactos en la resistencia de concreto se recomienda realizar ensayos como ultrasonido, extracción de testigos

Se recomienda aumentar de área las zapatas en los ejes: XC-Y6; XC-Y4; XA-Y6 y XA-Y4

REFERENCIAS

Aldana Cutipa, L y Pilco Mamani, E (2020), *Análisis comparativo de la resistencia del concreto en muros de contención por esclerómetro y rotura de cilindros en el distrito de ciudad nueva, tacna-2020*” **Universidad Privada de Tacna**. Escuela profesional de Ingeniería Civil.

<https://repositorio.upt.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12969/1543/Aldana-Cutipa-Pilco-Mamani.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Argüello Rueda, F y Castellanos Salazar, M (2015), *Prototipo de vivienda de bajos recursos con material reciclado (modelación sap, caracterización de los materiales, animación virtual)*, Universidad Católica De Colombia Facultad De Ingeniería Programa De Ingeniería Civil Bogotá D.C.

<https://core.ac.uk/download/pdf/71895087.pdf>

Alzáte Buitrago, A. (2015). *Evaluación de la vulnerabilidad estructural para el sector educativo en el municipio de dos quebradas*, **Universidad Libre Seccional Pereira**.

<https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/17069/EVALUACI%C3%93N%20DE%20LA%20VULNERABILIDAD.pdf?sequence=1>

Arias López, C. y Castañeda Flores, G. (2019). *Evaluación estructural del reservorio r-15 de la ciudad de Tacna para determinar su vulnerabilidad sísmica*. **Universidad Privada de Tacna**

<https://repositorio.upt.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12969/1154/Arias-Lopez-Casta%C3%B1eda-Flores.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Broto Comerma (2012) Enciclopedia de broto patologías de construcción

https://books.google.com.pe/books/about/Enciclopedia_Broto_de_patolog%C3%A1Das_de_la.html?hl=es&id=z2pOAAAACAAJ&redir_esc=y

Campiño Sánchez, J (2018) Patología Estructural Institución Educativa Nueva Granada Municipio de Dosquebradas,

<https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/16989/PATOLOGIA%20>

[ESTRUCTURAL%20INSTITUCION%20EDUCATIVA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](#)

Calle Nizama, C. (2017). *Vulnerabilidad estructural de la I.E N° 10024 Nuestra Señora de Fátima*. **Universidad Señor de Sipán**.
<https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/4228>

Campos Irigoín, R. (2019). *Riesgo sísmico del edificio del comedor universitario de la Universidad Nacional de Cajamarca*. **Universidad Nacional de Cajamarca**.
<https://1library.co/document/qo5n367y-riesgo-sismico-edificio-comedor-universitario-universidad-nacional-cajamarca.html>

Canchaya Inga, S. y Vargas Flores, R. (2017). *Estudio comparativo entre el análisis sísmico estático y el dinámico, del nuevo aula de ingeniería civil de la universidad científica del Perú – UCP - Tarapoto – 2017*. Universidad Científica del Perú- UCP.

Cruz Herrera, W. y Pérez, G. (2017). *Estudio de patología estructural institución educativa Enrique Millán Rubio*. *Universidad Autónoma de México*.
<https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/17011/ESTUDIO%20DE%20PATOLOGIA%20ESTRUCTURAL%20DE%20LA%20ESCUELA%20ENRIQUE%20MILLAN%20RUBIO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Fustamante Ibazeta, E. (2018). *Ingeniería sísmica basada en desempeño aplicando la Norma E. 030-2018 para el diseño de una edificación multifamiliar de 12 niveles con 3 sótanos ubicada en la ciudad de Lima, distrito de Miraflores*. Universidad San Martín De Porres. <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/4227>

Giordani, C. y Leone, D. (2014). *Estructuras. / Cátedra Ingeniería Civil I / Departamento de Ingeniería Civil*. **Universidad Tecnológica nacional Facultad regional Rosario**.
https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/1_año/civil1/files/IC%20I-Estructura.pdf

Gómez Padilla, J. (2004) *Excentricidad accidental en el análisis sísmico*. **Universidad Nacional de Ingeniería**. <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/2924>

Gonzales Paliza, E. (2018), *Evaluación estructural del hall de san jerónimo de la iglesia de la natividad de belén*. **Pontificia Universidad Católica del Perú**.
<http://repositorio.concytec.gob.pe/handle/20.500.12390/1542>

- Guerrero Zavaleta, N. (2021). *Evaluación estructural del bloque “b1” de la I.E. Jaén de Bracamoros, de la ciudad de Jaén, 2019. Universidad Nacional de Cajamarca.*
- Harmsen, T. (2017). Diseño de estructuras de concreto armado
<https://www.fondoeditorial.pucp.edu.pe/ciencias-e-ingenieria/613-diseno-de-estructuras-de-concreto-armado.html>
- Luna Jacobs, D y García Casanova, J. (2017). *Diseño de un edificio de viviendas en San Isidro. Pontifica Universidad Católica del Perú.*
https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/11997/TIC2_1602_LUNA_JACOBS_GARCIA_CASANOVA_TESIS.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Marín Marín, F. (2014). *Determinación de la vulnerabilidad sísmica de los pabellones 1 y 2 de la I.E estatal Ramón Castilla y Marquesado del distrito de Jaén — Cajamarca. Universidad Nacional de Cajamarca.*
- Melo Martínez, J. y Torres Sánchez, E. (2015). *Análisis preliminar de la vulnerabilidad sísmica del bloque uno de la Universidad de Nariño sede Torobajo. Informe final de Trabajo de Grado. Universidad de Nariño, San Juan de Pasto.*
<http://sired.udenar.edu.co/1761/>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, (2009). *Concreto Armado E.060, Reglamento Nacional de Edificaciones, El Peruano, Lima*
<https://drive.google.com/file/d/19EYUVMgwvm6rDs47GV374avco2ylU5Kz/view>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, (2018). *Diseño Sismorresistente E.030, Reglamento Nacional de Edificaciones, El Peruano, Lima*
<https://drive.google.com/file/d/1W14N6JldWPN8wUZSqWZnUphg6C559bi-/view>
- Morales Morales, R. (2006). Diseño de concreto armado
https://www.academia.edu/36765239/Dise%C3%B1o_de_concreto_armado_robert_o_morales
- Norma Técnica Guatemaleca. Método de Ensayo. Determinación del número de rebote en concreto endurecido NTG 41017 h11 (ASTM C85).
https://conred.gob.gt/normas/NRD3/2_concreto/norma_coguanor_ntg_41017_h11_astm_c805.pdf

- Oviedo Sarmiento, R. (2019). *Diseño Sismorresistente de Edificaciones de Concreto Armado. 2 ed. Lima, Perú, Oviedo Ingeniería EIRL. 374 p.*
https://www.google.com/search?q=Oviedo%2C+R.+2019.+Dise%C3%B1o+Sismorresistente+de+Edificaciones+de+Concreto+Armado.+2+ed.+Lima%2C+Per%C3%BA%2C+Oviedo+Ingenier%C3%ADa+EIRL.+374+p.&rlz=1C1VDKB_esPE995PE995&oq=Oviedo%2C+R.+2019.+Dise%C3%B1o+Sismorresistente+de+Edificaciones+de+Concreto+Armado.+2+ed.+Lima%2C+Per%C3%BA%2C+Oviedo+Ingenier%C3%ADa+EIRL.+374+p.&aqs=chrome..69i57.491j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8
- Orderique Pacherras, C. (2019) *Evaluación estructural aplicando el método de índices de vulnerabilidad en la I.E. Santa Lucía, Provincia Ferreñafe – Región Lambayeque.* Universidad Cesar Vallejo
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/36482?locale-attribute=es>
- Peralta Gálvez, H., Sánchez Tizapa, S., Arroyo Matus, R. (2014) *Incertidumbre en la evaluación de periodos en edificios de mampostería tipo INFONAVIT ubicados en Chilpancingo, Guerrero.* Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes.
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5475803.pdf>
- Picon Vargas, C. y Vargas Martinez, D. (2011). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de la sede principal del colegio de Santander en Bucaramanga.* (Tesis para la Obtención del Título Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia).
- Quispe Ledesma, F. (2015) análisis y diseño estructural comparativo con la norma sísmica resistente E. 030 – 2014 vs E.030 – 2003 de un edificio multifamiliar de 5 pisos en el distrito de Surquillo. Universidad Ricardo Palma
https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/2190/quispe_f.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ramos Díaz, J. (2018). *Evaluación estructural del Bloque A1 de la I.E emblemática Jaén de Bracamoros, provincia de Jaén — Cajamarca. Universidad Nacional de Cajamarca.* <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/1993>

R. C. Hibbeler (2012). *Análisis Estructural* (8va ed.)

<https://pdfslide.net/documents/analisis-estructural-r-c-hibbeler-8-edicion.html?page=1>

Remache Ortega, B. (2019). *Análisis comparativo del diseño estructural de un proyecto de vivienda multifamiliar en concreto armado, aplicando el reglamento nacional de edificaciones, norma e.030 (2014) y reglamento nacional de edificaciones, norma e.030 (2016)*. **Facultad de ingeniería y arquitectura, Universidad Peruana Unión.**

https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/2121/Byron_Tesis_Licenciatura_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ruiz Guanilo, I. (2020). *Análisis de vulnerabilidad sísmica para propuestas de reforzamiento estructural de la I.E Pedro Abel Labarthe Durand-Chiclayo.*

Universidad Señor de Sipán.

<https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/8269/Ruiz%20Guanilo%20Isa%C3%ADas%20Fernando.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Silva García, D. y Del Águila Rojas, D. (2019). *Respuestas sísmicas para un edificio de sistema de muros estructurales ubicado en el distrito de San Miguel, comparando la norma E030 y la NCH 433.OF1996 - año 2019.* **Universidad Ricardo Palma -Lima.**

file:///C:/Users/ELKAR/Downloads/T030_70398176_T.pdf

Valdivia Chilón, J. (2019). *Análisis comparativo del diseño estructural de una edificación de tres niveles de estructura irregular según las normas de sismorresistencia E.030-2006 y la E.030-2016, en la ciudad de Cajamarca.* **Universidad Nacional de Cajamarca.**

<https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/3351>

Véliz Indacochea, C. (2018), *Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de Edificios de Hormigón Armado: Aplicación al Área Urbana del Centro Histórico de la Ciudad de Portoviejo.* **Escuela Superior de tecnología e Gestao.**

<file:///C:/Users/ELKAR/Downloads/disserta%C3%A7%C3%A3o+MEC-CC+Crist%C3%B3bal+Fabi%C3%A1n+V%C3%A9liz+Indacochea.pdf>

Villanueva Alcalde, A. (2018). *Evaluación de Patologías en edificaciones de cinco*

instituciones educativas públicas del distrito de Pimentel-Chiclayo. **Universidad Señor**

de Sipan

<https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/5034/Villanueva%20Alcalde%20Angela%20Viviana.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

.

ANEXOS

ANEXO 01: Panel fotográfico de lesiones registradas en el módulo 01 de la I.E AAC-Moran Lirio durante la inspección realizada.

Fotografía 1. Desprendimiento de pintura en columna y muro



Fotografía 2. Desprendimiento de pintura en viga Y-8 primer nivel y voladizo



Fotografía 3. Desprendimiento de pintura en muros primer nivel



Fotografía 4. Erosión mecánica de parapeto y junta de dilatación eje y-6, 2do nivel



Fotografía 5. Erosión mecánica y deterioro de junta Y-5 segundo nivel



Fotografía 6. Erosión mecánica Primer nivel



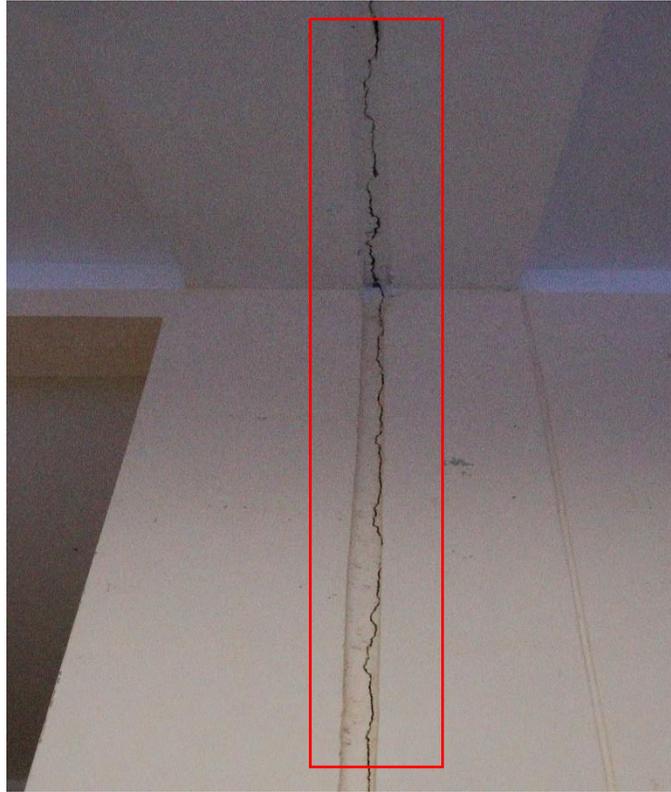
Fotografía 7. Fisuración muro eje A primer nivel



Fotografía 8. Fisuración al borde de la junta y desprendimiento de pintura



Fotografía 9. Grieta en la junta de dilatación separación estructura y escalera



Fotografía 10. Hongo eje X – C



ANEXO 02: Panel fotográfico de ensayo no destructivo de esclerometría en columnas del Módulo 01 de la I.E AAC- Moran Lirio y hoja de campo utilizada.

Fotografía 1: Preparación del área donde se va a realizar el ensayo



Fotografía 2: Ensayo con esclerómetro en columnas del 1er Nivel



Fotografía 3: Ensayo con esclerómetro en columnas del 2do Nivel



ANEXO 03: Registro de ensayo no destructivo - esclerómetro en cada columna y obtención del $f'c$ (kg/cm^2) del Módulo 01 de la I.E AAC- Moran Lirio y hoja de campo utilizada.

Tabla 1: Registro de ensayo – esclerómetro C2 eje “X-A”- “Y-5”

COLUMNA C2 EJE "X-A" –“Y-5” – 1ER NIVEL		
Dirección	Horizontal	
N°	Validos	$f'c$ (kg/cm^2)
1	32	274
2	33	291
3	32	274
4	31	257
5	31	257
6	32	274
7	34	307
8	32	274
9	33	291
10	31	257

Tabla 2: Columna C2 eje “X-A” – “Y-5” 1er Nivel

Promedio Rebote Valido	32.1	32	
Promedio Resistencia		275.6	kg/cm ²
Desv. Stand.		16.7	kg/cm ²
Coef. Variación		6.1	%
Resistencia Diseño % (f'c)		210	kg/cm ²

Figura 1: Ensayo de esclerometría C2 1er Nivel

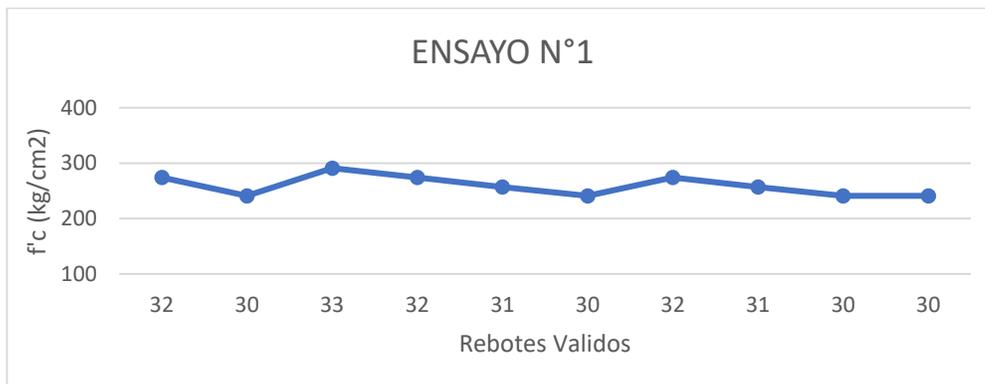


Tabla 3: Registro de ensayo – esclerómetro C3 eje “X-A”- “Y-3”

COLUMNA C3 EJE "X-A" – “Y-3” - 1ER NIVEL		
Dirección	Horizontal	
N°	Validos	fc' (kg/cm2)
1	30	241
2	32	274
3	33	291
4	34	307
5	32	274
6	33	291
7	34	307
8	31	257

9	33	291
10	32	274

Tabla 4: Columna C3 eje “X-A” – “Y-3” 1er Nivel

Promedio Rebote Valido	32.4	32
Promedio Resistencia	280.7	kg/cm ²
Desv. Stand.	21	kg/cm ²
Coef. Variación	7.5	%
Resistencia Diseño % (f'c)	210	kg/cm ²

Figura 2: Ensayo de Esclerometría C3 1er Nivel

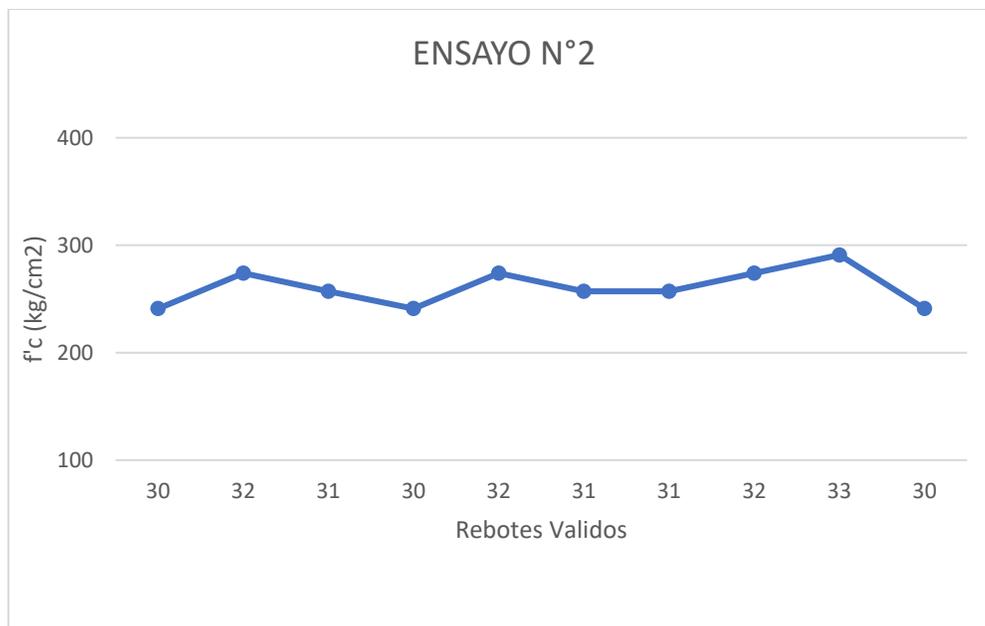


Tabla 5: Registro de ensayo – esclerómetro C4 eje “X-A”- “Y-6”

COLUMNA C4 EJE "X-A" – “Y-6” - 1ER NIVEL		
Dirección	Horizontal	
N°	Validos	fc' (kg/cm ²)

1	34	307
2	34	307
3	35	324
4	33	291
5	34	307
6	33	291
7	32	274
8	34	307
9	33	291
10	34	307

Tabla 6: Columna C4 eje “X-A” – “Y-6” 1er Nivel

Promedio Rebote Valido	33.6	34
Promedio Resistencia	300.6	kg/cm ²
Desv. Stand.	13.9	kg/cm ²
Coef. Variación	4.6	%
Resistencia Diseño % (f'c)	210	kg/cm ²

Figura 3: Ensayo de Esclerometría C4 1er Nivel

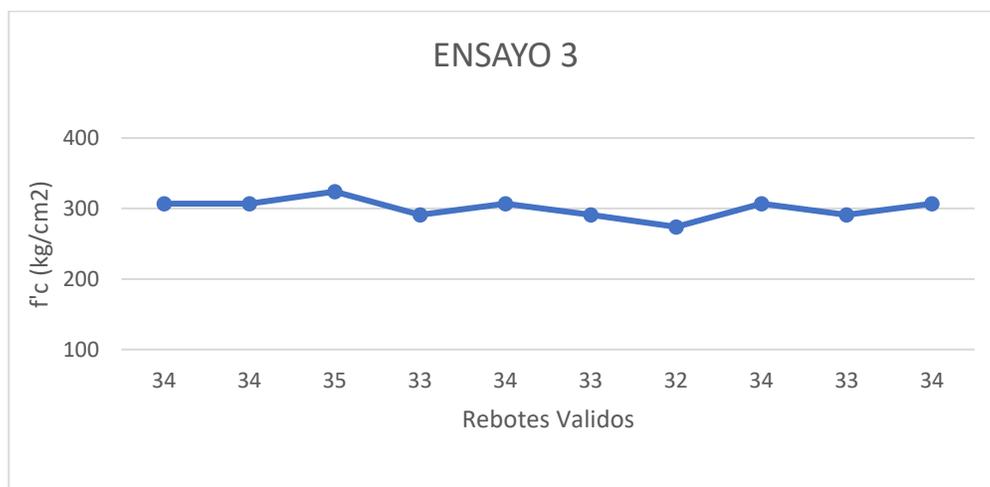


Tabla 7: Registro de ensayo – esclerómetro C4 eje “X-C”- “Y-8”

COLUMNA C4 EJE "X-C" – "Y-8" – 2DO NIVEL		
Dirección	Horizontal	
Nº	Validos	fc' (kg/cm ²)
1	32	274
2	30	241
3	33	291
4	32	274
5	31	257
6	30	241
7	32	274
8	31	257
9	30	241
10	30	241

Tabla 8: Columna C4 eje "X-C" – "Y-8" 2do Nivel

Promedio Rebote Valido	31.1	31
Promedio Resistencia	259.1	kg/cm ²
Desv. Stand.	18.3	kg/cm ²
Coef. Variación	7	%
Resistencia Diseño % (f'c)	210	kg/cm ²

Figura 4: Ensayo de Esclerometría C4 2do Nivel

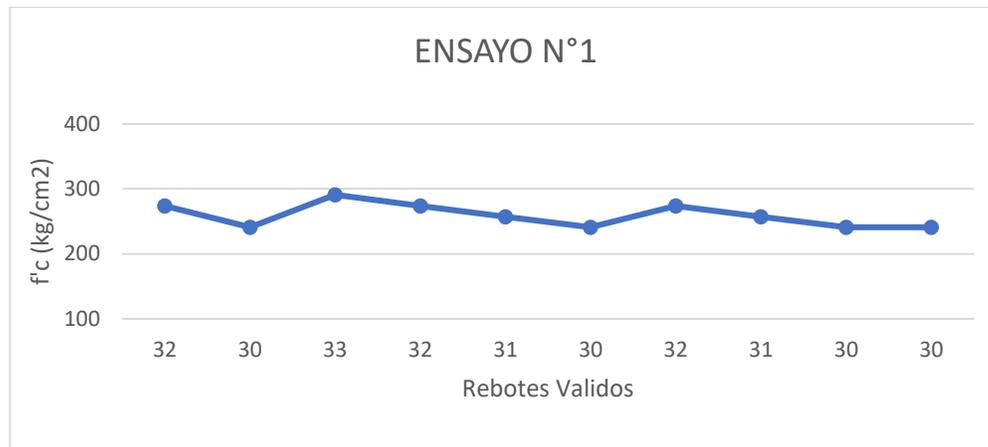


Tabla 9: Registro de ensayo – esclerómetro C3 eje “X-C”- “Y-9”

COLUMNA C3 EJE "X-C" –“Y- 9” - 2DO NIVEL		
Dirección	Horizontal	
N°	Validos	fc' (kg/cm2)
1	30	241
2	32	274
3	31	257
4	30	241
5	32	274
6	31	257
7	31	257
8	32	274
9	33	291
10	30	241

Tabla 10: Columna C3 eje “X-C” – “Y-9” 2do Nivel

Promedio Rebote Valido	31.2	31	
Promedio Resistencia		260.7	kg/cm ²
Desv. Stand.		17.2	kg/cm ²
Coef. Variación		6.6	%
Resistencia Diseño % (f'c)		210	kg/cm ²

Figura 5: Ensayo de Esclerometría C3 2do Nivel

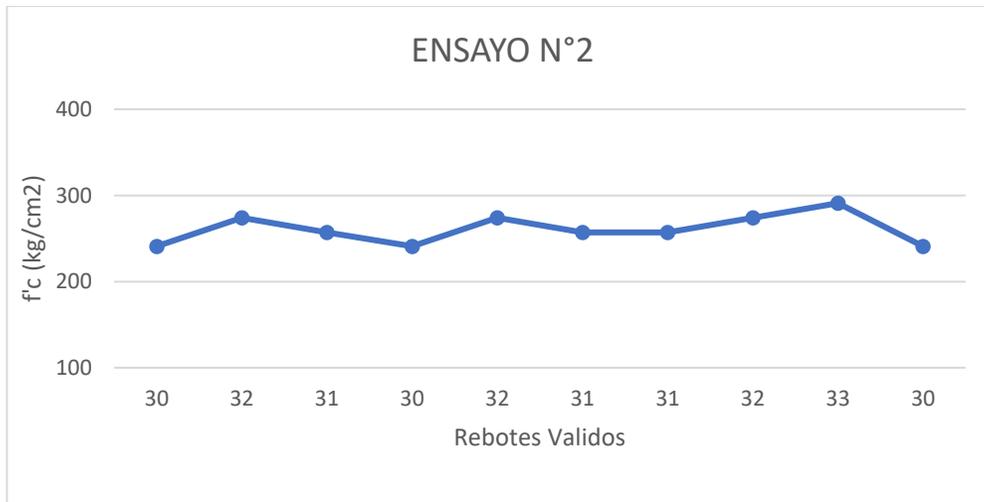


Tabla 11: Registro de ensayo – esclerómetro C4 eje “X-C”- “Y-4”

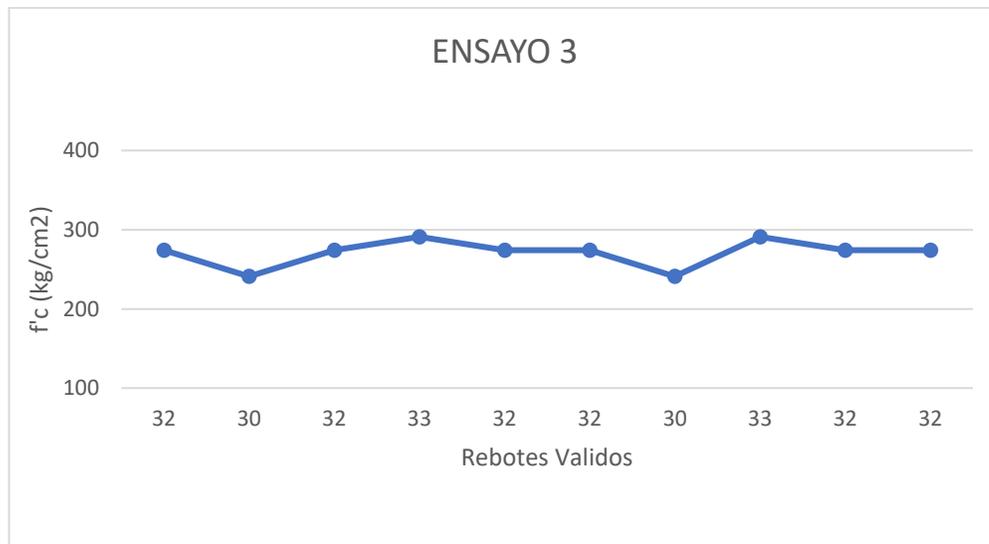
COLUMNA C4 EJE "X-C" – “Y-4” - 2DO NIVEL		
Dirección	Horizontal	
N°	Validos	f'c (kg/cm ²)
1	32	274
2	30	241
3	32	274
4	33	291
5	32	274
6	32	274

7	30	241
8	33	291
9	32	274
10	32	274

Tabla 12: Columna C4 eje “X-C” – “Y-4” 2do Nivel

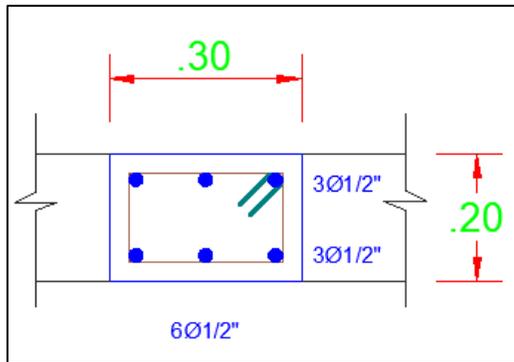
Promedio Rebote Valido	31.8	32
Promedio Resistencia	270.8	kg/cm ²
Desv. Stand.	17.2	kg/cm ²
Coef. Variación	6.3	%
Resistencia Diseño % (f'c)	210	kg/cm ²

Figura 6: Ensayo de Esclerometría C4 2do Nivel

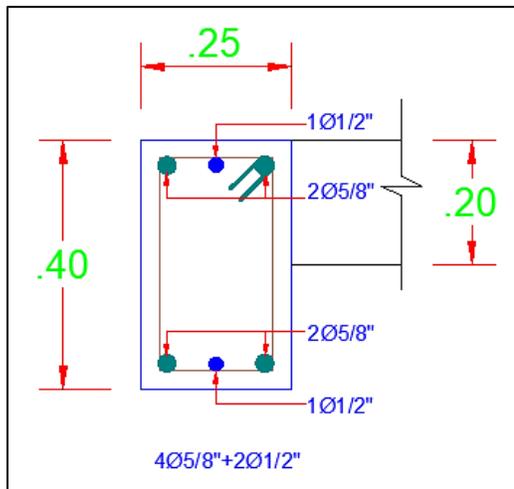


ANEXO 04: Área de acero en vigas del Módulo 01 de la I.E AAC- Moran Lirio.

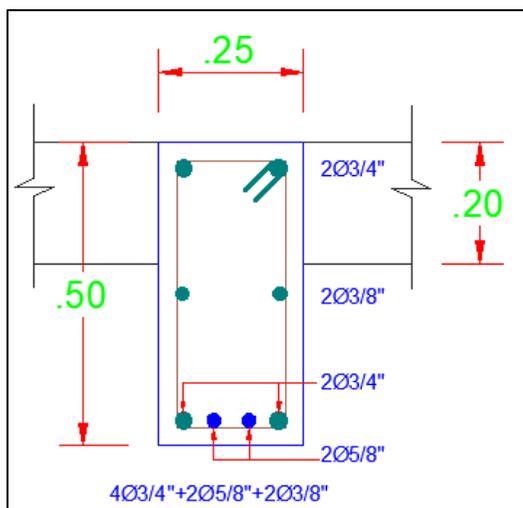
VIGA V-10B (30x20) corte 7-7



VIGA V-10A (25x40) corte 6-6



VIGA V-106 (25x50) corte K-K



Calibración de Esclerómetro

CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

Área de Metrología
Laboratorio de Dureza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LD - 014 - 2021

Página 1 de 2

1. Expediente	03829-2021
2. Solicitante	B&B GEOLAB E.I.R.L.
3. Dirección	AV. INDUSTRIAL NRO 266 - LA LIBERTAD - PACASMAYO - GUADALUPE
4. Instrumento de medición	MARTILLO PARA PRUEBA DE CONCRETO ESCLERÓMETRO
Marca	FORNEY
Modelo	NO INDICA
Número de Serie	110
Alcance de Indicación	100 Número de Rebote
Div. Escala / Resolución	1 Número de Rebote
Identificación	NO INDICA
Tipo	ANALÓGICO
5. Fecha de Calibración	2021-08-09

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2021-08-10

Jefe de Laboratorio de Metrología


MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello





CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LD - 014 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Dureza

Página 2 de 2

6. Método de Calibración

La calibración fue efectuada mediante una serie de mediciones del instrumento a calibrar en comparación con los patrones de referencia del laboratorio de calibración considerando las especificaciones requeridas en la norma internacional ASTM C 805 "Standard Test Method for Rebound Number of Hardened Concrete".

7. Lugar de calibración

Ubicación del equipo.

Jr Sondondo s/n, Distrito de Cabana, Provincia Lucanas y Departamento de Ayacucho

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	17.4 °C	17.6 °C
Humedad Relativa	45 %	45 %

9. Patrones de referencia

Patrón utilizado	Certificado de calibración
Yunque de Calibración	LABORATORIO DE MATERIALES / PUCP MAT-ABR-0345-2021

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- El yunque de calibración se colocó sobre una base rígida para obtener números de rebote confiable.
- La calibración en el yunque de calibración, no garantiza que el martillo dará lecturas repetibles en otros puntos de la escala de lectura.

11. Resultados de Medición

Número de Mediciones	Lectura Indicada del Instrumento a Calibrar
1	80.0
2	80.0
3	80.0
4	80.0
5	80.0
6	81.0
7	81.0
8	80.0
9	80.0
10	80.0
PROMEDIO	80.2
Desv. Estándar	0.42

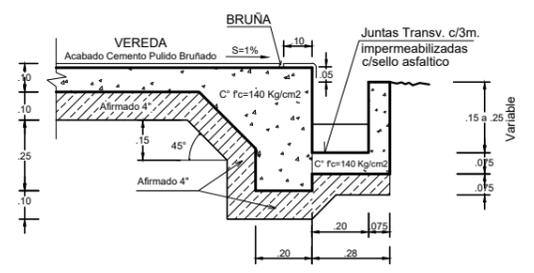
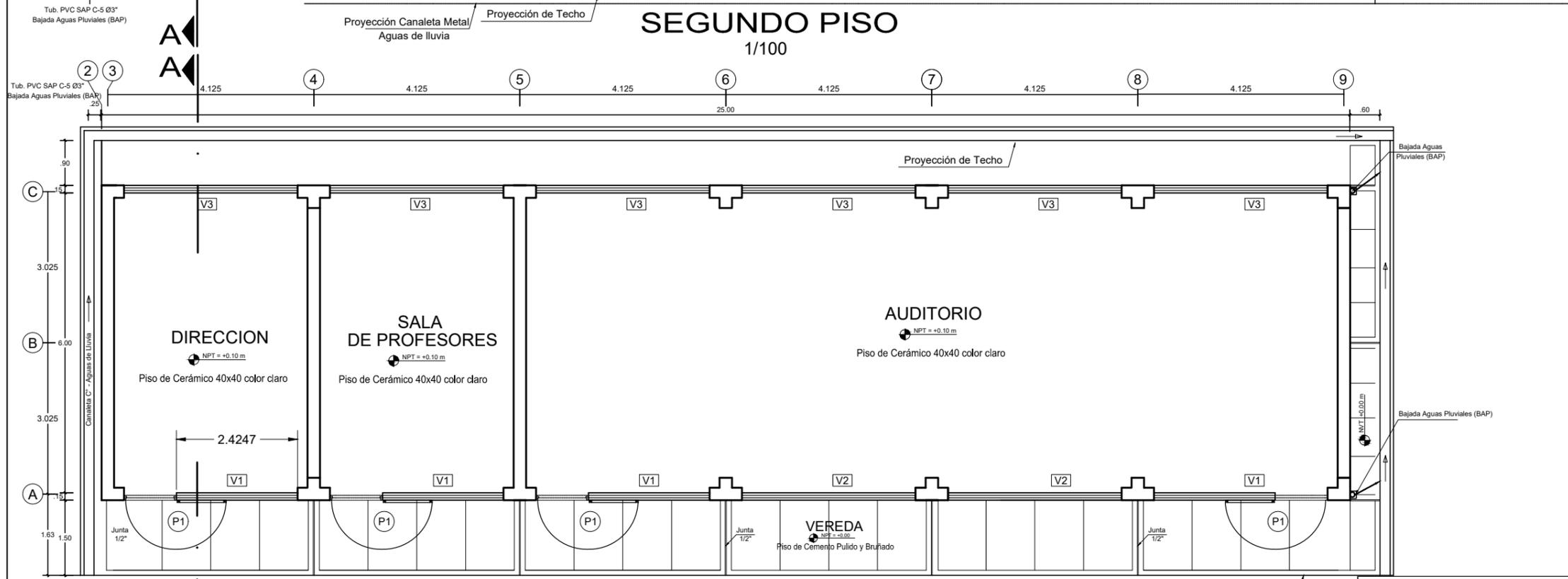
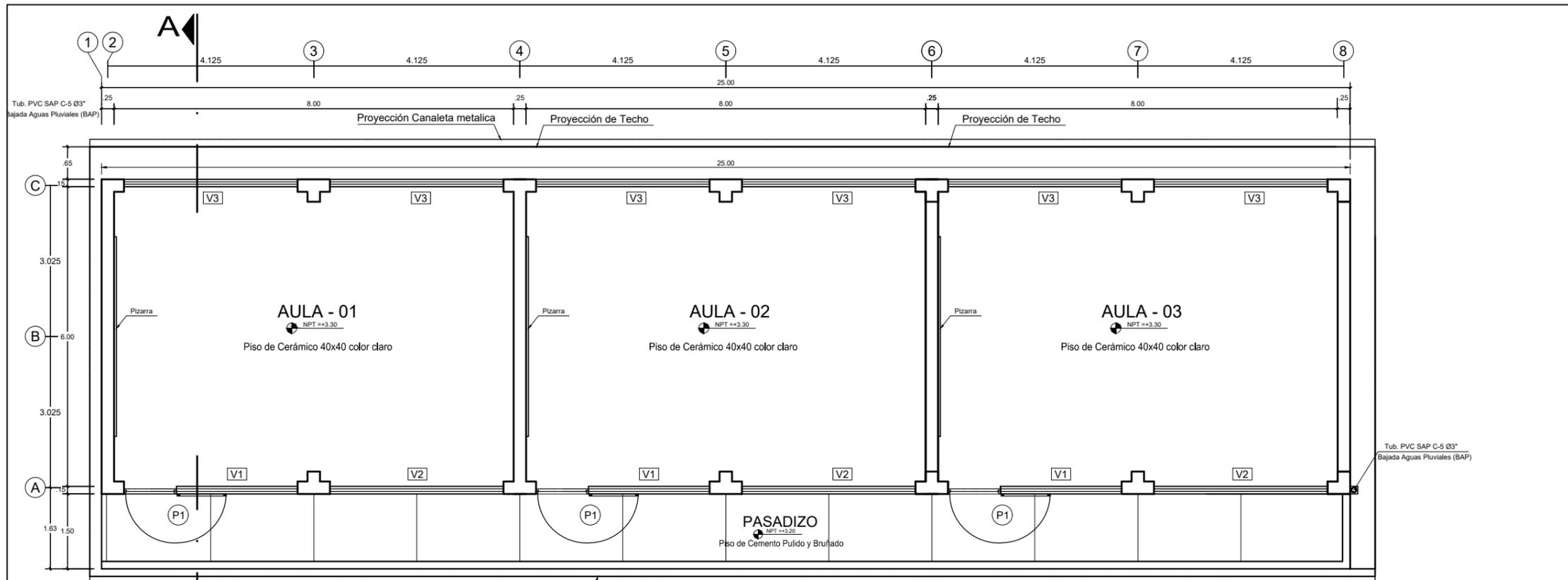


Nota 1.- Para una mejor toma de datos se subdividió la división mínima del equipo en 2 partes.

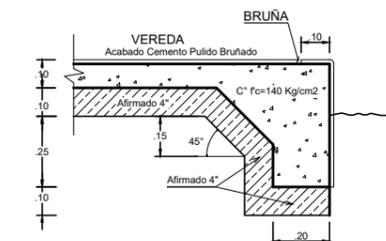
Nota 2.- El error máximo permitido de rebote para un esclerómetro es de 80 ± 2 , según norma internacional ASTM C805.

FIN DE DOCUMENTO

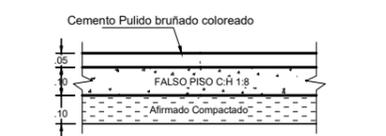
ANEXO 05: Planos de Arquitectura del módulo 01 de la I.E AAC- Moran Lirio



VEREDA Y CANALETA DE CONCRETO
1/25



DETALLE DE SARDINEL EN VEREDA
1/25



PISOS INTERIORES - CEMENTO PULIDO
1/25



PISOS INTERIORES - CERAMICO
1/25

CUADRO DE VANOS							
PUERTAS Y VENTANAS							
ITEM	DESC.	ANCHO	ALTO	ALFEIZER	CANTIDAD	MATERIAL	DETALLES
(P1)		1.05	2.75	—	07	MADERA CEDRO	Puerta de tablero
(P2)		0.90	2.75	—	01	MADERA CEDRO	Puerta de tablero
(V-1)		2.43	1.55	1.20	06	MADERA CEDRO	C/Vidrio Semidoble Incoloro
(V-2)		3.47	1.55	1.20	06	MADERA CEDRO	C/Vidrio Semidoble Incoloro
(V-3)		3.47	1.25	1.50	12	MADERA CEDRO	C/Vidrio Semidoble Incoloro
(V-4)		3.15	0.40	1.20	01	MADERA CEDRO	C/Vidrio Semidoble Incoloro
(V-5)		3.15	1.50	1.20	01	MADERA CEDRO	C/Vidrio Semidoble Incoloro

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL MÓDULO 01 DE LA I.E. SECUNDARIA "ANDRÉS AVELINO CÁCERES" DEL C.P. MORÁN LIRIO, HUALGAYOC- CAJAMARCA

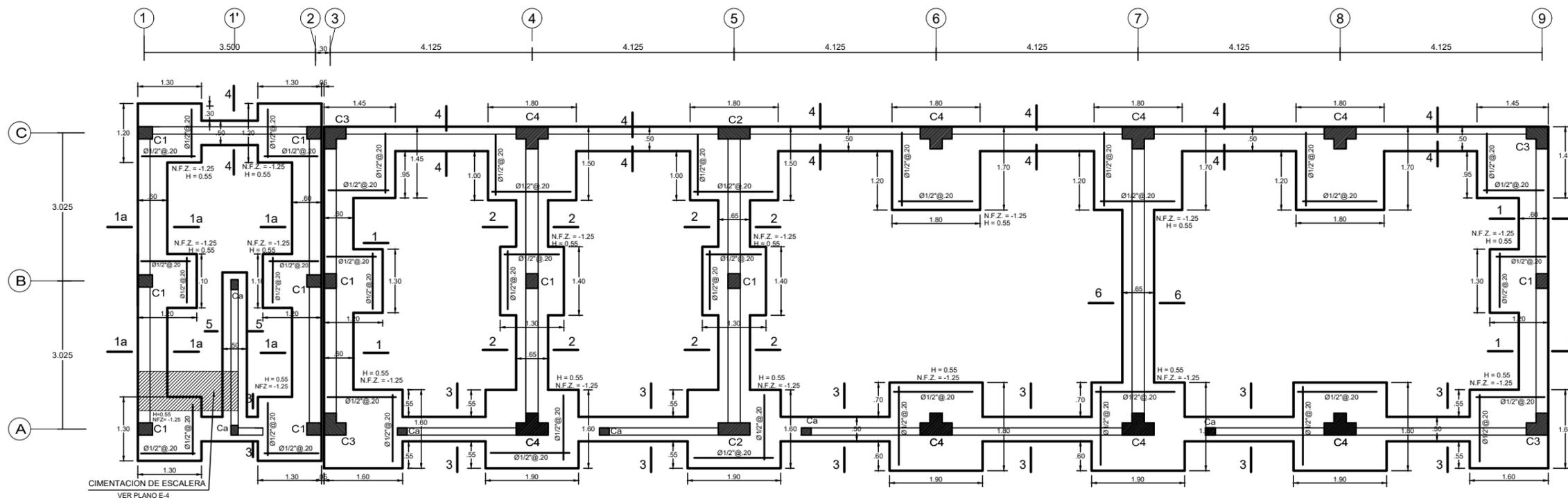
PLANO: ARQUITECTURA Y DETALLES

TESISTA: BACH. JOEL ELKAR GIL ACUÑA ASESOR: ING. MARCOS MENDOZA LINARES

LOCALIDAD : MORAN LIRIO DISTRITO : HUALGAYOC PROVINCIA : HUALGAYOC DPTO-REGION : CAJAMARCA

ESC: INDICADA FECHA: NOVIEMBRE-2021 ARCHIVO: DWG MODULO: MODULO I

A-1



CIMENTACION - PLANTA 1/100

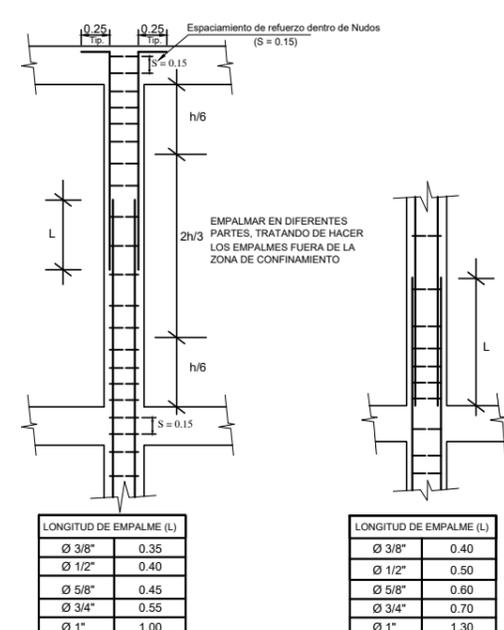
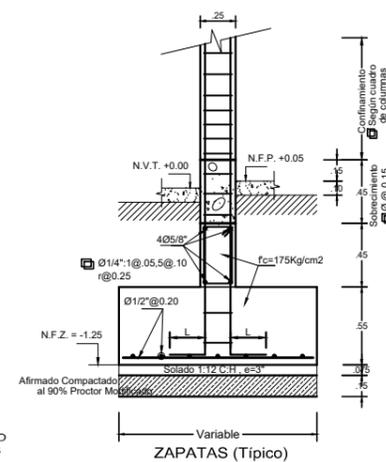
ESPECIFICACIONES	
$f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ SUPERESTRUCTURA	
$f_c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ CIMENTACION	
$f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$	
$o_t = 1.07 \text{ kg/cm}^2$	
s/c = indicada.	
RECUBRIMIENTO	
Aligerado, Losa y Viagas Chatas	2 cm.
Columnas y vigas Peralladas	3 cm.
Zapatas	7.5 cm.
ALBAÑILERÍA	
$f_m = 45 \text{ Kg/cm}^2$	
Ver Notas 1 y 2	
TIPO DE MORTERO 1:4	
(Cemento : Arena)	

DETALLES - SECCIONES 1/25

NOTA
Si el nivel del terreno de cimentación es más profundo considerar un falso cimiento (Concreto 1:12 +30% P.G.).

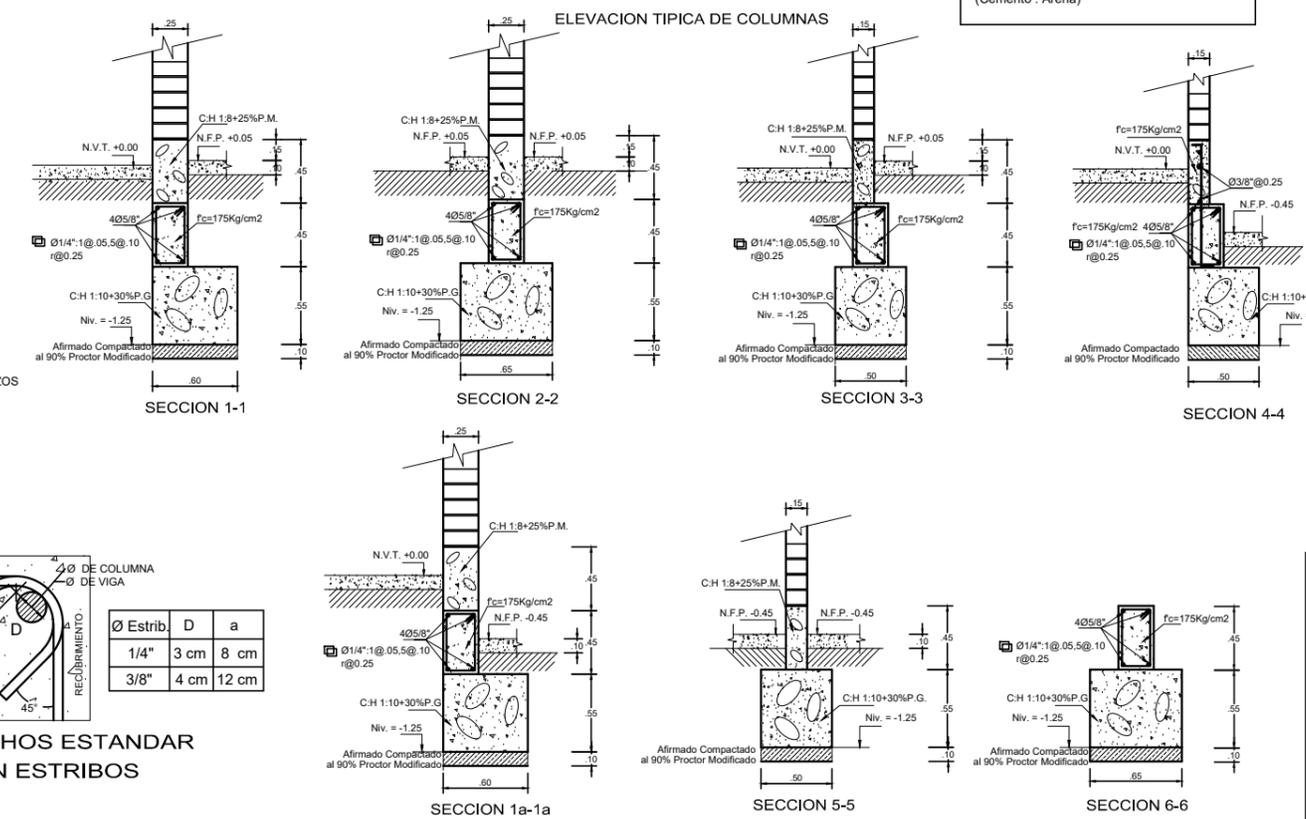
Ø	L
3/8"	0.25
1/2"	0.25
5/8"	0.30
3/4"	0.30

ANCLAJE TÍPICO DE COLUMNAS



LONGITUD DE EMPALME (L)	
Ø 3/8"	0.35
Ø 1/2"	0.40
Ø 5/8"	0.45
Ø 3/4"	0.55
Ø 1"	1.00

CONSIDERANDO ZONA DE ESFUERZOS BAJOS
CONSIDERANDO ZONA DE ESFUERZOS ALTOS, PERO QUE SE EMPALMAN MENOS DEL 50% DE LAS VARILLAS



CUADRO DE COLUMNAS 1/25

C1	C2	C3	C4	Columneta Ca
0.25x0.30 m.	0.25x0.65 m.	0.25x0.45x0.45 m.	0.25x0.65x0.40 m.	0.15x0.20 m.
4 Ø 5/8"	8 Ø 5/8"	8 Ø 5/8"	4 Ø 3/4" + 6 Ø 5/8"	4 Ø 3/8"
Ø 1/4": 1@.05, 5@.10, resto@.25 c/extremo	2 Ø 3/8": 1@.05, 6@.10, 2@.15, r@.25 c/extremo	2 Ø 3/8": 1@.05, 6@.10, 2@.15, r@.25 c/extremo	2 Ø 3/8": 1@.05, 6@.10, 2@.15, r@.25 c/extremo	Ø 1/4": 1@.05, 3@.10, resto@.25 c/extremo
4 Ø 5/8" C1 (25x30)	8 Ø 5/8" C2 (25x65)	8 Ø 5/8" C3 (25x45x45)	4 Ø 3/4" + 6 Ø 5/8" C4 (25x65x40)	4 Ø 3/8" Ca (15x20)

LONGITUD DE ANCLAJE CON GANCHOS

LONGITUD DE ANCLAJE CON GANCHO (lg) cm.	175 Kg/cm²	210 Kg/cm²	280 Kg/cm²
1/2"	30	26	24
5/8"	38	35	30
3/4"	46	42	35
1"	61	56	49

EXTENSION RECTA 12db	Ø	RADIO MÍNIMO DE DOBLEZ (r)
1/2"	3/8"	3.00 cm
5/8"	1/2"	4.00 cm
3/4"	5/8"	5.00 cm
1"	3/4"	6.00 cm
	1"	8.00 cm

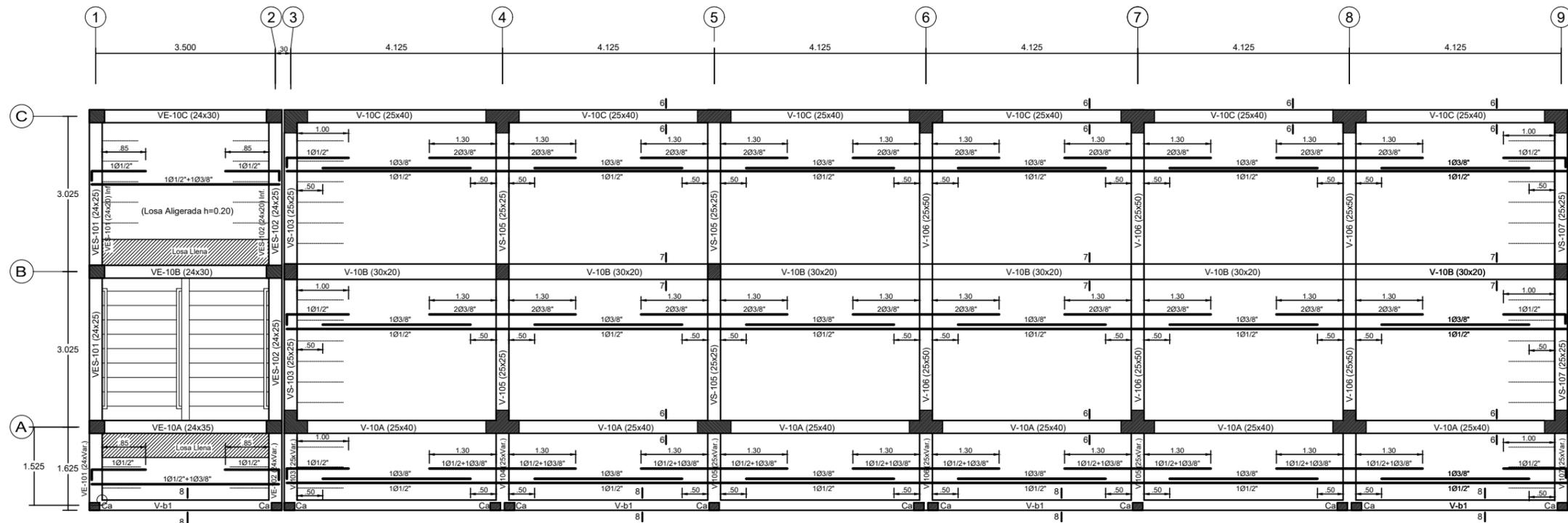


UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

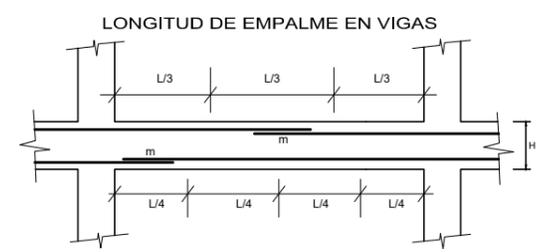
TESIS: EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL MÓDULO 01 DE LA I.E SECUNDARIA "ANDRÉS AVELINO CÁCERES" DEL C.P MORÁN LIRIO, HUALGAYOC- CAJAMARCA

PLANO: ESTRUCTURAS - CIMENTACIONES	LÁMINA:
TESISTA: BACH. JOEL ELKAR GIL ACUÑA	ASESOR: ING. MARCOS MENDOZA LINARES
LOCALIDAD : MORAN LIRIO	DISTRITO : HUALGAYOC
PROVINCIA : HUALGAYOC	DPTO-REGION : CAJAMARCA
ESC: INDICADA	FECHA: NOVIEMBRE-2021
ARCHIVO: DWG	MODULO: MODULO I

E-1

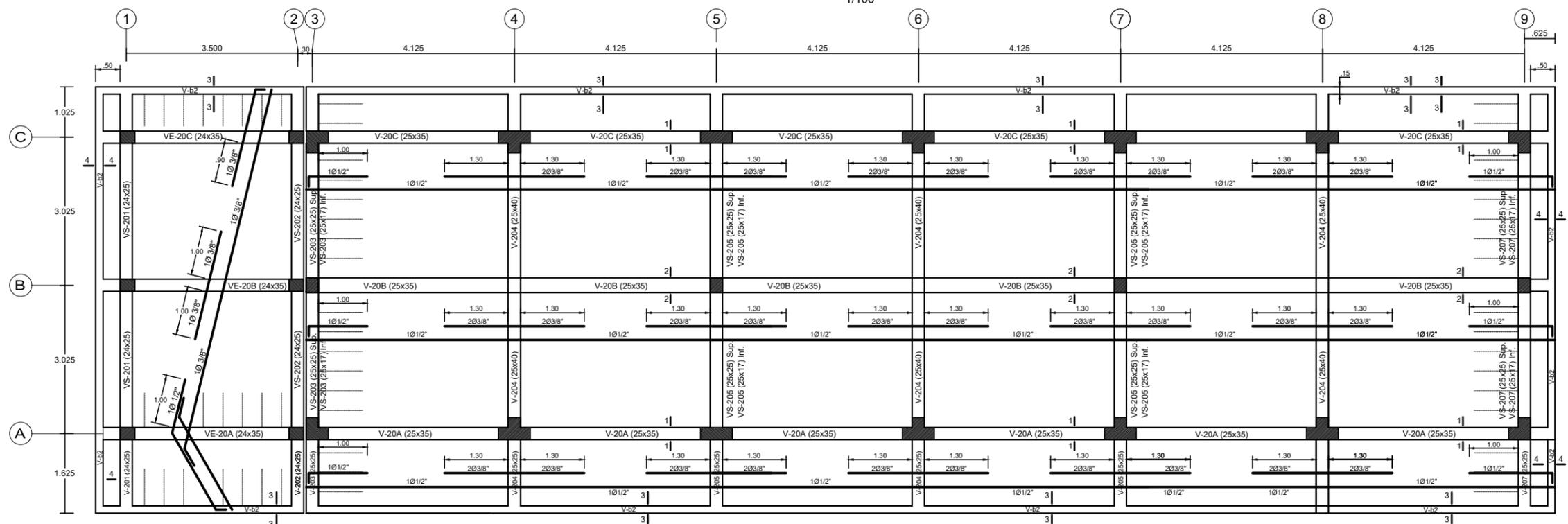


ALIGERADO 1er. PISO
 S/C 300 Kg/m² (Aulas y Pasadizo)
 S/C 400 Kg/m² (Pasadizo)
 1/100

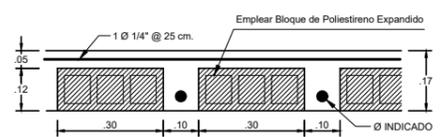


VALORES DE m			
Ø	REFUERZO INFERIOR	REFUERZO SUPERIOR	
	H CUALQUIERA	H < 30	H > 30
3/8"	0.40	0.40	0.45
1/2"	0.40	0.40	0.50
5/8"	0.50	0.45	0.60
3/4"	0.60	0.55	0.75

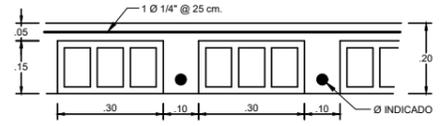
NOTA:
 a) NO EMPALMAR MAS DEL 50% DEL AREA TOTAL EN UNA MISMA SECCION
 b) EN EL CASO DE NO EMPALMAR EN LAS ZONAS INDICADAS O CON LOS PORCENTAJES INDICADOS AUMENTAR LA LONGITUD DE EMPALME EN UN 70%.
 c) PARA LOS ALIGERADOS Y VIGAS CHATAS, EL ACERO EXTERIOR SE EMPALMARA SOBRE LOS APOYOS SIENDO LA LONGITUD DE EMPALME IGUAL A 25 cm. PARA Ø 3/8" Y 30 cm. PARA Ø 1/2" O 5/8"



ALIGERADO 2do. PISO
 S/C 100 Kg/m² (Techo sin acceso)
 1/100



DETALLE DE LOSA ALIGERADA (e=0.17m)
 S/C 100 Kg/m²
 (1/20)



DETALLE DE LOSA ALIGERADA (e=0.20m)
 S/C 300 Kg/m² (Aulas)
 S/C 400 Kg/m² (Pasadizos)
 (1/20)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS: EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL MÓDULO 01 DE LA I.E SECUNDARIA "ANDRÉS AVELINO CÁCERES" DEL C.P MORÁN LIRIO, HUALGAYOC- CAJAMARCA

PLANO: ESTRUCTURAS - ALIGERADO - 1ER Y 2DO PISO

TESISTA: BACH. JOEL ELKAR GIL ACUÑA ASESOR: ING. MARCOS MENDOZA LINARES

LOCALIDAD : MORAN LIRIO DISTRITO : HUALGAYOC PROVINCIA : HUALGAYOC DPTO-REGION : CAJAMARCA

ESC: INDICADA FECHA: NOVIEMBRE-2021 ARCHIVO: DWG MODULO: MODULO I

E-2